

Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern.

Gesundheitliche Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg. Bundesamt für Energiewirtschaft, BEW-Schriftenreihe, Studie Nr. 56, Bern.

1995;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: statisch

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Auswirkungen des Kurzwellensenders Schwarzenburg auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung, insbesondere auf Schlafqualität und Melatoninstoffwechsel.

Kollektiv: Anwohner des Kurzwellensenders Schwarzenburg im Kanton Bern. 109 stark exponierte, 120 mittel exponierte und 179 schwach exponierte Personen.

Exposition: Frequenzbereich 6.1 bis 21.8 MHz. Die Distanz zum Sender wurde als Kriterium für die Festlegung der drei Expositionsbereiche stark, mittel und schwach benutzt. Feldstärkemessungen wurden durchgeführt, jedoch in dieser Zusammenfassung nicht präsentiert.

Methode: Gesundheitsbefragung und zwei Tagebucherhebungen. Zusätzlich Untersuchung des Melatoninstoffwechsels bei Menschen und Kühen.

Resultat: Neurovegetative Störungen fanden sich gehäuft in der Umgebung des Senders (Schlafstörungen, Nervosität, Unruhe, allgemeine Schwäche, Müdigkeit, Gliederschmerzen). Die Durchschlafstörungen standen in einer direkten Beziehung zur elektromagnetischen Feldstärke des Senders, andere Symptome nur indirekt über die Durchschlafstörungen. Es wurden Indizien für einen Zusammenhang zwischen Blutdruck und Magnetfeldexposition gefunden. Ein häufigeres Auftreten von körperlichen Krankheiten in der Umgebung des Senders war nicht zu beobachten, allerdings war das Kollektiv für einen statistischen Nachweis zu klein. Die Konzentration des 6-Hydroxymelatonininsulfats im Morgenurin von 66 Männern und Frauen war nicht mit der Feldstärke assoziiert. Ebenfalls kein Zusammenhang wurde zwischen der Exposition und der

Melatoninkonzentration im Speichel von Kühen gefunden. Unter den Schülern einer stark exponierten Schule war die Übertrittsrate im langjährigen Mittel kleiner als bei Schülern einer Vergleichsschule. Allerdings war die Zahl der Schüler zu klein für eine schlüssige Untersuchung. Ausserdem wurde bei der Auswertung der Daten nicht für mögliche sozioökonomische Einflussfaktoren kontrolliert. Die Immissionsgrenzwerte wurden an keinem der 55 Messstandorte überschritten.

Bemerkungen: Siehe auch die Publikationen von Kundi M., Cherry N., Sage C, Oberfeld G.; alle 2001 (Id.Nr. 1601-1604). Das Untersuchungskollektiv war sehr klein. Falls die Strahlung so stark war, dass man in den Häusern hören konnte, ob gesendet wurde oder nicht (Antenneneffekte), könnte dies die Befragung bezüglich Schlafstörungen beeinflusst haben.

Oberfeld G, Kundi M, Grigoriev Y, Hamnerius Y, Curry BP, Sage C, Blackman CF, Marinelli F, Mosgöller W, Cherry N, Sandström M, Szmgielski S, Sobiczewska E, Altpeter E, Chiang H, Giuliani L, Macfarlane R, MacGarvin M, Irvine H, Ramsay C, Slesin L.

Internationale Konferenz - Situierung von Mobilfunksendern. Landessanitätsdirektion, Salzburg. 2000;

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Die Höhe des Grenzwerts für Mobilfunkantennen zu bestimmen.

Exposition: Hochfrequenzfelder.

Methode: Zusammenfassung der Konferenzreferate.

Schlussfolgerung: Die Höhe des Grenzwerts wird auf der Basis von wissenschaftlichen Studien evaluiert. Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass bei der Bestimmung des Grenzwertes nicht nur thermische, sondern auch nichtthermische Effekte zu berücksichtigen sind.

Hyland GJ.
Physics and biology of mobile telephony.
Lancet 2000; 356 (9244): 1833-1836

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Diskussion thermischer und athermischer Wirkmechanismen.

Resultat: Athermische Wirkungen können durch den hoch- oder den niederfrequenten Anteil der gepulsten Strahlung von Mobiltelefonen entstehen. Die Pulsfrequenzen von 2 Hz (Energiesparmodus des Mobiltelefons) und von 8.34 Hz (durch "Multi-frame"-Bildung) entsprechen den Frequenzen elektrischer Oszillationen im menschlichen Gehirn (v.a. Delta- und Alpha-Band des EEGs). Eine athermische Wirkung wäre nicht proportional zur Leistung analog zu 15-Hz-Lichtpulsen, die Epilepsie auslösen können. Es werden die Ergebnisse von In-vitro- und In-vivo-Studien zitiert. Studien an Menschen haben ergeben: Effekte auf Wach- und Schlaf-EEG, Blutdruck, kürzere REM-Phasen und Veränderung von Nicht-REM-Phasen. Inkonsistente Resultate können teilweise auf Unterschiede im Studiendesign zurückgeführt werden. Das Auftreten von Kopfschmerzen kann mit Effekten auf das Dopamin-Opiat-System erklärt werden und Beeinflussung der Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke. Schlafstörungen sind erklärbar über Melatonin-Einflüsse und Veränderungen des REM-Schlafs. Kinder reagieren eventuell empfindlicher auf 2-Hz- und 8.34-Hz-Strahlung. Im Tierversuch wurden Gesundheitsstörungen bei Rindern beobachtet, als an einer Radio- oder Fernsehantenne in der Nähe der Weide GSM-Antennen montiert wurden (vgl. Löscher et al, Pract Vet Surg 1998; 79: 437-444).

Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE, Wilcosky TC, Shapiro WR, Selker RG, Fine HA, Black PM, Loeffler JS, Linet MS.

Cellular-telephone use and brain tumors.

New England Journal of Medicine 2001; 344 (2): 79-86

<http://www.nejm.org/content/inskip/1.asp>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Hirntumor und Gebrauch des Mobiltelefons.

Kollektiv: Fälle: 782 Spitalpatienten mit Hirntumoren, rekrutiert zwischen 1994 und 1998 in den Spitälern von Phoenix, Boston und Pittsburgh. 489 Patienten mit Gliom (ICD: 938-9473 und 9490-9509) [Binde- und Stützgewebe], 197 mit Meningeom (9530-9538) [Deckzellen der Hirnmembran] und 96 mit Akustikusneurinom (9560) [Kleinhirnbrückenwinkeltumor]. Kontrollen: 799 Patienten derselben Spitäler, die nicht an Tumorkrankheiten litten. Die Kontrollpatienten stimmten mit den Fällen bezüglich Alter (10-Jahres-Gruppen), Geschlecht, Rasse und Nähe zum Spital überein.

Exposition: Gebrauch des Handys eingeteilt in die Kategorien "nie", "1 bis 5 Mal im Leben", "mehr als 5 Mal im Leben", "regelmässig" (=mind. 2 Anrufe pro Woche). Zur Zeit der Rekrutierung der Studienteilnehmer wurden vor allem analoge Signale im Bereich von 800 bis 900 MHz benutzt. 625 Kontrollpersonen und 637 Fälle gaben an, nie oder selten Mobiltelefone zu benutzen. Nur 91 Kontrollen und 76 Fälle benutzten seit mehr als 3 Jahren Mobiltelefone. Ungefähr gleich gross war die Anzahl an Personen, deren totale Gesprächsdauer auf mehr als 100 Stunden geschätzt wurde.

Methode: Expositionsabschätzung erfolgte durch Fragebogenerhebung. Bei verstorbenen oder sehr kranken Patienten wurden Stellvertreter befragt (ca. 12%). Die statistische Analyse erfolgte durch konditionale logistische Regression. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Rasse, Spital, Distanz vom Wohnort zum Spital, Bildung, Einkommen, Datum des Interviews und Interviewer. Bei Patienten mit Akustikusneurinom wurde zusätzlich für Haushaltseinkommen des Bezirks kontrolliert.

Resultat: Verglichen mit Nie- oder Seltenbenutzern war das relative Risiko (Odds-Ratio) für Handybenutzer (>100 Stunden) für Gliome 0.9 (95%CI: 0.6-1.6), für Meningeome 0.7 (0.3-1.7) und für Akustikusneurinome 1.4 (0.6-3.5). Für alle Tumortypen kombiniert lag die Odds-Ratio bei 1.0 (0.6-1.5). Auch für Personen, die mehr als eine Stunde pro Woche ein Mobiltelefon benützten, zeigte sich kein erhöhtes Risiko. Die Hirntumoren waren nicht häufiger auf der Kopfseite, auf der das Telefon üblicherweise benutzt wurde.

Schlussfolgerung: Die Studienresultate weisen nicht auf ein erhöhtes Hirntumorrisiko durch die Benützung eines Mobilfunktelefon hin. Jedoch kann diese Untersuchung das Risiko für lange Induktionszeiten und bei Vielbenutzern nicht evaluieren. Die statistische Power der Studie ist auch zu klein, um seltene histologische Typen zu unterscheiden. Die Expositionsabschätzung ist ungenau (bei Gliomen reduziertes Erinnerungsvermögen der Patienten, zusätzliche Strahlungsquellen etc).

Bemerkungen: Die Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung ist in dieser Studie sehr gering, sowohl bezüglich kumulierter Gesprächsdauer als auch bezüglich der Anzahl der Jahre der Mobiltelefonbenützung. Es wäre deshalb sehr erstaunlich gewesen, wenn ein erhöhtes Hirntumorrisiko gefunden worden wäre. Die Resultate weisen darauf hin, dass die Benützung von Mobiltelefonen innerhalb weniger Jahre kein sehr starkes zusätzliches Hirntumorrisiko mit sich bringt. Über kleinere Risiken und längere Induktionszeiten kann die Studie keine Aussagen machen. Kommentar von Trichopoulos und Adami im selben Heft (Id.Nr.1023), und Kommentare von Nelson (Id.Nr.1031), Erman (Id.Nr.1437) und Frey (Id.Nr.1439).

Finanzierung: Mehrere Cancer und Oncology Institutes and Hospitals

Muscat JE, Malkin MC, Thompson S, Shore RE, Stellman SD, McRee D, Neugut AI, Wynder EL.
Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer.
Journal of the American Medical Association 2000; 284 (23): 3001-3007

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	Patienten-, Registerdaten	
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Nichteuropäische
		Länder

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhangs zwischen dem Gebrauch eines Mobiltelefons und der Entstehung von Hirntumoren.

Kollektiv: Fälle: 469 Frauen und Männer, 18-80 Jahre, ICD-9-CM-Codes: 191.0-191.9, englisch sprechend.
Kontrollen: 422 Frauen und Männer ohne Leukämien und Lymphome, übereinstimmend mit den Fällen bezüglich Spital, Alter (+/- 5 Jahre), Geschlecht, Rasse, Zeitpunkt des Spitaleintritts (+/-1 Monat).

Exposition: Gebrauch des Mobilfunktelefons per Fragebogen erhoben. Für die Analyse wurden berechnet: Gesprächsdauer pro Monat, Anzahl Jahre seit erstem Gebrauch und lebenslange kumulative Exposition. Zur Zeit der Studie waren vor allem analoge Telefone in Gebrauch.

Methode: Fall-Kontrollstudie mit Fragebogenerhebung in 5 medizinischen Zentren in den USA zwischen 1994 und 1998.
Statistik: konditionale logistische Regression, Mantel-Haenszel zum Vergleich der Unterschiede zwischen den medizinischen Zentren. Zusätzlich nichtparametrische Statistik. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Stellvertreter-Interview, Monat und Jahr des Interviews.

Resultat: Monatlicher Median-Gebrauch des Mobiltelefon war 2.5 Std. für Fälle und 2.2 Std. für Kontrollen. Mittlere Dauer seit Gebrauch war 2.8 Jahre für Fälle und 2.7 Jahre für Kontrollen. (Diese Angaben können sich nur auf die rund 20% der Studienteilnehmer beziehen, die Mobiltelefone benützen.) Adjustierte Odds Ratio (OR) für Hirntumoren: 0.85 (95% CI: 0.6-1.2) für regelmässige Benützer (=angemeldet bei Telefongesellschaft) im Vergleich zu Nie-Benützern. OR für Selten-Benützer (<0.72 h/mo) war 1.0 (95% CI: 0.5-2.0) und für Häufig-

Benützer (>10.1 h/mo) 0.7 (95% CI: 0.3-1.4).

Auf der Seite des Kopfes, an der telefoniert wurde, traten häufiger Tumoren auf (26 vs 15 Fälle; $P=0.06$). Bei Patienten mit Schläfenlappentumor wurde dagegen ein grösserer Anteil auf der Gegenseite beobachtet (9 vs 5 Fälle; $P=0.33$). Die OR war <1 für alle Tumor-Histologien ausser für die seltenen neuroepithelialen Tumore (8% aller Fälle; OR: 2.1; 95%CI: 0.9-4.7).

Schlussfolgerung: Die Daten zeigen keinen Zusammenhang zwischen Hirntumor und Gebrauch des Mobiltelefons, es sind aber weitere Studien nötig für längere Induktionsperioden, speziell in Hinsicht auf langsam wachsende Hirntumoren.

Die Hirntumorkranken waren generell schwerer krank als die Kontrollpersonen. Möglicherweise war daher der aktuelle Gebrauch von Mobiltelefonen in der Fallgruppe niedriger als in der Kontrollgruppe. Eventuell besteht ein Bias, da der Mobiltelefongebrauch allgemein in der jüngeren Vergangenheit stark zugenommen hat.

Bemerkungen: Die Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung ist in dieser Studie sehr gering, sowohl bezüglich kumulierter Gesprächsdauer als auch bezüglich der Anzahl Jahre Mobilfunktelefonbenützung. Es wäre deshalb sehr erstaunlich gewesen, wenn wirklich ein erhöhtes Hirntumorrisiko gefunden worden wäre. Der Befund der Seitenabhängigkeit des Auftretens von Tumoren ist zwar knapp nicht signifikant und sollte nicht überwertet werden, kann jedoch als Indiz für ein gewisses Risiko interpretiert werden. Sehr unklar ist die Darstellung der Exposition, sowohl im Abstract als auch im Text. Die Angaben über den Mediangebrauch und den mittleren Gebrauch des Mobiltelefons können sich nur auf die Personen beziehen, die überhaupt ein Mobiltelefon benutzten, da gemäss Tabelle 3 rund 80 Prozent der Studienteilnehmer keine Mobiltelefone verwendeten. Dass sich diese Expositionswerte nicht auf alle Studienteilnehmer beziehen, wird nicht deklariert. Damit entsteht für den Leser der Eindruck einer wesentlich höheren Exposition als die tatsächlich beobachtete. Siehe auch Artikel 1031 sowie Briefwechsel zu der Studie: 1403, 1372, 1377 und 1394 und Kommentar: 1439.

Finanzierung: Wireless Technology Research LLC and Public Health Service grants

Rothman KJ.

Epidemiological evidence on health risks of cellular telephones.

Lancet 2000; 356 (9244): 1837-1840

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der epidemiologischen Studien, die Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Mobilfunkstrahlung (v.a. Krebsrisiko) untersuchen.

Resultat: Der Zusammenhang zwischen Krebserkrankungen und Mobilfunk wird eher durch Analogieschlüsse von der ionisierenden Strahlung abgeleitet als aufgrund nachgewiesener Wirkungsmechanismen. Zur Zeit gibt es wenige Studien, die wirklich die Mobilfunkexposition untersucht haben. Die meisten Studien waren retrospektiv und umfassten mehrere Berufskategorien. Es wurden unterschiedliche Expositionen untersucht, und die Kontrolle von weiteren Einflussfaktoren war oft nicht ausreichend. Es besteht wenig Evidenz dafür, dass Mobiltelefonexposition mit einem erhöhten Hirntumorrisiko assoziiert ist. Auch bezüglich der Strahlung von Antennen (Mobilfunk-, Fernseh- und Radioantennen) gibt es wenig Hinweise auf ein erhöhtes Hirntumorrisiko. Effekte von Mobiltelefonen auf Herzschrittmacher wurden beobachtet, ausserdem eine Zunahme von Autounfällen beim Gebrauch des Telefons während der Fahrt. Auch wenn erhöhte Risiken für Hirntumoren gefunden würden, wäre wahrscheinlich der absolute Gesundheitseffekt durch Autounfälle grösser.

Finanzierung: Wireless Technology Research LLC

Trichopoulos D, Adami HO.
Cellular telephones and brain tumors.
New England Journal of Medicine 2001; 344 (2): 133-134

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Kommentar zu der Studie von Inskip et al., publiziert im selben Heft (Id.Nr. 1020)

Resultat: Kurze Zusammenfassung über Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung.

Schlussfolgerung: Trotz der Schwächen der Studie von Inskip et al. zeigt sich, dass kein substantielles Risiko besteht.

Chia SE, Chia HP, Tan JS.

Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: A community study.
Environmental Health Perspectives 2000; 108 (11): 1059-1062

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Benützung von Mobilfunktelefonen und Symptomen des Zentralnervensystems

Kollektiv: 808 Frauen und Männer zwischen 12 und 70 Jahren in Signapore

Exposition: Gebrauch von Mobilfunktelefonen. Unterscheidung zwischen Freisprecheinrichtungen und konventionellen Geräten. Auf dem Markt vertreten ist v.a. digitale Technik, pulsmoduliert, zu über 80% GSM 900, 12% GSM 1800.

Methode: Daten mit Fragebogen erhoben bezogen auf das letzte Jahr (Interviewer). Zufallsstichprobe ausgewählt (one-stage random cluster sampling procedure). Folgende Symptome wurden erfragt: primäres Kopfwegh, Schwindel, Gedächtnisstörungen, Konzentrationsstörungen, Schläfrigkeit, Müdigkeit, Wärmegefühl oder Brenn-Gefühl um und am Ohr, Ohrdröhnen, Sehstörungen (Blitze, etc).

Statistik: Proportional Hazards Model mit Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren

Resultat: 44.8% der Studienteilnehmer benutzten Mobiltelefone. Der grösste Häufigkeitsunterschied zwischen Benützern und Nicht-Benützern zeigte sich beim Symptom Kopfschmerz. Die adjustierte Prävalenz-Verhältnissrate war 1.31 (95%CI: 1.00-1.70). Signifikante Zunahme der Kopfschmerzhäufigkeit mit zunehmender Gesprächsdauer pro Tag (aber nicht mit der Anzahl an Telefonaten). Benützer von Freisprechanlagen hatten 20% seltener Kopfschmerzen als die übrigen Mobiltelefonbenützer. Andere Symptome des Zentralnervensystems waren in der Gruppe der Mobiltelefonierenden nicht häufiger zu beobachten.

Schlussfolgerung: Als möglicher Wirkungsmechanismus der Hochfrequenzstrahlung im Zusammenhang mit

Kopfschmerzen wird die Beeinflussung der Blut-Hirn-Schranke oder des Dopiat-Opiat-Systems im Gehirn diskutiert.

Eine ursächliche Beziehung zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und Kopfschmerzen kann aber aus dieser Querschnittsstudie nicht abgeleitet werden.

Bemerkungen: Die Frage nach dem Grund der erhöhten Kopfwehprävalenz bei Telefonbenutzern bleibt unbeantwortet. Ein Wirkungsmechanismus via Strahlung ist zwar plausibel, es sind aber auch andere Gründe denkbar. Das Auftreten von Kopfschmerzen könnte z.B. gefördert werden, wenn bei schlechter Verbindungsqualität telefoniert wird. Ausserdem könnte sich der Lebensstil von Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern auch in anderen Aspekten unterscheiden. Ergänzende experimentelle Studien könnten Rückschlüsse auf den Wirkmechanismus erlauben.

Die Studie war so ausgelegt, dass ein 10%iger Unterschied in der Prävalenz mit $\alpha=5\%$ und Power=80% gefunden werden konnte. Für die anderen Symptome, deren Prävalenz teilweise $<10\%$ liegt, war daher der Nachweis eines Unterschieds nicht zu erwarten.

Siehe auch Artikel 1063 und 1061.

Finanzierung: Teil des Community Health Project of the National University of Singapore

Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH.

Cellular telephones and cancer - A nationwide cohort study in Denmark.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (3): 203-207

<http://www.jnci.oupjournals.org/cgi/content/full/93/3/203>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Longitudinale Registerstudie zur Evaluation des möglichen Zusammenhangs zwischen Krebserkrankungen und Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: 420'095 registrierte Mobiltelefonbenutzer der zwei dänischen Telekomfirmen zwischen 1982 und 1995.

Exposition: Registrierung bei Telefongesellschaften. Unterschieden wird zwischen der Dauer der Registrierung und der Zeit seit der ersten Registrierung. Ebenfalls wird unterschieden zwischen digitaler und analoger Mobilfunktechnik. Über 2/3 der Registrierungen erfolgten 1994/95.

Methode: Daten des dänischen Krebsregisters wurde mit den Daten der registrierten Mobiltelefonbenutzer kombiniert. Berücksichtigt wurden alle Krebsdiagnosen bis 31.12.1996. Es wurden Inzidenzraten kalkuliert für Geschlecht, Fünf-Jahres-Altersgruppen und Fünf-Jahres-Perioden. Bei kleinen Fallzahlen (<5) verwendete man die 'Miettinen exact method' zur Überprüfung der statistischen Signifikanz der Unterschiede zwischen den erwarteten und den beobachteten Krebsraten. Sonst erfolgte die Berechnung unter der Annahme einer asymptotischen Verteilung. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Kalenderjahr.

Resultat: Insgesamt wurden in der exponierten Gruppe 3391 Krebserkrankungen beobachtet bei 3825 erwarteten Fällen. Das führt zu einer "standardized incidence ratio" (SIR) von 0.89 (95% CI: 0.86-0.92). Das scheinbar reduzierte Krebsrisiko in der Gruppe der Mobilfunkbenutzer war hauptsächlich auf eine geringere Inzidenz von Lungenkrebs und anderen nikotinassoziierten Krebsarten zurückzuführen (siehe unten).

Es wurde kein erhöhtes Risiko für Hirn- oder Nervensystemtumore gefunden (SIR=0.95; 95%CI: 0.81-1.12), Speicheldrüsenkrebs (SIR=0.72; 95%CI: 0.29-1.49) und Leukämien (SIR=0.97; 95%CI:0.78-1.21). Das Risiko für diese Krebsarten variierte nicht mit der Dauer des Telefongebrauchs, dem Zeitpunkt der Registrierung, dem Alter bei Registrierung und dem Gerätetyp (analog oder digital). In Bezug auf Hirn- und Nervensystemtumore insgesamt zeigte sich ein statistisch nicht signifikanter Zusammenhang mit der Dauer der Registrierung für digitale Systeme (Reg <1: SIR=0.7, Reg 1-2: SIR=0.9, Reg >2: SIR=1.2; p=0.19).

Für Tumoren der hinteren Gehirnregion (Okzipitallappen) und des Kleinhirns (Zerebellum) ergab sich eine nicht signifikante Risikoerhöhung (SIR=1.79; 95%CI: 0.58-4.17 resp. SIR=1.67; 95%CI: 0.04-9.29).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass in dieser Studie kein erhöhtes Krebsrisiko beobachtet wurde. Sie gehen nicht davon aus, dass potentiell erhöhte Risiken durch mögliche Unterschiede zwischen der Allgemeinbevölkerung und Mobilfunkbenutzern verdeckt sind (z.B. soziale Klasse, Rauchgewohnheiten). Zwei Drittel der Mobiltelefonbenutzer waren erst seit 1994/95 registriert, daher ist die Studiendauer in Anbetracht der Induktionszeit von Krebserkrankungen kurz.

Bemerkungen: Dieses Studiendesign hat die Schwäche, dass auf der individuellen Ebene nicht für Störfaktoren kontrolliert werden kann. Das bedeutet, dass die generell tieferen Krebsinzidenzen der Mobilfunkbenutzer auch auf andere systematische Unterschiede zwischen Benutzern und Nichtbenutzern zurückzuführen sein könnten. So ist beispielsweise zu erwarten, dass die Benützung von Mobiltelefonen mit zunehmender Mobilität und Aktivität eines Menschen zunimmt. Möglicherweise gehören auch mehr Menschen mit einem höheren sozialen Status und evtl. besserem Gesundheitsbewusstsein zu der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer.

Der Hauptnachteil der Studie ist, dass nur eine kurze Beobachtungszeit berücksichtigt wird, zwei Drittel der Teilnehmer benutzten erst seit einem Jahr ein Mobiltelefon. Die Stärke der Studie liegt in dem grossen Untersuchungskollektiv. Die Diskussion ist generell sehr konservativ und stark auf statistische Signifikanz abgestützt. Viele Befunde weisen tendenziell auf eine geringgradige Assoziation zwischen Mobiltelefonbenützung und Leukämie- und Hirntumorrisiko hin, jedoch sind diese Befunde alle nicht signifikant. In Anbetracht möglicher systematischer Unterschiede zwischen Mobiltelefonbenutzern und Nichtbenutzern könnte man die Befunde als Indiz für ein geringes Krebsrisiko werten. Editorial von Park R.L. im selben Heft (Id. Nr. 1026). Kommentare von Frey A. H., *Environmental Health Perspectives* 2001: 109 (5), A200-A200 (Id. Nr.1439) sowie Godward S. et al., 2001 (Id.Nr.1443), Hardell L., 2001 (Id.Nr.1446) und Hocking B., 2001 (Id. Nr.1447). Vgl. auch Zusammenfassung in: Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. *Scand J Work Environ Health*. 2004: 30 (Suppl 1), 1-30. (Id.Nr. 1823).

Finanzierung: TeleDanmarkMobil und Sonofon; International Epidemiology Institute, Rockville, MD; Danish Cancer Society

Park RL.

Cellular telephones and cancer: How should science respond?.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (3): 166-167

<http://www.jnci.oupjournals.org/cgi/content/full/93/3/166>

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Editorial zur Studie von Johansen im selben Heft (Id.Nr. 1025)

Resultat: Die Studie von Johansen et al. ist methodisch gut und zeigt, dass keine Assoziation zwischen Mobilfunk und Krebsentstehung vorliegt. Andere Studien sind zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Der Energiegehalt von Photonen der Mobilfunkstrahlung reicht nicht aus, um chemische Bindungen biologischer Zellen zu aufzubrechen. Dies wäre aber die Voraussetzung für eine krebsinduzierende Wirkung. Ein solcher Effekt tritt erst bei Strahlung mit wesentlich höherer Energie, also kürzerer Wellenlänge auf, beispielsweise bei UV-Strahlung. Die Intensität der Strahlung spielt dabei keine Rolle.

Schlussfolgerung: Trotz der beruhigenden Resultate wird die Diskussion um die Kanzerogenität von Mobilfunkstrahlung weitergehen. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse müssen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, Broman K, Bornfeld N, Jöckel KH.

The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma.

Epidemiology 2001; 12 (1): 7-12

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Seh- und Hörstörungen
	Patienten-, Registerdaten	Tumoren: weitere

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Radar

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Häufigkeit von Augentumoren (Uveamelanomen) und niederfrequenter sowie hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung. (Als Uvea wird die mittlere Augenhaut bezeichnet, die aus Aderhaut, Ziliarkörper und Regenbogenhaut besteht).

Kollektiv: Fälle: Patienten mit Uveamelanom aus einer bevölkerungsbasierten Fall-Kontrollstudie (n=37) sowie aus einer spitalbasierten Fall-Kontrollstudie (n=81). Alle Patienten hatten eine gesicherte Diagnose, ihr Alter lag zwischen 35 und 74 Jahren. Kontrollen: Für jeden Patienten der Bevölkerungsstudie wurden jeweils vier Kontrollpersonen aus dem Telefonbuch ausgewählt, für die Patienten der spitalbasierten Studie aus dem Krankenhaus. Die Kontrollpersonen stimmten mit den Patienten bezüglich Geschlecht, Alter (5-Jahres-Gruppen) und Wohnregion überein.

Exposition: Arbeitsplatzexposition gegenüber niederfrequenter Strahlung: Hochspannungsleitung, elektrische Maschinen, komplexe elektrische Umgebung (Kontroll-, Computerräume), Bildschirme; Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung: Radar, Gebrauch von Mobil- oder Funktelefonen während mehreren Stunden pro Tag. Die Exposition wurde in Kategorien klassifiziert.

Methode: Die Daten wurden durch professionelle Interviewer und mit Hilfe von Fragebögen gewonnen. Statistik: konditionale logistische Regressionsmodelle. Unter der Annahme von verschiedenen langen Latenzzeiten wurden mehrere Analysen gemacht (0,3 und 5 Jahre). Einflussfaktoren im publizierten Modell: Geschlecht, Alter, Wohnregion. Folgende Faktoren beeinflussten das Resultat offenbar nicht (Daten nicht angegeben): Sozialstatus (Anzahl Schuljahre), Haarfarbe, Farbe der Iris.

Resultat: Ein signifikant erhöhtes Risiko für Melanome der Uvea ergab sich bei Exposition gegenüber Rundfunkgeräten und Mobiltelefonen (Exposition gegenüber Rundfunkgeräten, OR=3.0, 95%CI: 1.4-6.3; wahrscheinliche/sichere Exposition gegenüber Mobiltelefonen, OR=4.2, 95%CI: 1.2-14.5). Andere EMF-Quellen wie Hochspannungsleitungen, elektrische Maschinen, Bildschirme und Radareinheiten waren nicht mit dem Erkrankungsrisiko assoziiert. Die statistischen Modelle mit verschiedenen Latenzzeiten für die Exposition erbrachten keine konsistenten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Es wurde ein Zusammenhang gefunden, der aber nicht als stabil bezeichnet werden kann, da die Exposition nur ungenau erfasst wurde. Der Fragebogen berücksichtigte jedoch viele Risikofaktoren. Ein spezifischer Informationsbias für EMF ist daher eher unwahrscheinlich, v.a. weil kein Zusammenhang mit der Bildschirmexposition gefunden wurde.

Bemerkungen: Die Resultate beruhen auf sehr wenigen exponierten Personen; nur 6 Fälle und 15 Kontrollen benutzten ein Mobiltelefon. Es wurde nur die berufliche Exposition erfasst. Dass bei der Analyse nicht für UV-Strahlung kontrolliert wurde, schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse ein. Unter der Annahme, dass Personen, die sich vermehrt im Freien aufhalten, auch mehr Mobiltelefone benützen, könnte die Analyse durch die UV-Strahlungsexposition beeinflusst werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass Melanome der Uvea relativ selten sind. Das bedeutet, dass auch bei einem relativen Risiko von >3 mit nur wenigen zusätzlichen Erkrankungen zu rechnen ist. Kommentar zur Studie von Inskip (1029) im selben Heft. Eine Nachfolgestudie ist publiziert in: Stang et al., Mobile phone use and risk of uveal melanoma: results of the risk factors for uveal melanoma case-control study. J Natl Cancer Inst 2009; 101 (2), 120-123.

Finanzierung: Bundesministerium für Bildung und Forschung

Büchel J.

Hohe Strahlenbelastung muss nicht sein.

Saldo 2001; 1: 14-15

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Strahlenbelastung durch Mobiltelefone.

Methode: Neun der gängigsten Mobiltelefone wurden untersucht bezüglich Sende- und Empfangseffizienz sowie bezüglich ihres SAR-Wertes. Gemessen von Kuster und Mitarbeitern an der ETH Zürich.

Resultat: Mit den effizientesten Mobiltelefonen kann man sich zweimal (GSM 900) bzw. dreimal (GSM 1800) weiter von der Antenne entfernen als mit dem am wenigsten effizienten Gerät. Die SAR-Werte sind unabhängig von der Sende- und Empfangseffizienz. Alle liegen unterhalb des empfohlenen Grenzwertes von 2 W/kg.

Schlussfolgerung: Mobiltelefone mit geringeren Strahlungsleistungen sind technisch machbar.

Inskip PD.

Frequent radiation exposures and frequency-dependent effects: the eyes have it.

Epidemiology 2001; 12 (1): 1-4

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Radar

Stromleitungen

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Stang et al., The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. Epidemiology 2001: 12 (1), 7-12 (Id.Nr. 1027).

Resultat: Der Autor bemängelt die fehlenden Angaben zur Exposition gegenüber Ultraviolett-Strahlung, da sie im Zusammenhang mit Hautkrebs wichtig ist, und wahrscheinlich auch für Innaugentumore (noch wenig Studien).

Die Wirkungshypothese von Stang, dass die Hochfrequenzstrahlung via Unterdrückung der Melatoninproduktion mit Melanomen des Auges (uveal melanoma) assoziiert ist, ist unwahrscheinlich, wenn kein Zusammenhang mit Radar- und Niederfrequenz-Strahlung besteht. In Anbetracht der schlechten Expositionsabschätzung (insbesondere auch der fehlenden Informationen über die Exposition am Wohnort) sollte das Resultat nicht übergewichtet werden. Bei der Erforschung des Zusammenhangs zwischen EMF und Krebsrisiko ist diese Tumorart jedoch weiterhin zu berücksichtigen.

Nelson NJ.

Recent studies show cell phone use is not associated with increased cancer risk.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (3): 170-172

<http://www.jnci.oupjournals.org/cgi/content/>

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Diskussion der Studien von Johansen et al. im selben Heft, sowie von Muscat et al. im JAMA (Id. Nr.1021) und von Inskip et al. im New England J Med (Id.Nr.1020).

Resultat: In diesen drei Studien wurde keine Assoziation zwischen Hirntumorrisiko und Mobilfunkbenützung gefunden. Es müssen aber Latenzzeiten und sich verändernde Technologien berücksichtigt werden.

Blettner M, Michaelis J, Wahrendorf J.

Workshop on research into the health effects of cellular telephones.

Epidemiology 2000; 11 (5): 609-611

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung von Referaten eines internationalen Workshops in Heidelberg (12.-13.11.99)

Resultat: Referate von K. Rothman, L. Hardell, J. Muscat, C. Johansen, M. Feychting, S. Mann, E. Cardis

Demers PA, Thomas DB, Rosenblatt KA et al.
Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Breast Cancer in Men.
American Journal of Epidemiology 1991; 134: 340-347

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Kollektiv: 227 Männer mit epitheliale Brustkrebs, diagnostiziert in den Jahren 1983-1987, und 300 zu den Fällen passende Kontrollen

Exposition: Elektriker, Telefoninstallateure, berufliche Exposition.

Methode: Fall- Kontrollstudie.

Resultat: Relatives Risiko für Berufe mit Exposition: OR=1.8, 95%-Vertrauensintervall: 1.0-3.7. Das Risiko war am höchsten bei Männern, die im Alter unter 30 erstmals exponiert waren und deren Erstexposition mind. 30 Jahre vor der Diagnose stattfand.

Bernhardt JH.

Nichtionisierende Strahlen und energietechnische Felder.

Oeff Gesundh Wes 1991; 53: 409-414

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Übersicht zu Strahlungsarten, elektromagnetischen Feldern (UV-Bestrahlungsgeräte (Solarien), Radiowellen, Mikrowellen und Funkgeräten).

London SJ, Thomas DC, Bowman JD, Sobel E, Cheng TC, Peters JM.
Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia.
American Journal of Epidemiology 1991; 134 (9): 923-937

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Kollektiv: 232 Kinder im Alter bis 10 Jahre mit der Diagnose Leukämie zwischen 1980 und 1987 in Los Angeles und 232 alters- und wohnortspassende Kontrollkinder.

Methode: Messung der Magnetfelder im Schlafzimmer während 24 Std. Spotmessungen der Magnetfelder und der elektrischen Felder, Abschätzung der Belastung mit der 'wiring configuration' (Verkabelungssituation) von Wertheimer-Leeper.

Resultat: Keine Beziehung zwischen Leukämie und gemessenen Feldern. Odds Ratio von 2.15 beim Vergleich der 'wiring configuration' sehr hoch zu sehr niedrig. Starke Beziehung zwischen Leukämierisiko und indirekter Messung des magnetischen Feldes (wiring configuration). Karzinogene Effekte von magnetischen Feldern sind ev. nicht einfach eine Funktion der Dosis.

Lindbohm ML, Hietanen M, Kyyrönen P, Sallmén M, von Nandelstadh P, Taskinen H, Pekkarinen M, Ylikoski M, Hemminki K..

Magnetic fields of video display terminals and spontaneous abortion.

American Journal of Epidemiology 1992; 136 (9): 1041-1051

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Spontanabortrisiko bei Bank- und Büroangestellten, die an Bildschirmen arbeiten.

Exposition: Messung der magnetischen Flussdichte und der Flussdichte pro Zeiteinheit bei 23 von 26 der benutzten Bildschirmmodelle.

Methode: Fall-Kontrollstudie mit 191 Fällen (Aborte) und 394 Kontrollen (Geburten).

Resultat: Die Odds Ratio für Angestellte, die einen Bildschirm mit einem hohen Niveau extrem niederfrequenter Magnetfelder verwendet hatten (>0.9 mikrottesla), betrug 3.4 (CI: 1.4-8.6) verglichen mit Angestellten, die einen Bildschirm mit geringer magnetischer Feldstärke gebrauchten.

Nielsen CV, Brandt LPA.

Fetal growth, preterm birth and infant mortality in relation to work with video display terminals during pregnancy.

Scand J Work Environ Health 1992; 18: 346-50

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Einfluss der Bildschirmarbeit von Frauen auf das Risiko von niedrigem Geburtsgewicht des Kindes, Frühgeburtlichkeit, Small-for-Date-Kinder, Totgeburten, Säuglingssterblichkeit. Auswahl der Fälle aus Patientenregistern und Geburtenregistern, Auswahl der Kontrollen aus Geburtenregistern. Mass für die Exposition war die Anzahl Stunden mit Bildschirmarbeit pro Woche während der Schwangerschaft.

Resultat: Es wurde kein Zusammenhang zwischen dem Ausmass der Bildschirmarbeit während der Schwangerschaft und dem Risiko von Geburtsanomalien festgestellt.

Schreiber GH, Swaen GMH, Meijers JMM, Slangen JJM, Sturmans F.

Cancer Mortality and Residence near Electricity Transmission Equipment: A Retrospective Cohort Study.

Int J Epidemiol 1993; 22: 9-15

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Überlandstromleitungen 150 kiloVolt, Transformatorenstation in Zusammenhang mit Krebssterblichkeit.

Resultat: Exponierte Kohorte weist keine höhere Mortalität auf als allgemeine Bevölkerung.

Savitz DA, Kaune WT.

Childhood cancer in relation to a modified residential wire code.

Environ Health Perspect 1993; 101 (1): 76-80

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen elektromagnetischen Feldern und verschiedenen Krebserkrankungen.

Methode: Reanalyse der Studie von Wertheimer-Leeper mit neuer Kategorisierung der 'wire-configuration-codes' = Verkabelungssituation in drei, anstelle von 5 oder 2 Kategorien. Für alle Krebsfälle ergibt sich in der höchsten Belastungskategorie, verglichen mit der niedrigsten, ein RR von 1.9 (CI 1.1-3.2), für Leukämie 2.9 (1.5-5.5), für Gehirntumoren 2.5 (1.1-5.5). Fall-Kontrollstudie in Denver, USA.

Matanoski GM, Elliott EA, Breyse PN, Lynberg MC.

Leukemia in telephone linemen.

American Journal of Epidemiology 1993; 137 (6): 609-19

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Leukämiefälle aus dem Todesfallregister der amerikanischen Telefon und Telegrafengesellschaft, AT&T, New York. Fall- Kontrollstudie, USA.

Bundesamt für Gesundheitswesen, BAG.

Gefährdet das moderne drahtlose Telefonieren die Gesundheit?.

Bull Bundesamt Gesund Wes 1993; 22: 378-385

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Elektromagnetische Felder, Telefon, drahtlos, Gesundheitsrisiko durch Hochfrequenzstrahlung, Natel, Autotelefon, spezifische Absorptionsrate, Fernfeld - Nahfeld, Resonanzbereich (40-400 MHz), Hot Spot Bereich (400 MHz-3 GHz), thermische und athermische Effekte, Grenzwerte. Uebersicht und Diskussion. Schweiz.

Reiter R.

Possible biological effects of electric and magnetic parameters in the environment.

Experientia 1993; 49 (9): 769-774

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Art, Intensität und mögliche biologische Wirkungen von elektrischen und magnetischen Feldern in der Umwelt.

Exposition: Natürliche und technische Strahlungsquellen, Wechsel- und Gleichstromfelder im Freien und im Hausinnern, ionisierende Teilchen.

Methode: Berechnungen auf Grund von tier- und zellexperimentellen Studien sowie epidemiologischen Studien.

Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G.

Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children.

British Medical Journal 1993; 307: 891-895

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Fall-Kontrollstudie an 1707 Kindern bis zu 15 Jahren mit Leukämie, ZNS-Tumoren oder malignen Lymphomen aus dem Krebsregister und 4788 Kontrollen in Dänemark. Die Kinder mit allen drei Krebsarten waren signifikant häufiger Feldern von mehr als 0.4 mikroTesla ausgesetzt (OR 5.6), diejenigen mit Hodgkin-Lymphom häufiger solchen von 0.1mikroT.

Bemerkungen: Kritik und Replik in BMJ 1994; 308: 1162-3.

Verkasalo PK, Pukkala E, Hongisto MY et al.
Risk of cancer in Finnish children living close to power lines.
Br Med J 1993; 307 (6909): 895-899

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Retrospektive Kohortenstudie bzw. Querschnittstudie an ca. 130'000 Kindern von 0 bis 19 Jahren, die in Finnland im Abstand von 500 m von Starkstromleitungen wohnten und die eine höhere Belastung als 0.1 μ T am Wohnort hatten. Zeitperiode von 1970 oder Geburt bis Ende 1990 oder Tod. Berechnung der Anzahl Jahre in einer Belastungskategorie. Die OR für alle Krebserkrankungen betrug 0.97 und war auch für Leukämien und Lymphome nicht erhöht. Knaben, die Feldern von mehr als 0.2 μ T oder kumulativ 0.4 μ T-Jahren ausgesetzt waren, hatten ein erhöhtes Risiko für Tumoren des Nervensystems.

Bemerkungen: Kritik und Replik im BMJ 1994; 308: 1162-3 , Olsen et al.

Kraut A, Chan E, Lioy PJ, Cohen FB, Goldstein BD, Landrigan PJ.
Epidemiologic investigation of a cancer cluster in professional football players.
Environ Res 1991; 56 (2): 131-143

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Abklärung eines Clusters von 4 Krebsfällen (im speziellen Lymphom, Glioblastom, Angiosarkom, Hodgkin-Lymphom) bei Fussballspielern in den Jahren 1980 bis 1987, nachdem der Club 1976 auf eine neue Sportanlage in der Nähe von drei Sondermülllagern umgezogen war. Messung der elektromagnetischen Felder.

Resultat: Eine allgemeine Zunahme der Krebsmortalität bei den Angestellten der neuen Sportanlage wurde nicht beobachtet.

Guenel P, Raskmark P, Andersen JB, Lynge E.

Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark.

British Journal of Industrial Medicine 1993; 50 (8): 758-764

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Elektromagnetische Felder. Für alle 2.7 Mio berufstätigen Dänen von 20-64 Jahren im Jahr 1970 wurde anhand ihrer Angaben bei der Volkszählung über Beruf, Stellung und Industriezweig ihre berufliche Belastung durch elektromagnetische Felder bei 50 Hz berechnet und vier Kategorien gebildet: Keine Exposition gegenüber Feldern von mehr als 0.3 MikroT, zeitweise Exposition, ständige höhere Exposition, andere Feldexpositionen (statische Felder, Mikrowellen etc.). Nachkontrolle mit Krebsregister 1970- 1987. Männer mit kontinuierlicher Exposition hatten eine höhere Inzidenz von Leukämie, Frauen nicht. Inzidenz für Melanom, Hirn- und Brustkrebs war nicht erhöht.

McMahan S, Ericson J, Meyer J.

Depressive symptomatology in women and residential proximity to high-voltage transmission lines.

American Journal of Epidemiology 1994; 139 (1): 58-63

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Messung der magnetischen Feldstärke bei der Haustüre, Fragebogen (CES-D) gestütztes Interview zu psychischen Symptomen und Depression bei 152 Frauen in Kalifornien.

Resultat: Die Studie zeigt keine Zunahme von depressiven Symptomen bei Anwohnern angrenzend an die Hochspannungsleitung verglichen mit Leuten, die einen Block weiter entfernt wohnen.

Murphy JR, Armstrong GE, Reynolds M, Gordon SG.

A structured literature review for risk assessment: EMF and human health risk.

Risk Anal 1994; 14 (1): 97-100

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Methodik für systematische Literaturrecherchen.

Methode: Review der Literatur zum gesundheitlichen Risiko durch elektromagnetische Felder. Auswahl anhand von wissenschaftlichen Kriterien durch Studenten aus der Medline-Datenbank nach vorgegebenen Kriterien der "good scientific methodology".

Tynes T, Jynge H, Vistnes AI.

Leukemia and brain tumors in Norwegian railway workers, a nested case-control study.

Am J Epidemiol 1994; 139 (7): 645-653

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Kohortenstudie an Eisenbahn-Arbeitern unter Verwendung von Krebs-Registerdaten. Leukämie, Gehirn bzw. ZNS-Tumoren. Erfassung der exakten Berufsanamnese, komplizierte Berechnung und Schätzung, teilweise mit indirekter Messung der Magnetfeldbelastung und der Exposition gegenüber elektrischen Feldern. Fall-Kontrollstudie. Norwegen. Die Studie stützt einen positiven Zusammenhang zwischen Berufsexposition in elektrischen und magnetischen Feldern und Leukämie sowie Hirntumoren nicht.

Kraut A, Tate R, Tran N.

Residential electric consumption and childhood cancer in Canada (1971-1986).

Arch Environ Health 1994; 49 (3): 156-159

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Pro-Kopf-Verbrauch von Elektrizität im Haushalt. Erfassung der gesamten Krebsrate von Leukämie und Hirntumoren bei Kindern in ganz Kanada und in den einzelnen Provinzen von 1971-1986 und Vergleich dieser Raten mit dem Verbrauch elektrischer Energie aus Wasserkraftwerken. Die gesamten Krebserkrankungen bei Kindern und die Hirntumorfälle nahmen zu, die Leukämiefälle aber veränderten sich in dieser Zeitperiode nicht. Provinzen mit höherem Elektrizitätsverbrauch hatten höhere Hirntumor- und Leukämieraten, wobei sich Lymphome und andere Krebsarten als nicht signifikant erwiesen. Ökologische Studie.

Savitz DA.

Health effects of electric and magnetic fields: overview of research recommendations.

Environ Health Perspect 1993; 101 (suppl 4): 71-72

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Sterblichkeit (allgemein)

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Übersicht über Beiträge zu epidemiologischen Methoden in EMF-Studien an einer Umweltepidemiologie-Tagung. Separatheft des "Health Effects Institute".

Kaune WT.

Introduction to power-frequency electric and magnetic fields.

Environ Health Perspect 1993; 101 (Suppl 4): 73-81

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Einführung in elektrische und magnetische Felder (Definition, Frequenz, Strahlungsquellen wie Hochspannungsleitungen, Bildschirme, Heizdecken). Auswirkungen auf die Zellmembran, Messung der Exposition.

Methode: Beitrag an der Umweltepidemiologietagung, Separatheft des Health Effects Institute.

Savitz DA.

Epidemiologic studies of electric and magnetic fields and cancer: strategies for extending knowledge.

Environ Health Perspect 1993; 101 (suppl 4): 83-91

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Übersicht über epidemiologische Studien zu elektromagnetischer Strahlung und Krebs. Diskussion der Methoden zur Expositionsabschätzung, Empfehlungen für die Forschung. Beitrag an einer Umweltepidemiologie-Tagung, Separatheft des "Health Effects Institute". USA.

Stevens RG.
Biologically based epidemiological studies of electric power and cancer.
Environ Health Perspect 1993; 101 (suppl 4): 93-100

Stichwörter

Exposition:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:
Alle, generell

Wirkungsdauer:
Nicht bestimmt

Zielgrösse:
Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zellbiologie, DNA-Schäden
Land:
Zentralnervensystem
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Biochemische Auswirkungen der EMF-Exposition durch Stromversorgung. Zielgrössen: DNS-Veränderungen, Calcium-Gleichgewicht in der Zelle, Melatoninproduktion, Brust- und Prostatakrebsrisiko.

Methode: Übersicht über experimentelle und epidemiologische Studien. Beitrag an der Umweltepidemiologietagung, Separatheft des Health Effects Institute.

Paneth N.
Neurobehavioral effects of power-frequency electromagnetic fields.
Environmental Health Perspectives 1993; 101 (suppl 4): 101-106

Stichwörter

Exposition:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:
Alle, generell

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:
Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität
Land:
Zentralnervensystem
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkung niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf das Zentralnervensystem.

Methode: Übersicht über experimentelle Studien. Beitrag an der Umweltepidemiologietagung, Separatheft des Health Effects Institute. Zielgrößen: Calcium-Gleichgewicht in der Zelle, Funktion der Zirbeldrüse, Tag-Nacht-Rhythmus, Verhalten, kognitive Leistung, psychiatrische Symptome, Depression, Selbstmordhäufigkeit.

Shaw GM, Croen LA.

Human adverse reproductive outcomes and electromagnetic field exposures: review of epidemiologic studies.
Environ Health Perspect 1993; 101 (suppl 4:): 107-119

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale
Entwicklung, Frühgeburt
Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über bisherige Studien und Empfehlungen für die Forschung. Beitrag an der Umweltepidemiologietagung, Separatheft des amerikanischen Health Effects Institute.

Exposition: Strahlenbelastung durch Arbeit am Bildschirm und andere Quellen elektromagnetischer Felder.

Methode: Zielgrössen: Spontanabort, Missbildungen, verzögertes intrauterines Wachstum, Chromosomenaberration.

Kaune WT.

Assessing human exposure to power-frequency electric and magnetic fields.

Environ Health Perspect 1993; 101 (suppl 4): 121-133

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Methode: Abschätzung oder Messung der Exposition. Ersatzparameter wie Berufskategorien. Messungen am Arbeitsplatz und Abschätzung der historischen Belastung aus der Arbeitsanamnese. Einfluss von gleichzeitiger Chemikalienexposition. Quellen wie Hochspannungsleitungen, Netzverteiler. Feldberechnungen. Spotmessungen. Verkabelung, Elektrogeräte im Haushalt. Zeitliche Variabilität. Umweltepidemiologietagung, Separatheft des Health Effects Institute.

Siemiatycki J.

Problems and priorities in epidemiologic research on human health effects related to wiring code and electric and magnetic fields.

Environ Health Perspect 1993; 101 (suppl 4): 135-141

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Methode: Leukämie bei Kindern. Hochspannungsleitungen, Verkabelung, Netzverteiler. Abschätzung der Exposition. Exposition im Beruf, arbeitsmedizinische Studien, epidemiologische Studien. Krebs. Empfehlungen für die Forschung. Uebersicht über die Referate an der Umweltepidemiologietagung HEI, Separatheft des Health Effects Institute. USA.

Lovely RH, Buschbom RL, Slavich AL, Anderson LE, Hansen NH, Wilson BW.
Adult leukemia risk and personal appliance use: a preliminary study.
American Journal of Epidemiology 1994; 140 (6): 510-517

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Vergleich der Verwendung elektrischer Apparate im Haushalt, speziell Rasierapparate, Haarföhn und Massageapparate, bei Patienten mit akuter nichtlymphatischer Leukämie und Kontrollen. Die Fälle benutzten mehr Massageapparate, die Kontrollen mehr Rasierapparate. Fall- Kontrollstudie aus Krebsregister mit 114 Fällen und 133 Kontrollen. USA.

Knave B.

Electric and magnetic fields and health outcomes - an overview.

Scand J Work Environ Health 1988; 14: 46-48

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Land:
Entwicklung, Frühgeburt
Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Übersicht zu den Stichworten: Elektromagnetische Felder, Krebs, Leukämie, Reproduktion, Abort, Missbildungen, neurologische Erkrankungen. Elektrische Decken, Bildschirmarbeit. Internationale Richtlinien, Standards.

Savitz DA, Loomis DP.

Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers.

Am J Epidemiol 1995; 141 (2): 123-134

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Historische Kohortenstudie zur Sterblichkeit an Leukämie und Hirntumoren bei 138'900 Männern, welche zwischen 1950 und 1986 mind. 6 Monate in einem Elektrizitätswerk angestellt waren. Abschätzung der Exposition mit 2800 Messungen des Magnetfeldes während der Arbeitszeit. USA.

Resultat: Kein Zusammenhang zwischen Exposition und Leukämiemortalität. Das Gehirntumorrisiko nahm jedoch zu mit einem Faktor von 1.94 pro Mikrotesla-Jahr für eine Magnetfeldexposition in den vorangegangenen 2 bis 10 Jahren.

Krzyzanowski M, Lebreton E, Younes M.

Methodology for assessment of exposure to environmental factors in application to epidemiological studies.

Sci Tot Environ 1995; 168 (2): 1-194

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Messmethoden zur Erfassung der Exposition. Spezialausgabe mit den Beiträgen des WHO- Workshop in Stockholm 1993. Validität, Kriterien, (Seifert), Einflussfaktoren auf die Exposition (Lebowitz), Abschätzung der früheren Exposition bei verzögerter Wirkung (Stolwijk), chemische Verunreinigungen von Wasser und Lebensmitteln (Peterson), Haut-Kontakt (van Hemmen, Brouwer), Elektromagnetische Felder (Savitz), natürliche ionisierende Strahlen, Radon (Akerblom), Luftverschmutzung (Williams), Fragebogen (Coggon), Umweltmonitoring (Lebreton), Studienplan (Armstrong). Diskussionen. Holland.

Draper G, .
Electromagnetic fields and childhood cancer.
British Journal of Medicine 1993; 307: 884-885

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Übersicht und Kommentar zu drei Studien aus Dänemark, Finnland und Schweden, zwei Fall-Kontroll- und eine Kohortenstudie.

Preston-Martin S, Navidi W, Thomas D, Lee PJ, Bowman J, Pogoda J.
Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumors.
American Journal of Epidemiology 1996; 143 (2): 105-119

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Fall-Kontrollstudie. Abschätzung der Exposition mit den Distanzen zu Netzverteiler und Hochspannungsleitungen, Spotmessungen und Profilmessungen im Freien sowie bei einer Untergruppe von Kindern 24 Std.Messungen im Kinderzimmer und einem weiteren Wohnraum.

Resultat: Der Vergleich der Ergebnisse bei 298 Kindern mit einem Hirntumor und gleichviel Kontrollkindern ergab kein erhöhtes Risiko. Die geschätzten Feldstärken waren allerdings gering.

Gurney JG, Mueller BA, Davis S, Schwartz SM, Stevens RG, Kopecky KJ.

Childhood brain tumor occurrence in relation to residential power line configurations, electric heating sources, and electric appliance use.

American Journal of Epidemiology 1996; 143 (2): 120-128

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Abschätzung der Exposition von 133 Kindern mit Hirntumoren und 270 Kontrollkindern in Seattle, mit der Distanz zu Hochspannungsleitungen und Verwendung von elektrischen Geräten durch die Mütter zur Zeit der Schwangerschaft oder vor der Diagnosestellung.

Resultat: Für keine der erfassten Quellen wurde ein erhöhtes Risiko gefunden.

Finanzierung: Electric Power Research Institute und the National Cancer Institute, und persönliches Stipendium für Erstautor

Poole C.

Invited commentary: Evolution of epidemiologic evidence on magnetic fields and childhood cancers.

American Journal of Epidemiology 1996; 143 (2): 129-132

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Kommentar zu 1067 und 1068. Diskussion der Bedeutung der Wire Codes von Wertheimer/Leeper und der Möglichkeiten der Erfassung der Exposition mit Messungen. Random digit dialing, Problem der zeitlich verschobenen Selektion der Kontrollen.

Valjus J.

Health risks of electric and magnetic fields caused by high-voltage systems in Finland.

Scand J Work Environ Health 1996; 22: 85-93

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Übersicht über ein Studienprogramm mit Einzelarbeiten zur Messung der Exposition durch Starkstromleitungen, zur Bestimmung der Sicherheitsmargen der Richtlinien für 50/60 Hz Felder, zur Analyse von Chromosomenaberrationen bei Freileitungsarbeitern (Zytogenetische Effekte), Untersuchungen der Wirkungen auf das ZNS, auf Herzschrittmacher und auf Krebserkrankungen bei Kindern.

Bemerkungen: Der Autor arbeitet in der Umweltabteilung eines Elektrizitätswerks.

Neutra RR, del Pizzo V, Editorial.

When 'wire codes' predict cancer better than spot measurements of magnetic fields.

Epidemiology 1996; 7 (3): 217-218

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Wire codes nach Wertheimer/Leeper, Distanz von Hochspannungsleitungen, und Ergebnisse von Punktmessungen der jetzigen Felder werden als Belastungsmass für das Leukämierisiko bei Kindern verglichen. Obwohl alle drei Belastungsindikatoren korrelieren, findet sich für die Spotmessungen kein Effekt, für die anderen beiden Grössen eine OR von 2.7 resp. 2.9. Diskussion der Anforderungen an die Spezifität bzw. den prädiktiven Wert der Belastungsindikatoren und den Einfluss der Missklassifikation am Beispiel der Studie von Feychting im selben Heft.

Buffler PA.
Cellular telephones and health.
Epidemiology 1996; 7 (3): 219

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Schwierigkeit der Erfassung der Exposition durch Mobiltelefone. Unterschied zwischen Handy und Autotelefon liegt in der Nähe der Antenne zum Kopf. Kein grundsätzlicher Unterschied zu Radiofrequenzen zwischen 824 und 850 bzw. 869 und 894 MHz, d.h. oberhalb des UHF-Fernseh- und unterhalb des Mikrowellenspektrums. Voraussetzungen für eine geplante epidemiologische Studie.

Feychting M, Kaune WT, Savitz DA, Ahlbom A.

Estimating exposure in studies of residential magnetic fields and cancer: Importance of short-term variability, time interval between diagnosis and distance to power line.

Epidemiology 1996; 7 (3): 220-224

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Fall-Kontrollstudie. Daten einer schwedischen Erhebung zur Leukämie bei Kindern in Abhängigkeit von der berechneten langjährigen Belastung mit Magnetfeldern wurden verwendet, um die Vergleichbarkeit dieser Berechnung mit der Distanz zu Hochspannungsleitungen und mit örtlichen oder zeitlichen Spotmessungen der Felder zu untersuchen.

Resultat: Die relativen Risiken der gemessenen Felder zur Studienzeit lagen alle um 1. Die Autoren führen dies auf zeitliche Unterschiede zwischen der Studie und der Krebsdiagnose zurück.

Boikat U, von Manikowsky S.

Vorbeugung beim Wohnungsbau gegen elektromagnetische Felder von Hochspannungsleitungen - Grundlagen der Risikobewertung.

Gesundheitswes 1996; 58: 147-153

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Abschätzung des Risikos für Leukämie bei Kindern aufgrund von epidemiologischen Studien.

Resultat: Die Strahlung wird als mögliches Karzinogen mit schwachem Langzeitrisko betrachtet. Für Freileitungen werden minimale Abstände von 30 resp. 80m vom äussern Leiternseil einer 110 resp. 380kV Hochspannungsleitung zu Wohnhäusern empfohlen.

Miller AB, To T, Agnew DA, Wall C, Green LM.

Leukemia following occupational exposure to 60-Hz electric and magnetic fields among Ontario electric utility workers.

American Journal of Epidemiology 1996; 144 (2): 150-160

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: In Kohortenstudie eingebettete Fall-Kontrollstudie zur beruflichen Magnetfeldbelastung und Leukämierisiko bei Angestellten in Kanada.

Methode: 1484 Leukämiepatienten und 2179 Kontrollpersonen aus einer Kohorte von über 30'000 Angestellten der Wasserkraftwerke in Ontario wurden nachuntersucht in Bezug auf ihre früheren Angaben zur Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern.

Resultat: Die OR für Leukämie im Drittel mit der höchsten kumulativen Exposition gegenüber elektrischen Feldern betrug 4.45 (95%-CI: 1.01-19.7). Die kumulative Exposition gegenüber magnetischen Feldern hatte keine eindeutigen Effekte mehr, wenn für die elektrischen Felder korrigiert wurde. Bösartige oder gutartige Hirntumoren sowie Lungenkrebs waren nicht signifikant häufiger bei exponierten Personen.

Finanzierung: Ontario Hydro (via Universität)

Preston-Martin S.
Breast cancer and magnetic fields.
Epidemiology 1996; 7 (5): 457-458

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter
Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Einführung zur Hypothese der Entstehung von Brustkrebs durch magnetische Felder via Verringerung der Melatoninproduktion in der Zirbeldrüse.

Methode: .

Resultat: Tagesverlauf der Melatonin-Produktion, Stimulierung durch Licht. Geringerer nächtlicher Anstieg des Melatoninspiegels bei Frauen mit Brustkrebs. Diskussion der Studie von Coogan et al.: Occupational exposure to 60-Hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women. Epidemiology 1996: 7 (5), 459-464. (Id.Nr. 1077)

Coogan PF, Clapp RW, Newcomb PA, Wenzl TB, Bogdan G, Mittendorf R, Baron JA, Longnecker MP.
Occupational exposure to 60-Hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women.
Epidemiology 1996; 7 (5): 459-464

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Patienten-, Registerdaten	Zielgrösse: Tumoren: Brustkrebs

Exposition:
Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Brustkrebs und beruflicher Exposition gegenüber niederfrequenter EMF-Strahlung.

Kollektiv: Fälle: 6888 Brustkrebspatientinnen aus dem Krebsregister. Kontrollen: 9529 zufällig ausgewählte Frauen (Listen von Spitalpersonal und Autofahrerinnen)

Exposition: Exposition gegenüber niederfrequenter Strahlung wurde aufgrund der Berufskategorie abgeschätzt und in 4 Kategorien eingeteilt.

Methode: Bei 6888 Frauen mit Brustkrebs und 9529 Kontrollen wurde nach dem am längsten ausgeübten Beruf gefragt. Diese Berufe wurden 4 Belastungs-Kategorien bezüglich 60-Hz-Magnetfeldern zugeordnet. Statistik: logistische Regression.

Resultat: Die Odds Ratio für Brustkrebs betrug in der höchsten Belastungskategorie 1.43 (95%-CI: 0.99-1.09), nachdem verschiedene Einflüsse (Menopause-Alter) berücksichtigt worden waren. Die Odds Ratio für prämenopausale Frauen lag bei 1.98 (1.04-3.78).

Finanzierung: Massachusettes Department of Public Health und U.S. Public Health Service

Verkasalo PK, Pukkala E, Kaprio J, Heikkilä KV, Koskenvuo M.

Magnetic fields of high voltage power lines and risk of cancer in Finnish adults: nationwide cohort study.

Br Med J 1996; 313: 1047-1051

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldexposition durch Hochspannungsleitungen und Krebsrisiko.

Methode: Registerstudie an 383'700 Erwachsenen, die zwischen 1970 und 1989 in einer maximalen Distanz von 500 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten (110 bis 400 kV), Magnetfeld mindestens 0.01 MikroT.

Resultat: Die Auswertung der Daten von 8415 Krebpatienten innerhalb der Kohorte ergab für 21 Tumorerkrankungen keine signifikant erhöhten Risiken. Für Männer allein war die Rate an multiplen Myelomen erhöht (Inzidenzrate 1.22), für Frauen allein die Dickdarmkrebs-Rate (1.16). Hirntumoren, Lymphome und Leukämien sowie Brustkrebs traten nicht gehäuft auf.

Brunner U, Liniger HU, Krüger H, Meier K, Martens CP, Menzi R, Wolf R, Stettler A.

Elektrosmog - zur umweltrechtlichen Bedeutung. Tagung der Vereinigung Umweltrecht vom 4. Oktober 1995 in Zürich.

Umweltrecht in der Praxis 1996; 10: 1-161

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Richtlinien in Schweden, England, USA. Physikalische Eigenschaften, Feldstärke, Frequenzen, Induktion, Leistungsflussdichte, Absorptionsrate, Messung, Technische Anwendung, Exposition in Beruf und Freizeit, biologische Wirkungen, Krebs, Übersicht über epidemiologische Studien. Mobiltelefone, Interferenz mit medizinischen Geräten, thermische, athermische Wirkungen. Rechtslage in Deutschland. Haftpflicht, Versicherung. Immissionsgrenzwerte, Empfehlungen der Arbeitsgruppe Krueger. Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, bestehende Spezialgesetze, vorgesehene Regelung in der Schweiz.

Colditz G, DeJong W, Hunter D, Trichopoulos D, Willett W.
Harvard Report on cancer prevention Volume 1: Causes of human cancer.
Cancer Causes Control 1996; 7 (suppl): S5-S58

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Verhütbare Ursachen von Krebs, Prävention, Rauchen, Ernährung, Übergewicht, körperliche Tätigkeit, Bewegung, Beruf, Vererbung, genetische Empfänglichkeit, Infektion, Viren, Fortpflanzung, hormonelle Faktoren, sozioökonomische Faktoren, Schichtarbeit, Umweltverschmutzung, Luftverschmutzung, UV-Licht, Strahlung, Medikamente, elektromagnetische Felder.

Wertheimer N, Leeper E.
Electrical wiring configurations and childhood cancer.
Am J Epidemiol 1979; 109 (3): 273-284

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Die Nähe des Wohnorts zu elektrischen Freileitungen, welche unterschiedlich viele Haushaltungen versorgen, bzw. zu Transformatoren, wurde als Indikator für die Stärke der Belastung codiert und bei Kindern mit Krebs (Leukämie, Lymphomen, Nerventumoren und anderen Krebserkrankungen) und Kontrollkindern in Colorado 1976 bis 1977 verglichen. Es zeigte sich, dass die krebserkrankten Kinder häufiger in der Nähe der Transformatoren wohnten. Diese Beziehung war dosisabhängig und bestand unabhängig von Einflüssen wie der Verkehrsbelastung, dem Sozialstatus oder der Familienstruktur. Fall-Kontrollstudie. USA.

Theriault G, Li CY.

Risks of leukaemia among residents close to high voltage transmission electric lines.

Occup Environ Med 1997; 54: 625-628

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Metaanalyse

Resultat: Uebersicht über Publikationen, welche das Leukämierisiko für die Anwohner von Hochspannungsleitungen untersuchten. Dabei wurden kombinierte Risiken errechnet für eine Wohnungsdistanz von maximal 50m und maximal 25 m und für berechnete Feldbelastungen von 2,3,4 und 10 mGauss. Die kombinierte Berechnung ergab eine OR von 1.3 (95%CI 1-1.7) für eine Belastung von mindestens 2mG. Die OR stiegen mit zunehmender Belastung an, waren aber, wegen der kleinen Zahl stark Exponierten nicht mehr signifikant. Die Risiken waren auch für die Wohndistanzen von weniger als 50 resp. 25 m erhöht. Diese Resultate gelten für Erwachsene und für Kinder in der Nähe von Leitungen mit mehr als 29kV.

Finanzierung: 2 univesitäre Institute

Michaelis J, Schüz J, Meinert R, Zemmann E, Grigat JP, Kaatsch P, Kaletsch U, Miesner A, Brinkmann K, Kalkner W, Kärner H.

Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia.

Epidemiology 1998; 9 (1): 92-94

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie in Berlin und Niedersachsen zur Untersuchung des Leukämierisikos bei Kindern im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern.

Kollektiv: Als Fälle wurden Kinder mit akuter Leukämie aus dem deutschen Kinderkrebsregister ausgewählt, die zum Zeitpunkt der Diagnose jünger als 15 Jahre waren und in Berlin oder Niedersachsen wohnten. Die Kontrollkinder wurden aus den entsprechenden Einwohnerregistern ausgewählt, mussten gleich alt sein, das gleiche Geschlecht haben und im selben Bezirk wohnen wie die erkrankten Kinder.

Methode: An beiden Orten wurden in den Wohnungen, in welchen die Kinder vor der Diagnose am längsten gelebt hatten, die Magnetfelder während 24 Std. im Schlafzimmer und in der Stube gemessen. Kurzzeitmessungen wurden beim Durchschreiten aller Räume der Wohnung durchgeführt sowie beim Hauseingang und in unmittelbarer Umgebung des Hauses. Zusätzliche Informationen über mögliche Risikofaktoren für Leukämie wurden mit einem schriftlichen Fragebogen und einem Telefoninterview mit den Eltern gesammelt.

Statistik: Bedingte logistische Regression zur Abschätzung der Odds-Ratio für eine Exposition von mehr oder weniger als 0.2 Mikrottesla im Schlafzimmer unter Berücksichtigung von Faktoren für Verstärkerung und Sozialstatus. Stratifizierung nach Geschlecht, Alter bei Diagnose und Wohnort in Ost- oder Westdeutschland.

Resultat: Gesamthaft beteiligten sich 176 Kinder mit Leukämie und 414 Kontrollkinder an der Studie. 11.5% der Kinder in Ostberlin waren Magnetfeldern von mehr als 0.2 Mikrottesla exponiert (Medianwert), in Westberlin 4.9% und in Niedersachsen 1.5%. In Niedersachsen ergab sich eine Odds-Ratio (OR) von 3.2 (95%CI 0.7-14.9), in Ostberlin von 1.3 (0.1-12.2), in Westberlin von 0.9 (0.1-9.8) und in Berlin kombiniert von 1.2 (0.2-5.6). Für

alle Kinder gepoolt errechnete sich eine OR von 2.3 (0.8-6.7). Verschiedene Überprüfungen mit anderen Belastungsindikatoren ergaben eher stärkere Beziehungen. Die separate Untersuchung bei Kindern unter 5 Jahren ergab eine OR von 7.1 (1.4-37.2). Wenn der Medianwert der Magnetfeldexposition während der Nacht betrachtet wurde, ergab sich eine OR von 3.8 (1.2-11.9), bei Kindern unter 5 Jahren von 7.4 (1.4-38.4). Die Verwendung der Spotmessungen zeigte hingegen keine Beziehung zwischen Exposition und Leukämierisiko (OR 0.7, 0.3-1.8). Nur 3 von 17 Magnetfeldbelastungen von mehr als 0.2 Mikrottesla waren durch Hochspannungsleitungen in der Nähe des Wohnhauses bedingt. Die übrigen hohen Belastungen kamen durch vergrabene Leitungen und Leitungen im Haushalt mit nicht balancierten Strom zustande, vor allem durch ein spezielles Hausinstallationssystem in einem Ostberliner Haustyp.

Finanzierung: 3 universitäre Institute und Forschungsverbund Elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme

Verkasalo PK, Kaprio J, Varjonen J, Romanov K, Heikkilä K, Koskenvuo M.
Magnetic fields of transmissions lines and depression.
Am J Epidemiol 1997; 146 (12): 1037-1045

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: 12'063 Personen aus der Finnischen Zwillingskohortenstudie beantworteten den Beck Depressions Fragebogen nach selbsteingeschätzten depressiven Symptomen. Die Belastung mit magnetischen Feldern durch die Distanz und berechneten Jahresdurchschnitte der Magnetfelder von 110-400kv Freileitungen wurden aus der finnischen Leitungs-Kohortenstudie für die Wohnorte der letzten 20 Jahre berechnet. Der durchschnittliche Depressionssymptomeindex hatte keinen Zusammenhang mit der Belastung. Allerdings war das Risiko für eine schwere Depression 4.7 (1.7-13.3) fach erhöht bei Personen, welche in nicht mehr als 100m Distanz von einer Leitung wohnten (kleine Zahlen). Kohortenstudie. Finnland.

Omenn GS.

The role of environmental epidemiology in public policy.

Ann Epidemiol 1993; 3: 319-322

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Diskussion

Resultat: Die Aussagekraft von toxikologischen und epidemiologischen Studien allein ist begrenzt.

Epidemiologen sind zu ängstlich in ihren Aussagen, Toxikologen verallgemeinern die Ergebnisse oft, auch wenn sie auf bestimmte Bevölkerungsgruppen beschränkt sind. Örtliche Häufungen von Gesundheitsschäden werden von der Öffentlichkeit häufig überschätzt. Es braucht Richtlinien, wann Studien begonnen werden sollen, und auch wann sie besser unterlassen werden. Beispiel elektromagnetische Felder.

Miller RD, Neuberger JS, Gerald KB.

Brain Cancer and leukemia and exposure to power-frequency (50- to 60-Hz) electric and magnetic fields.

Epidemiol Reviews 1997; 19 (2): 273-293

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Systematische Uebersicht aller epidemiologischen Studien bis Ende 1993, welche die Beziehung zwischen elektrischen und/oder magnetischen Feldern und Leukämie oder ZNS-Krebs bei Erwachsenen oder Kindern, in Bevölkerungsstudien oder in der Arbeitsmedizin untersucht hatten. Die Artikel wurden in Medline gesucht, ergänzt mit Referenzensuche, als Ergebnisse wurden Odds Ratio (oder Sterblichkeit oder Inzidenz Ratio) und Konfidenzintervalle angegeben. In den arbeitsmedizinischen Studien fand sich ein nicht signifikant erhöhtes Risiko für Hirnkrebs und ein signifikant erhöhtes Risiko für chronisch lymphatische Leukämie in entsprechend exponierten Berufen. In den Bevölkerungsstudien fand sich ein grenzwertig signifikant erhöhtes Risiko für Leukämie bei Kindern und ein nicht signifikant erhöhtes Risiko für Leukämie bei Erwachsenen und für kindlichen Hirnkrebs.

Ruppe I, Vogel E.

Lösen schwache elektromagnetische Felder subjektive Symptome aus und haben diese gesundheitliche Folgen?
Ergebnisse eines EU-Berichts.

Umweltmed Forsch Prax 1999; 4 (1): 56-57

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Deutsche Kurzfassung eines EU-Berichts.

Schlussfolgerung: Ein Kausalzusammenhang ist nicht nachgewiesen. Es gibt keine diagnostischen Kriterien. Das Vorkommen solcher Klagen schwankt je nach Land beträchtlich, maximal sind weniger als 1% betroffen. Der Ursprung von "EHS" ist wahrscheinlich auf eine Kombination interner und externer Faktoren zurückzuführen. Es gibt Anzeichen, dass psychosomatische Reaktionen eine Rolle spielen. Medizinische Untersuchungen solcher Probanden finden oft weitere, behandelbare Krankheiten. Die Probleme sind geringer, wenn früher eingegriffen wird. Bei der multifaktoriellen und heterogenen Problematik soll zur Behandlung ein breiter Ansatz gewählt werden.

Loomis D, Lagorio S, Salvan A, Comba P.

Update of evidence on the association of childhood leukemia and 50/60 Hz magnetic field exposure.

Journal of Exposure Analysis and Environmental Health 1999; 9 (2): 99-105

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Übersicht über Studien, welche die Beziehung zwischen elektromagnetischen Feldern von 50 oder 60 Hz und dem Risiko für Leukämie bei Kindern epidemiologisch untersuchten. Dabei wurden aller Studien erfasst, die zwischen 1979 und 1997 in Peer-review-Zeitschriften erschienen waren. Es wird untersucht, welchen Einfluss die 1996/97 neu erschienenen Studien auf das Ergebnis der Metaanalyse des US National Research Council (NRC-Metaanalyse) hatten. Kombinierte relative Risiken werden errechnet für verschiedene Expositionsindikatoren: wire codes, Distanz von Hochspannungsleitungen, beide kombiniert, Berechnungen von anamnestischen Feldexpositionen, Punktmessungen in der Wohnung von magnetischen Feldern. Metaanalyse. USA / Italien.

Resultat: Die neueren Studien vermindern das Risiko bei den Studien, welche "wire codes" als Expositionsmaß benützen. Weiterhin zeigt sich kein erhöhtes Risiko, wenn die Studien Punktmessungen der Magnetfelder in den Wohnungen als Expositionsmaß verwendeten, ebenso zeigte sich kein erhöhtes Risiko mit der Distanz zu Hochspannungsleitungen. Auf Grund der 24-Std.-Messungen hingegen ergaben sich relative Risiken um 1.31 bzw. 1.66, wenn Belastungen von mehr oder weniger als 0.2 Mikrottesla verglichen wurden.

McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, Deadman JE, Fincham S, Robson D, Choi W.

Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada.

American Journal of Epidemiology 1999; 149 (9): 831-842

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Kollektiv: 399 Kinder mit einer Leukämie-Diagnose im Alter von 0 bis 14 Jahren aus 5 Provinzen Kanadas und 399 gleichaltrige Kontrollkinder.

Methode: Fall-Kontrollstudie an Kindern, bei welchen zwischen 1990 und 1994 Leukämie diagnostiziert worden war. Als Mass für die Exposition wurden 48-Std.-Messungen mit einem in einen Rucksack verpackten Messgerät sowie 24-Std.-Messungen im Schlafzimmer des Kindes durchgeführt. Daneben wurden auch Magnetfeldmessungen und eine Bestimmung des Verkabelungscodes (wire code) durchgeführt. Die individuellen Messergebnisse der Magnetfelder zeigten keinen Zusammenhang mit dem Risiko für Leukämie oder akute lymphatische Leukämie, ebensowenig die berechnete Exposition in den zwei Jahren vor der Diagnose oder die individuellen elektrischen Felder. Eine nicht signifikant erhöhte Odds ergab sich für sehr hohe Werte bei den wire codes (OR 1.72, 95%CI 0.54-5.45).

UK Childhood Cancer Study Investigators.

Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer.

Lancet 1999; 354 (9194): 1925-1931

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche Patienten-, Registerdaten	Tumoren: Leukämien, Lymphome Zentralnervensystem

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsgestützte Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob eine durchschnittliche Belastung mit mehr als 0.2 Mikrottesla im Jahr vor der Diagnose das Risiko für Leukämie oder Tumoren des ZNS bei Kindern erhöht, und ob das Risiko für diese Tumoren kontinuierlich mit der Belastung im Jahr vor der Diagnose ansteigt.

Kollektiv: 2226 Kinder mit Tumoren, 1073 mit Leukämie, 387 mit Tumoren des Zentralnervensystems und 766 mit anderen bösartigen Tumoren und gleich viele Kontrollkinder aus England, Wales und Schottland, erfasst aus den Registern der Familiengesundheitszentren. Als Fälle wurden Kinder von 0 bis 14 Jahren einbezogen, welche bei einem Familien-Gesundheitsdienst registriert waren und bei denen zwischen 1991 und 1995 ein bösartiger Tumor, speziell eine Leukämie oder ein ZNS-Tumor, diagnostiziert worden war. Für jeden Fall wurde ein Kontrollkind aus demselben Gesundheitsdienst, gleichen Alters und Geschlechts ausgewählt. Alle mussten mindestens 12 Monate am selben Ort gewohnt haben.

Exposition: In den Wohnungen wurden die Nähe und Art der Freileitungen bestimmt, nach Elektrogeräten im Haushalt gefragt, zu Hause und in der Schule oder im Kindergarten Magnetfeldmessungen durchgeführt (in der Breitbandfrequenz von 40-800 Hz, 2x3 Punktmessungen im Kinderbett, 90 min. Messungen im Wohnraum) und von den Elektrizitätswerken die frühere Belastung der Leitungen in Wohnungsnähe erfragt. Danach wurden weitere Feldmessungen bei allen Kindern durchgeführt, von denen angenommen wurde, sie gehörten zu den obersten 10% der Exponierten (mindestens 0.1 Mikrottesla Exposition, in der Nähe von speziellen Geräten etc.). Die Exposition wurde für das Jahr vor der Diagnose geschätzt und in 4 Kategorien eingeteilt: bis 0.1, 0.1-0.199, 0.2-0.399 und 0.4 Mikrottesla und mehr.

Methode: Es wurde eine bedingte logistische Regressionsanalyse durchgeführt, in welche auch der

durchschnittliche Sozialstatus des Wohnbezirks einbezogen wurde. Fall-Kontrollstudie, Teil der UKCCS Studie, Grossbritannien.

Resultat: 2067 Fälle und 2054 Kontrollen waren mit weniger als 0.1 Mikrottesla belastet, 120 Fälle und 128 Kontrollkinder mit 0.1 bis 0.2 μT , 39 Fälle und 44 Kontrollkinder mit mindestens 0.2, sowie 8 Fälle und 9 Kontrollkinder mit mindestens 0.4 Mikrottesla belastet. Nur 8 von 83 Kinder, bei welchen die Magnetfeldexposition durch Leitungen ausser Haus einen wesentlichen Beitrag zu ihrer Gesamtbelastung ergab, hatten eine Exposition von insgesamt mehr als 0.2 Mikrottesla. Bei den weitaus meisten Kindern war die Belastung durch Quellen im Haus entscheidend. Bei drei Kontrollkindern führte die Magnetfeldexposition in der Schule zur Einteilung in die zweithöchste Kategorie. Für Kinder mit einer durchschnittlichen Belastung von mehr als 0.2 Mikrottesla betrug die Odds Ratio für akute lymphoblastische Leukämie 0.92 (95%CI 0.47-1.79), für Leukämie insgesamt 0.9 (0.49-1.63), für ZNS-Tumoren 0.46 (0.11-1.86) und für alle malignen Tumoren kombiniert 0.87 (0.56-1.35) im Vergleich zu Kindern mit einer Belastung von weniger als 0.1 Mikrottesla. Eine Magnetfeldexposition von mehr als 0.4 Mikrottesla wurde nur bei 17 Kindern registriert, die entsprechenden Odds Ratios für akute lymphoblastische Leukämien betrugen 1.51 (0.25-9.18), für Leukämien insgesamt 1.68 (0.4-7.1), für ZNS-Tumoren 0.71 (0.16-3.199) und für alle bösartigen Tumoren 0.89 (0.34-2.32).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keine Evidenz dafür, dass die Magnetfeldexposition durch Stromversorgung mit erhöhten Tumorraten bei Kindern assoziiert ist.

Bemerkungen: Kommentar von Repacholi MH und Ahlbom A: Link between electromagnetic fields and childhood cancer unresolved, Lancet 1999; 354: 1918-1919. Aus Sicht der WHO ist dies nicht die erhoffte Studie mit einer definitiven Antwort. Erstens basiert sie auf der Berechnung zeitgewichteter Felder. Es sollten auch rasche Wechsel der Feldstärken erfasst werden, welche Ströme erzeugen, die Zellen beeinflussen können. Zweitens waren nur wenige Kinder wirklich hoch belastet. Drittens kann diese kleine Zahl stark belasteter Kinder die Ergebnisse früherer Metaanalysen kaum beeinflussen. Ein Studienprojekt mit stärker belasteten Kindern ist in Japan im Gange.

Publikationen zur UK Childhood Cancer Study: Childhood cancer and residential proximity to power lines. Br J Cancer 2000; 83 (11), 1573-80, und Objectives, materials and methods. Br J Cancer 2000; 82 (5), 1073-102.

Finanzierung: UK Coordinating Committee on Cancer Research, UKCCS pediatric oncologists, NRPB, diverse Forschungsfonds, Behörden und Firmen

Forssen UM, Feychting M, Rutqvist LE, Floderus B, Ahlbom A.

Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females.

Epidemiology 2000; 11 (1): 24-29

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: In eine Kohortenstudie eingebettete Fall-Kontrollstudie an Frauen mit Brustkrebs zur Untersuchung der Beziehung zwischen der Exposition mit elektromagnetischen Feldern am Wohn-/Arbeitsort und dem Risiko für Brustkrebs.

Kollektiv: Basisbevölkerung waren alle Personen im Alter von mehr als 16 Jahren, die zwischen 1960 und 1985 mindestens während einem Jahr innerhalb von 300 m Distanz zu einer Freileitung (220 oder 400 kV) in Schweden gelebt hatten. Davon waren 215'820 Frauen.

Methode: Die Frauen wurden von 1960 oder von ihrem 16. Geburtstag oder von dem Zeitpunkt an, an dem sie in eine exponierte Wohnung zogen, in die Studie eingeschlossen, und bis 1985 oder dem Zeitpunkt beobachtet, an dem Brustkrebs diagnostiziert wurde. Alle Brustkrebsdiagnosen stammten aus der Verknüpfung der Kohortendaten mit dem nationalen Krebsregister. Für jede Patientin wurde eine Kontrollperson aus der Studienpopulation derselben Altersklasse und derselben Wohngemeinde in der Nähe derselben Freileitung ausgewählt. In der Annahme, dass die Exposition eine tumorfördernde Wirkung habe, wurde die Exposition im Jahr vor der Diagnose ermittelt. Die Exposition (Magnetfeldbelastung durch Freileitungen, ohne Innenraumbelastung) am Wohnort wurde nur für Frauen aus Einfamilienhäusern ermittelt. Die Angaben zum Beruf stammten aus den Volkszählungen. Jedem Beruf wurde eine Exposition zugeordnet (job exposure matrix aus Messstudie mit Männerberufen), welche dem Magnetfeld in Mikrottesla als Durchschnittswert der Messungen an mind. 4 Arbeitstagen entsprach. In der Regressionsanalyse wurden folgende Einflussfaktoren berücksichtigt: Sozialstatus, Abgas-, Benzol-, Öl-, Lösungsmittelexposition, Schweißrauch, Östrogenrezeptorstatus des Tumorgewebes (in einer Untergruppe).

Resultat: Im Studienzeitraum wurde bei 1767 Frauen Brustkrebs diagnostiziert. Für 744 von ihnen waren Angaben zur Exposition im Beruf erhältlich, für 711 Angaben zur Exposition am Wohnort und für 197 komplette Expositionsangaben. Für 200 Kontrollfrauen lagen komplette Expositionsdaten vor. Der Östrogenrezeptorstatus war für 420 Frauen mit Brustkrebs bekannt, bei 304 von ihnen war er positiv. Eine berufliche Exposition von mehr als 0.25 Mikrottesla vor der Diagnose war mit einem relativen Risiko von 1.0 (95%CI 0.6-1.7) verbunden. Frauen, die zum Zeitpunkt der Diagnose unter 50 Jahre alt waren, hatten ein relatives Risiko von 1.5 (0.6-3.5). Frauen unter 50, deren Tumor östrogenrezeptorpositiv war, hatten ein relatives Risiko von 3.2 (0.5-18.9). Die Ergebnisse für die Kombination von häuslicher und beruflicher Belastung liegen in der selben Grössenordnung. Die Studie bestätigt zwar die früheren Ergebnisse derselben Autorengruppe hinsichtlich Tendenz zu erhöhten Risiken bei jüngeren Frauen, lässt aber wegen der kleinen Fallzahlen keine Schlussfolgerungen zu.

Morgan RW, Kelsh MA, Zhao K, Exuzides KA, Heringer S, Negrete W.

Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems.

Epidemiology 2000; 11 (2): 118-127

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Arbeitsmedizinische Kohortenstudie zur Untersuchung der Sterblichkeit an bösartigen Erkrankungen des lymphatischen, hämatopoetischen Systems oder an Tumoren des Zentralnervensystems (ZNS) bei Angestellten der Motorola AG, einem Hersteller drahtloser Telekommunikationsgeräte.

Kollektiv: Alle Angestellten von Motorola in den USA, die mindestens 6 Monate beschäftigt worden waren, davon mindestens einen Tag zwischen Januar 1976 und Dezember 1996 (195'775 Angestellte, bzw. 2.7 Mio Personen-Jahre).

Exposition: Für alle Tätigkeiten und Berufe wurde eine Expositionsklassifizierung mit 4 Kategorien erstellt (nur Hintergrundbelastung - gering - mässig - stark belastet), sowohl für die am längsten ausgeübte Tätigkeit als auch für diejenigen mit der höchsten EMF-Belastung. Die persönliche Benutzung eines Mobiltelefons konnte nicht einbezogen werden, hing aber nicht mit der Berufseinteilung zusammen. Messungen konnten nicht verwendet werden. Eine Expositions-Validierungsstudie ergab für die vier Kategorien die Schätzwerte 0, 1, 6 und 100 W.

Methode: Die Firma Motorola dokumentierte von jedem Angestellten die Berufsbezeichnung als Code und eine Beschreibung seiner Tätigkeit, ausserdem den Arbeitsort, Anfang und Ende der Anstellung sowie Geburtsdatum, Geschlecht und Herkunft/ethnische Zugehörigkeit. Die Kohortendaten wurden mit dem nationalen Sterberegister und dem "SSA Master Mortality File" verglichen. Für bereits verstorbene Angestellte wurden die Sterbekarten von den offiziellen Registern und von Versicherungen erbeten. Die Todesursachen wurden von Klinikern gemäss ICD9 codiert. Die Sterblichkeitsraten der Motorola-Kohorte und der Untergruppe der Exponierten wurde einerseits mit den Einwohnern von Arizona, Florida, Illinois und Texas verglichen, andererseits mit derjenigen der nicht oder wenig Exponierten.

Resultat: Zum Zeitpunkt der Datenauswertung waren 6296 Angestellte gestorben, 72 775 noch aktiv und 116 704 pensioniert bzw. nicht mehr berufstätig. In der ganzen Kohorte war ein deutlicher Effekt des generell gesunden Arbeiterkollektivs (healthy worker effect) sichtbar, mit einer standardisierten Sterblichkeitsratio (SMR) von 0.66 für alle Todesursachen und 0.78 hinsichtlich Krebssterblichkeit. Die SMR für exponierte Angestellte betrug im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung der vier Staaten insgesamt 0.53 (95%CI: 0.21-1.09) und 0.54 (95%CI: 0.33-0.83) für ZNS-Tumoren und Lymphome/Leukämien. Der interne Vergleich zwischen nicht/kaum und mässig/stark exponierten Angestellten ergab für stark Exponierte eine SMR von etwa 1 hinsichtlich ZNS-Tumoren und < 1 hinsichtlich Lymphomen/Leukämien. Bei längerer Dauer oder längere Latenzzeit stieg das Risiko nicht an.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die Erfassung der Exposition nur qualitativ erfolgte (keine Messungen) und dass die Mitglieder der Kohorte relativ jung waren. Die Studienautoren glauben aber trotzdem, dass die Resultate nicht für eine Beziehung zwischen elektromagnetischer Strahlung und ZNS-Tumoren oder Lymphomen und Leukämien sprechen.

Bemerkungen: Der 'Healthy Worker'-Effekt mit niedrigeren Krankheitsraten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung ist in einem Kollektiv von Angestellten zu erwarten. Aber auch die internen Vergleiche ergaben kein höheres Risiko bei EMF-Exposition. Die grösste Schwäche der Studie liegt sicher in der Expositionsabschätzung. Die Klassifizierung der Berufskategorien wurde mit mehreren Methoden geprüft und als valid bezeichnet. Aufgrund der relativ niedrigen Expositionen im Beruf ist aber zu erwarten, dass Expositionsbeiträge aus dem Nicht-Berufsleben eine wichtige Rolle spielen. Diese sind nicht erfasst, insbesondere fehlen Angaben zum Mobiltelefongebrauch. Eine deutliche Fehlklassifizierung der Exposition könnte ein kleines Tumorrisiko kaschieren. Editorial zu dieser Studie im selben Heft: Owen R. D.: Possible health risks of radiofrequency exposure from mobile telephones. Epidemiology 2000; 11 (2), 99-100, (Id.Nr. 1123).

Finanzierung: Motorola Inc.

Kleinerman RA, Kaune WT, Hatch EE, Wacholder S, Linet MS, Robison LL, Niwa S, Tarone RE.
Are children living near high-voltage power lines at increased risk of acute lymphoblastic leukemia?
American Journal of Epidemiology 2000; 151 (5): 512-515

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob und welcher Indikator für die Magnetfeldstärke von Freileitungen mit akuter lymphoblastischer Leukämie bei Kindern assoziiert ist.

Kollektiv: 428 Kinder unter 15 Jahren, bei denen zwischen 1989 und 1993 eine akute lymphoblastische Leukämie diagnostiziert worden war, und 428 Kontrollkinder gleichen Alters, gleicher ethnischer Herkunft und aus dem gleichen Gebiet. Alles waren Teilnehmer der Kinderkrebsstudie, welche im mittleren Westen und an der Atlantikküste der USA durchgeführt wurde.

Methode: Zwei Studientechniker, die nicht wussten, welches die Fall- und welches die Kontrollkinder waren, registrierten die Distanz zwischen der Wohnung der teilnehmenden Kinder und allen Hochspannungsleitungen, sowie die Art und Konfiguration der Stromverteilung in den übrigen Freileitungen (dicke und dünne primäre Verteiler, sekundäre Verteiler, Endleitungen) im Abstand von 40 m. Mit Gewichtungsfaktoren für die Art der Leitungen und mit den Entfernungen von der Wohnung wurde ein Belastungsindex für jedes Kind gebildet. Daneben wurde jedem Kind auch noch ein sogenannter Wire Code nach Art der Studie Wertheimer/Leeper zugeordnet. Ferner wurden Magnetfeldmessungen durchgeführt. Das Risiko für eine akute lymphoblastische Leukämie wurde mit einer bedingten logistischen Regressionsanalyse berechnet, welche Geschlecht, Schulbildung der Mutter und jährliches Familieneinkommen (als Indikator für den Sozialstatus) berücksichtigte. Fall-Kontrollstudie. USA.

Resultat: 601 Kinder lebten mehr als 40 m von der nächsten Hochspannungsleitung oder primären Verteilungsleitung entfernt, 181 Kinder hatten eine solche Leitung innert 40 m, 29 zwei solcher Leitungen und 5

Kinder sogar drei und mehr solcher Leitungen im Abstand von weniger als 40 m. Das durchschnittliche Magnetfeld in den Wohnungen nahm mit abnehmender Distanz von den Leitungen zu; es betrug 0.09 μT in Wohnungen in mehr als 40 m Entfernung und 0.21 μT in Wohnungen, die in Null bis 14 m Entfernung von der nächsten Leitung lagen.

Das Risiko für eine akute lymphoblastische Leukämie sank mit abnehmender Distanz von der nächsten Hochspannungsleitung oder der nächsten primären Verteilungsleitung. Alle relativen Risiken für Kinder, welche innert 40 m Abstand von einer Hochspannungsleitung lebten, waren kleiner als 1.

McCann J, Kavet R, Rafferty CN.

Assessing the potential carcinogenic activity of magnetic fields using animal models.

Environmental Health Perspectives 2000; 108 (suppl 1): 79-100

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über 29 neuere Studien mit Tiermodellen zur Erforschung der Karzinogenese durch Magnetfelder.

Methode: Ergänzung der Publikation der Autoren von 1997 durch Übersicht über 29 neue Berichte über Studien von Auswirkungen von Magnetfeldern bei Tieren mit 6 verschiedenen Karzinogenesemodellen: Zweijahresstudien, Lebenszeitstudien und Studien, welche die Wirkung auf mehrere Generationen von Ratten oder Mäusen untersuchten, sowie Studien, welche die Tumor fördernde Wirkung untersuchten (Mammakarzinom bei Ratten, Leberkrebs bei Ratten, Hautkrebs bei Mäusen, verschiedene Studien mit menschlicher Leukämie oder Lymphomen bei Ratten und Mäusen und Hirnkrebs bei Ratten). Die einzelnen Studien werden nach Qualitätskriterien überprüft und mehrfache Experimente nach ihrer Reproduzierbarkeit beurteilt. Das karzinogene Potential der Magnetfelder wird aufgrund der vorhandenen Tierversuche diskutiert.

Resultat: Etwa 80% der vorhandenen Studien erfüllen gewisse Qualitätskriterien. Es gibt keine positiven Resultate, welche reproduziert werden konnten. Dagegen konnten die negativen Ergebnisse bei den Langzeitstudien an Ratten und Mäusen und bei der Tumorförderung in Studien, welche das SENCAR Maushaut Modell verwendeten, bestätigt werden. Die Replikation der Studien, die das Rattenbrustkrebsmodell verwendeten, ergab widersprüchliche Resultate. Die Autoren schliessen daraus, das es unwahrscheinlich ist, dass Langzeitbelastungen mit 50 oder 60 Hz Magnetfeldern von 0.002 bis 5 mTesla zur Krebsentstehung bei Ratten oder Mäusen führt. Obwohl die meisten Tumorstudien negativ ausfielen, kann ein schwacher tumorfördernder Effekt von Magnetfeldern unter gewissen Bedingungen noch nicht ausgeschlossen werden.

Finanzierung: Electric Power Research Institute, Palo Alto, California

Robinson CF, Petersen M, Palu S.

Mortality patterns among electrical workers employed in the U.S. construction industry, 1982-1987.

American Journal of Industrial Medicine 1999; 36: 630-637

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Registerstudie zur Untersuchung der Todesursachen bei Personen, welche elektromagnetischen Feldern und gleichzeitig toxischen Stoffen ausgesetzt waren, zum Vergleich mit Personen, welche nur der einen oder anderen Auswirkung ausgesetzt waren und mit der Allgemeinbevölkerung.

Kollektiv: 31'068 Mitglieder der internationalen Gewerkschaft der Elektriker auf dem Bau mit mindestens 6 Monaten Aktivmitgliedschaft, welche zwischen 1982 und 1987 in den USA gestorben waren.

Methode: Elektromagnetische Felder. Asbest, PCB. Mortalität. Krebs. Leukämie, Hirntumoren, Lungenkrebs, Melanom.

Die Todesursachen der in der Studienzeit verstorbenen Gewerkschaftsmitglieder wurden anhand der Sterbekarten codiert. Der Anteil der einzelnen Todesursachen im Kollektiv der Elektriker auf dem Bau wurde mit denjenigen aller Werk tätigen in den USA verglichen (proportional mortality ratio PMR, Analyse mit dem NIOSH Überlebenstabellen), nach Schichtung der Todesfälle und Risiko-Personenjahre in Alters- Geschlechts- und Zeitkategorien. Registerstudie. Industrie. Arbeitsmedizin. USA.

Resultat: Mehr als 80% aller Gestorbenen hatte mindestens 30 Jahre als Elektriker gearbeitet.

Der Anteil Sterbefälle wegen Leukämie, basierend auf 312 Todesfällen, war mit einer PMR von 115 (95%CI 102 -128) signifikant erhöht, ebenso derjenige an Todesfällen wegen Hirntumoren (PMR 136, 112-163). Dies entspricht den Ergebnissen von Studien an Elektrikern aus Produktionsbetrieben oder in Elektrizitätswerken. Der hohe Anteil von Sterbefällen an Melanom (PMR 123, 102-147) entsprach Ergebnissen bei anderen PCB exponierten Arbeitern. Daneben fanden sich auch hohe Sterberaten an Asbestkrankheiten wie Lungenkrebs (PMR 117), Asbestose (PMR 247) und malignes Mesotheliom (PMR 356), sowie an Unfällen, speziell Elektrounfällen

(PMR 1180). Unerwarteterweise waren auch die Raten von Prostatakrebs, Muskel- und Skelettkrankheiten, Selbstmord und Krankheiten der blutbildenden Organe höher.

Finanzierung: NIOSH

Villeneuve PJ, Agnew DA, Miller AB, Corey PN.

Non-Hodgkin's lymphoma among electric utility workers in Ontario: the evaluation of alternate indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields.

Occup Environ Med 2000; 57 (4): 249-257

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie an Elektrikern in Ontario zur Untersuchung der Beziehung zwischen Lymphomen und der Exposition zu elektrischen und magnetischen Feldern, welche mit verschiedenen Methoden eingeschätzt wurde.

Kollektiv: 51 Männer mit Non-Hodgkin Lymphom, welches zwischen 1970 und 1988 diagnostiziert worden war, und 203 gleichaltrige Kontrollen, alles Personen, welche während mindestens einem Jahr bei der Ontario Hydro Elektrizitätsgesellschaft angestellt waren, identifiziert aus einer Kohorte des Elektrizitätswerkes von 31'543 Angestellten, deren Daten mit dem Krebsregister verknüpft wurden.

Methode: Mit tragbaren persönlichen Messgeräten (Positron) wurden minütlich über eine Arbeitswoche bei normalen Arbeitsbedingungen die elektrischen und die magnetischen Felder im Bereich von 60 Hz bei 745 Angestellten gemessen. Jedes Ergebnis wurde einem von 16 Expositionsintervallen (0-0.61, 0.61-1.22, 1.22-2.44, ..., 5000-10'000 und mehr als 10'000 V/m) für elektrische und (0-0.012, 0.012-0.024, 0.024-0.048, ... 100-200 und mehr als 200 μ T) für magnetische Felder zugeordnet. Damit wurden Berufsbelastungskategorien für 11 Berufsbezeichnungen und 15 Arbeitsorten konstruiert. Die Belastung jedes Angestellten wurde aus der Anzahl der Jahre in den verschiedenen Kategorien aufsummiert und durch die Zahl der Arbeitsjahre geteilt, um eine vergleichbare Belastung zu erhalten. Berechnung der Odds Ratio für die kumulierte Belastung - basierend auf dem arithmetischen oder dem geometrischen Mittel - für Non-Hodgkin-Lymphom mit bedingten logistischen Regressionsmodellen. Ferner wurden auch Expositionsschwellen studiert und die Stundenzahl mit höheren Werten als Mass für die Belastung untersucht. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Sozialstatus, Belastung mit Benzol und 2,4,5-T.

Resultat: Es gab keine Beziehungen zwischen den Belastungsindikatoren für Magnetfeldexposition und dem Risiko für ein Non-Hodgkin-Lymphom.

Personen in der obersten Tertile für eine Belastung durch elektrische Felder von 10 und 40 V/m hatten eine OR von 3.05 (95%CI 1.07-8.8) respektive 3.57 (1.3-9.8) im Vergleich mit Personen in der niedrigsten Belastungskategorie. Auch der Anteil Stunden an der Arbeitszeit, welche bei so hoher Belastung verbracht wurde, war ein signifikanter Einflussfaktor, ob jemand zu den Fällen gehörte, auch wenn bereits die Dauer der Beschäftigung und der durchschnittliche Belastungswert einberechnet worden war.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten die Belastung mit elektrischen Feldern von mehr als 10 und 40 V/m für einen bedeutenden Risikofaktor für Non-Hodgkin Lymphom und empfehlen, in zukünftigen Studien die Stärke der elektrischen Felder und ähnliche Schwellen zu untersuchen.

van Wijngaarden E, Savitz DA, Kleckner RC, Cai J, Loomis D.

Exposure to electromagnetic fields and suicide among electric utility workers: a nested case-control study.

Occup Environ Med 2000; 57 (4): 258-263

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie an Elektrizitätswerk-Angestellten der USA zur Untersuchung, ob Magnetfeldexposition mit häufigeren Selbstmorden verbunden ist. Hypothese: Magnetfeldexposition setzt Melatoninproduktion herab, dies geht mit häufigeren Depressionen und einer grösseren Selbstmordgefahr einher.

Kollektiv: 536 Todesfälle wegen Selbstmord und 5348 Kontrollpersonen, ausgewählt aus einer Kohorte von 138'905 Angestellten in 5 Elektrizitätswerken der USA, die zwischen 1950 und 1986 mindestens ein halbes Jahr dort gearbeitet haben.

Methode: Aus 1060 Berufsbezeichnungen wurden 28 Berufskategorien gebildet. 2842 Arbeiter trugen persönliche Messgeräte zur Erfassung der Belastung mit Magnetfeldern (AMEX), welche die Durchschnittsbelastung über eine Arbeitsschicht erfassten. Damit wurden die durchschnittlichen Belastungen für jede Berufskategorie errechnet und diese wiederum zu 5 Gruppen mit Werten von durchschnittlich 0.12, 0.21, 0.39, 0.62 und 1.27 μ T verschmolzen. Für jeden Angestellten wurde nun die Belastung anhand der Arbeitszeit in seiner Kategorie für jedes Jahr berechnet und aufsummiert, multipliziert mit der Zahl der Stunden am Arbeitsort, um die werktägliche Belastung (als Mikrottesla-Tage) sowie die jährliche Belastung zu berechnen. Das Risiko für Selbstmord wurde mit bedingter logistischer Regressionsanalyse untersucht hinsichtlich Magnetfeldexposition im Jahr vor dem Tod, in den 1-5, 5-10, 10-20 und mehr Jahren vor dem Tod und für die Beziehung zur Exposition in dem am längsten ausgeübten Beruf. Einflussfaktoren: Alter, Sozialstatus, Lösungsmittelexposition, verminderte Lichtexposition, Wohnort im Westen der USA.

Resultat: Die Sterblichkeit wegen Selbstmord war erhöht in den Berufskategorien mit stärkerer Belastung und ging parallel zur Magnetfeldbelastung. Die Angestellten hatten ein erhöhtes Risiko für Selbstmord (OR 2.18,

95%CI 1.25-3.8), wenn sie im letzten Lebensjahr als Elektriker gearbeitet hatten. Das relative Selbstmordrisiko betrug 1.84 (1.15-2.94), wenn sie zwischen 1 und 5 Jahren vor dem Tod, und 1.59, wenn sie immer als Elektriker gearbeitet hatten. Das Selbstmordrisiko war ebenfalls erhöht bei Personen, welche in den vergangenen 1 bis 5 Jahren (1.34, 1.01-2.05) oder immer (1.59, 1.18-2.14) als Leitungsmonteur gearbeitet hatten. Bei Kraftwerksangestellten war dagegen Selbstmord eher weniger häufig (nicht signifikant). Die Stärke der Magnetfeldbelastung im Jahr vor dem Selbstmord bzw. vor dem Stichtag war mit dem Selbstmordrisiko assoziiert, mit einer OR von 1.7 (1.00-2.9) in der Kategorie der Belastungen von mindestens 0.12 μ T-Jahren, ebenso die Belastung in den 1 bis 5 Jahren vor dem Stichtag (OR 1.52 (1.01-2.31)). Diese Beziehung war stärker ausgeprägt bei Männern, die unter 50 Jahre alt waren.

Schlussfolgerung: Die Autoren werten das Ergebnis als Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition mit elektromagnetischen Feldern und Selbstmordrate. Sie halten die Assoziation zwischen Melatonin und Depression für einen möglichen Wirkungspfad und empfehlen Laborstudien parallel zu weiteren epidemiologischen Untersuchungen.

Jaffa KC, Kim H, Aldrich TE.

The relative merits of contemporary measurements and historical calculated fields in the Swedish childhood cancer study.

Epidemiology 2000; 11: 353-356

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Methode: Messung der Exposition. Kommentar zur Abschätzung der Exposition in der schwedischen Studie über Krebs bei Kindern in der Nähe von Freileitungen (Nr. 1046). Die Autoren legen dar, dass aktuelle Punktmessungen besser über die Langzeitbelastung Auskunft geben als die Berechnung der historischen Belastung aufgrund der Felder der Leitungen in Wohnungsnähe. Die Autoren zeigen, dass sich dadurch andere (kleinere) Risiken ergeben. Replik von Feychting und Albohm auf S. 357-358 und Duplik der Autoren auf S. 359-360.

Bemerkungen: Hauptautor gehört der PacificCorp an.

Lee GM, Neutra RR, Hristova L, Yost M, Hiatt RA.

The use of electric bed heaters and the risk of clinically recognized spontaneous abortion.

Epidemiology 2000; 11: 406-415

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Exposition:

Elektrische Geräte
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prospektive Kohortenstudie zur Untersuchung der Beziehung zwischen Spontanaborten und Umwelteinflüssen in den ersten drei Schwangerschaftsmonaten, speziell die Verwendung von elektrischen Wärmendecken und Wasserbetten.

Kollektiv: 5144 Frauen, welche 1990/91 in den ersten 13 Schwangerschaftswochen zu einer Erstkontrolle in ein Kaiser Permanente Ambulatorium in Kalifornien kamen. USA.

Methode: Mit den Frauen wurde zwischen der 4. und 13. Woche ein telefonisches Interview geführt (87% innerhalb der ersten 10 Wochen), worin sie nach der Anamnese und Umwelteinflüssen gefragt wurden (Beginn der letzten Periode, Schwangerschaftsmonat, frühere Aborte, Rauchen, Alkohol- und Kaffeekonsum, Übelkeit, Trinkwasserkonsum aus der Leitung oder aus Flaschen, Schlafraum während des Schlafes geheizt, elektrische Heizdecken, Wasserbett, geheizte Betteinlagen, Verwendung dieser Wärmelieferanten nur zum Vorwärmen oder während des Schlafes, wie häufig und wann vor und in der Schwangerschaft etc.). Zur Abschätzung der dabei entstehenden Magnetfelder wurde an 5 Decken während 4 Nächten an drei verschiedenen Stellen die Magnetfeldstärken gemessen, wenn die Decken keine, 0-1 Std., 2-5 Std. oder 6-8 Std. eingeschaltet waren. Nach Stratifizierung zur Untersuchung von Störeinflüssen und Effektmodifikation wurde eine multiple logistische Regressionsanalyse durchgeführt, worin Spontanabort als abhängige Variable, elektrische Betttheizung als unabhängige Variable (mit jedem Wärmegerät als Indikatorvariable) und in Subgruppenanalysen die Verwendung von Heizdecken mit geringer Intensität während mehreren Stunden pro Nacht oder hoher Intensität während maximal einer Stunde untersucht wurde. Kohortenstudie. USA.

Resultat: Frauen mit einem elektrischen Heizgerät waren häufiger weiss und von guter Gesundheit, hatten ein

höheres Einkommen, konsumierten häufiger Alkohol, Kaffee und Zigaretten, und hatten das Schlafzimmer nachts geheizt.

8.4% (n= 127) der Frauen, welche ein elektrisches Heizgerät verwendeten, und 10.2% (n= 371) derjenigen, welche kein solches Gerät brauchten, erlitten einen Spontanabort. Für Frauen, welche eine Heizdecke brauchten, ergab sich eine korrigierte Odds Ratio von 0.8 (95%CI 0.5-1.1), für Frauen mit einem Wasserbett eine OR von 0.9 (0.7-1.2). Dieses Risiko nahm mit zunehmender Intensität der Verwendung nicht zu. Frauen, welche die Heizdecke mit niedriger Intensität fast die ganze Nacht eingeschaltet hatten, hatten sogar ein deutlich niedrigeres Risiko für Spontanaborte (OR 0.5, 0.3-1.0).

Von den zwanzig Frauen, welche die Heizdecken nur während weniger als 1 Std. aber mit hoher Intensität benutzten, hatten 5 einen Spontanabort (korrigierte Odds Ratio 3.0, 1.1-8.3), aber bei den 13 Frauen welche die Decke mit hoher Intensität während 2 oder mehr Stunden benutzten, gab es keine Spontanaborte.

Anhand der Messstudie wurde die zeitgewichtete Magnetfeldbelastung beim Schlafen errechnet. Sie ergab 0.6 MilliGray für Frauen ohne Heizgerät, 0.7-1.1 mG für gering belastete, 1.7-15.1 mG für mittel belastete und 2.0 -19.8 mG für als hoch belastete eingeschätzte Frauen. Die Odds Ratios für Spontanaborte korrelierten nicht mit den 10 Belastungskategorien, d.h. es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung.

Finanzierung: Universities

Zheng T, Holford TR, Taylor Mayne S, Hansen Owens P, Zhang B, Boyle P, Carter D, Ward B, Zhang Y, Hoar Zahm S.

Exposure to electromagnetic fields from use of electric blankets and other in-home electrical appliances and breast cancer risk.

Am J Epidemiol 2000; 151 (11): 1103-1111

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Brustkrebsrisikos in Zusammenhang mit der Verwendung von Elektrogeräten, speziell elektrischen Heizkissen und Wärmedecken.

Kollektiv: 432 Frauen, 31 bis 85 Jahre alt, die wegen einer neu diagnostizierten Brustkrebserkrankung im Yale-New Haven Spital operiert worden waren und 404 Frauen, die am selben Spital eine Brustoperation mit normaler oder gutartiger Histologie durchführen lassen mussten; ferner 176 Frauen mit neu diagnostiziertem Brustkrebs aus einem Krebsregister in Tolland, Connecticut, und 205 Kontrollfrauen aus der Bevölkerung von Tolland.

Methode: Die Teilnehmerinnen wurden in einem Interview zur Verwendung von elektrischen Heizdecken befragt (Dauer, Intensität und Art der Verwendung). Weitere Fragen betrafen die Verwendung anderer Elektrogeräte im Haushalt, die berufliche Tätigkeit, Ernährungsgewohnheiten sowie die bisherige Krankengeschichte und gehäuft auftretende Erkrankungen in der Familie. Bei 92% der Spitalpatientinnen waren Angaben zum Östrogenrezeptorstatus des Tumorgewebes erhältlich. Statistische Analyse: Logistische Regressionsanalyse zur Untersuchung der Beziehung zwischen Brustkrebs und Verwendung von elektrischen Heizdecken mit Berücksichtigung von Alterskategorie, Body Mass Index, Menarchealter, Stillen, Alter bei der Geburt des ersten Kindes, Fettkonsum, Einkommen vor 10 Jahren, ethnische Herkunft, familiäres Brustkrebsvorkommen.

Resultat: 40% der Patientinnen und 43% der Kontrollfrauen benutzten regelmässig eine elektrische Heizdecke. (OR 0.9, 95%CI: 0.7-1.1). Es gab keinen Unterschied in der Odds Ratio zwischen den verschiedenen Verwendungsarten.

Auch mit zunehmender Dauer der Verwendung stieg das Risiko nicht an. Wenn die Untergruppen der Frauen vor

und nach der Menopause oder diejenigen mit östrogenrezeptorpositiven bzw. -negativen Tumoren separat betrachtet wurden, ergaben sich ebenfalls keine anderen Resultate. Die Untersuchung der Verwendung anderer Elektrogeräte im Haushalt wie Wasserbetten, Staubsauger, Computer, Bügeleisen etc. ergab nur für die Verwendung von Elektrorasierern während 1 bis 35 Monaten eine erhöhte Odds Ratio (OR 1.7, 1.1-2.8). Frauen, die seit mehr als 36 Monaten einen Elektrorasierer verwendeten, wiesen dagegen eine erniedrigte OR von 0.6 auf (95%CI: 0.3-1.0).

Bemerkungen: Die Studienteilnehmerinnen wurden nicht gefragt, ob sie Hormontabletten einnahmen.

Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M.

Diskussion von Richtwerten für den Mobilfunk am Beispiel der Resolution des Bürgerforums "Elektrosmog".

Umweltmed Forsch Prax 2000; 5 (3): 170-172

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Auswirkungen auf die Gesundheit. Thermische, nicht thermische Wirkungen. ICNIRP. Politik. Massnahmen. Diskussion der Resolution des deutschen Bürgerforums Elektrosmog. (Vorsorgewert, Minimierungsprinzip)

Resultat: Im gepulsten Hochfrequenzbereich ist derzeit noch keine endgültige Grenzwertsetzung (weder für Sendeanlagen noch für Mobiltelefone) auf medizinischer Basis möglich. Aufgrund der vorliegenden Befunde ist es aber vorsorgemedizinisch gesehen unumgänglich, sich am Minimierungsprinzip (ALARA-Prinzip) zu orientieren. Der Gesundheitsvorsorgewert des Landes Salzburg (Leistungsflussdichte von 1mW/m^2) in der Wohnung des nächsten Nachbarn einer Sendeanlage) entspricht unserer Ansicht nach der Forderung nach einem vorsichtigen Umgang mit dem Mobilfunk. Dieser Wert hat gleichzeitig den Vorteil, dass er sich auch mit derzeit verfügbarer Technik umsetzen lässt, ohne auf die moderne Kommunikationstechnologie verzichten zu müssen. Eine österreichische Resolution, die am 30.11.1999 dem Petitionsausschuss des Parlamentes übergeben wurde, enthält die Forderung, diesen Wert als Richtwert für ganz Österreich verbindlich einzuführen. Eine weitere Absenkung, wie sie dagegen in der deutschen "Resolution zu Minimierung der allgemeinen Elektrobelastrung" angestrebt wird, ist nach unserer Auffassung aus heutiger medizinischer Sicht nicht begründbar. Ein solches Vorgehen wäre auch in Anbetracht der daraus resultierenden Verhärtung der Positionen kontraproduktiv. Mindestens so bedeutsam wie die Festlegung eines dem Vorsorgegedanken Rechnung tragenden Grenzwertes ist aber die rechtliche Einbindung der Anrainer bei der Errichtung von Sendeanlagen, die in beiden Resolutionen gefordert wird.

Auvinen A, Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robinson LL, Kaume WT, Misakian M, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE.

Extremely low-frequency magnetic fields and childhood acute lymphoblastic leukemia: An exploratory analysis of alternative exposure metrics.

American Journal of Epidemiology 2000; 152 (1): 20-31

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob und welche Indikatoren für die magnetischen Feldstärken im Haus mit akuter lymphoblastischer Leukämie bei Kindern assoziiert sind.

Kollektiv: 515 Kinder unter 15 Jahren, bei denen zwischen 1989 und 1993 eine akute lymphoblastische Leukämie diagnostiziert worden war, und 516 Kontrollkinder gleichen Alters, gleicher ethnischer Herkunft und aus der gleichen Region. Alle waren Teilnehmer der Kinderkrebsstudie, welche im mittleren Westen und an der Atlantikküste der USA durchgeführt wurde.

Exposition: Bei allen Kindern wurden im Schlafzimmer während 24 Std. Messungen des Magnetfeldes mit einem Emdex-C-Meter durchgeführt, basierend auf 4 Messungen pro Minute in der 0., 1., 30. und 31. Sekunde. Zusätzlich wurden im Schlafzimmer des Kindes und der Mutter sowie im Wohnzimmer, in der Küche und aussen an der Haustüre alle 30 Sekunden Spotmessungen durchgeführt. Zur Analyse wurden die arithmetischen und geometrischen Mittel der Werte und die 30., 50. und 70. Perzentile der 24-Std.-Werte im Kinderschlafzimmer verwendet (Masse für die zentrale Tendenz). Als Spitzenwerte wurden die 90., 95. und 99. Perzentilwerte und der höchste gemessene Wert innert 24 Std. untersucht. Ferner wurden mit dem Anteil aller Messungen, welche 0.2, 0.3 oder 0.4 μT überschritten, mögliche Schwellenwerte untersucht. Weiter wurde ein Mass für Veränderungen des Magnetfelds innert 30 Sekunden (zeitl. Variabilität) verwendet. Alle diese Expositionsindizes wurden sowohl für den ganzen Tag wie auch nur für die Nacht (22 Uhr bis 6 Uhr) berechnet.

Methode: Statistik: mit logistischer Regressionsanalyse wurde die Odds für akute lymphoblastische Leukämie unter Berücksichtigung der von der Mutter im Interview angegebenen Einflussfaktoren berechnet.

Resultat: Die Masse für die zentrale Tendenz der Werte im Kinderschlafzimmer und die Überschreitungshäufigkeiten waren eng korreliert. Diese beiden waren weniger mit den Spitzenwerten, der zeitlichen Variabilität und den Messungen aussen an der Haustüre korreliert.

Bei den Kinder, deren Summenwerte der Magnetfeldbelastung am höchsten war, war die 30. Perzentilmessungen im Schlafzimmer mit einer OR von 1.39 (95%CI 0.87-2.23) für den 24-Std.-Wert und 1.69 (1.05-2.74) für den Nachtwert assoziiert. Im Gegensatz zu den Indikatoren der zentralen Tendenz zeigten die Indikatoren für Spitzenwerte, Überschreitungshäufigkeiten, Kurzzeitänderungen und die Spotmessungen keine Beziehung zum Leukämierisiko. Das geometrische Mittel der Werte über den ganzen Tag ergab pro μT eine OR von 1.12 (1.02-1.35), über die Nacht 1.17 (1.02-1.36). Generell waren die Risikoschätzer für die Nachtzeit höher als für den ganzen Tag.

Die Autoren schliessen daraus, dass für zukünftige Studien Indikatoren für Medianwerte inklusive zeitgewichtete Mittelwertberechnungen als Expositionsmass verwendet werden sollen.

Bemerkungen: Gemessene bzw. berechnete Werte werden nicht angegeben, nur Korrelationen und Überschreitungshäufigkeiten.

Vgl. Kleinerman RA, et al.: Are Children living near high-voltage power lines at increased risk of acute lymphoblastic leukemia?, American Journal of Epidemiology 2000: 151 (5), 512-515; Id.Nr.1094

Laden F, Neas LM, Tolbert PE, Homes MD, Hankinson SE, Spiegelman D, Speizer FE, Hunter DJ.
Electric blanket use and breast cancer in the nurses' health study.
American Journal of Epidemiology 2000; 152 (1): 41-49

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prospektive und retrospektive Kohortenstudie zur Untersuchung des Brustkrebsrisikos durch elektrische Heizdecken oder Wasserbetten.

Kollektiv: 87'497 Frauen der Nurses' Health Studie mit 301'775 nachverfolgten Personenjahren von 1992-1996. USA.

Methode: Elektromagnetische Felder. Heizdecken. Krebs. Brustkrebs.

1992 wurden die Teilnehmerinnen gefragt, ob sie je eine elektrische Heizdecke oder ein Wasserbett benutzt hätten, wie viele Jahre lang, ob in den Jahren 1989-1991, 1976-1988 oder schon vor 1976, und mit welchem Alter. Aus den zweijährlichen Fragebogen waren Angaben über Menopause, Menarche, Geburten, Kontrazeptiva und Hormontherapien, Brustkrebs in der Familie, gutartige Brusterkrankungen, BMI jetzt und mit 18 Jahren, Wohnregion und Alkoholkonsum vorhanden. Mit einer prospektiven Analyse wurde bei den Frauen ohne Krebs mit einer gepoolten logistischen Regressionsanalyse (proportionate hazard Modell) untersucht, ob das Risiko des Neuauftretens eines Brustkrebs mit der Verwendung von elektrischen Bettheizgeräten, mit deren Verwendung 1988-1991 oder mit der Verwendung vor 1976 assoziiert sei, oder mit der gesamten Anzahl der Jahre solcher Verwendung. Zusätzlich wurde eine retrospektive Analyse bei allen Frauen von 1992 durchgeführt (bei bekannter Krebsfallzahl). Kohortenstudie. Nurses Health Studie. USA.

Resultat: In der Zeit von 1992-1996 traten 954 neue Fälle von Brustkrebs auf, für die retrospektive Analyse standen 2426 Fälle zur Verfügung. 48% der Frauen berichteten 1992 über die regelmässige Verwendung einer elektrischen Heizdecke oder eines Wasserbettes.

In der prospektiven Analyse war das relative Risiko ein Brustkrebs zu entwickeln, wenn je regelmässig eine

Heizdecke verwendet wurde, 1.08 (95%CI 0.95-1.24) nach Berücksichtigung der übrigen bekannten Einflussfaktoren. Die schwache Beziehung zwischen Brustkrebs und der Verwendung von Heizdecken 16 Jahre vor der Diagnose verschwand nach Einbezug weiterer Störgrößen.

In der retrospektiven Analyse bestand kein Risiko für Brustkrebs bei Verwendung elektrischer Bettheizgeräte. (1.05, 0.95-1.16). Dies änderte sich nicht, wenn die Analyse nach dem Menopausestatus unterschied oder nur Frauen mit Östrogenrezeptor positivem Brustkrebs einbezogen wurden.

Obwohl ein geringes Krebsrisiko durch diese Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann, können die Autoren darin aber auch keine Beziehung zwischen Brustkrebs und elektrischen Heizdecken erkennen.

Finanzierung: National Cancer Institute grants, und persönliche Stipendien für die ersten beiden Autoren

Mills KM, Kheifets LI, Nelson LM, Bloch DA, Takemoto-Hambleton R, Kelsey JL.
Reliability of proxy-reported and self-reported household appliance use.
Epidemiology 2000; 11: 581-588

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
	<u>Exposition:</u> Elektrische Geräte Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Kollektiv: 92 gesunde Paare aus Palo Alto, Menlo Park oder Redwood City, Kalifornien, USA. Davon wurden 85 ein zweites Mal interviewt.

Methode: Mit beiden Partnern wurde ein separates, ausführliches Interview geführt, worin gefragt wurde, ob und wie oft sie sich in der Nähe (1m) von 37 Elektrogeräten im Haushalt aufhielten, wenn diese benutzt wurden, wie viele Minuten pro Woche insgesamt. Aus dieser Information wurde die Zahl der Stunden pro Jahr als Expositionsmass berechnet. Für 9 Haushaltgeräte (el. Büchsenöffner, Kaffeemaschine, Kaffeemühle, Heizdecke, Elektroofen, Föhn, Mikrowelle, Rasierapparat, el. Spiegel) wurde auch gefragt, wie oft sie vor 10 Jahren benutzt worden waren. Die meisten Paare konnten 2 Monate später nochmals interviewt werden. Die Zuverlässigkeit der Antworten beider Partner für den jeweils anderen wurden verglichen (Cohen's Kappa) und untersucht, ob durch die in Vertretung abgegebenen Antworten systematische Abweichungen (zu häufige oder zu geringe Expositionen) auftreten. Die Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit der Antworten wurde durch die 2. Befragung untersucht.

Resultat: Die Zuverlässigkeit der Angaben der Paare war gut, wenn nach der Exposition des Partners im vergangenen Jahr gefragt wurde (Kappa 0.63-0.85, median 0.76), sie war schlechter, wenn detaillierter gefragt wurde, oder je länger die Zeit zurücklag. Die Übereinstimmung der Angaben der Teilnehmer mit den Antworten 2 Monaten vorher war ausgezeichnet (0.75-0.94, median 0.87) für die Exposition im letzten Jahr, für detailliertere Fragen ebenfalls etwas weniger gut. Es gab wenig systematisch zu hohe oder zu geringe Angaben.

Schlussfolgerung: Die Autorin schliesst aus den Ergebnissen, dass die Zuverlässigkeit solcher Angaben vor allem für die jüngst vergangene Zeit sehr gut und für eine grobe Abschätzung der Exposition vor längerer Zeit gut ist. Die Angaben über elektromagnetische Exposition durch einen Partner anstelle des Direktbetroffenen genügt

für die Exposition im letzten Jahr, aber nicht für detaillierte Angaben zu Expositionen vor 10 Jahren.

Johansen C.

Exposure to electromagnetic fields and risk of central nervous system disease in utility workers.

Epidemiology 2000; 11 (5): 539-543

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte	Neurodegenerative Erkrankungen,
	Erwachsene (alle)	z.B. Demenz
<u>Exposition:</u>	Patienten-, Registerdaten	Zentralnervensystem
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Stromleitungen		
<u>Studientyp:</u>		
Epi: Kohortenstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Angestellten aller dänischen Elektrizitätswerke zur Untersuchung, ob Nervenkrankheiten bei Berufen mit elektromagnetischer Exposition gehäuft auftreten.

Kollektiv: 30'631 Personen, die während mehr als 3 Monaten in einem von 99 dänischen Elektrizitätswerken gearbeitet hatten.

Methode: Kohortenstudie. Aus den Personalbüchern aller Elektrizitätswerke (EW), den Pensionskassen und den Lohnzahlungslisten der öffentlichen Angestellten aller dänischen Bezirke wurden die Angaben über die Kohortenmitglieder erfasst. Sie enthielten den Arbeitsbeginn, die Aufgaben im Werk, spätere Arbeitsperioden, Alter und Identifizierungsnummern. Für 475 Kombinationen von Tätigkeiten und 19 Arbeitsbereiche wurde die durchschnittliche tägliche Belastung mit 50-Hz-Strahlung fünf Kategorien zugeordnet. Die Daten der Kohorte wurden mit dem landesweiten dänischen Krankheitsregister verknüpft und die zwischen 1978 und 1993 beobachtete Zahl von neurologischen Erkrankungen (wie amyotrophe Lateralsklerose, senile Demenz, Parkinson und Alzheimer) mit derjenigen in der Gesamtbevölkerung verglichen. Zusätzlich wurde mit einem multiplikativen Poisson-Regressionsmodell die Anzahl solcher Erkrankungen zwischen den verschiedenen Belastungskategorien verglichen.

Resultat: Bei den EW-Angestellten traten im Studienzeitraum 514 Fälle von neurologischen Erkrankungen auf. 27% der angestellten Männer und 2% der Frauen waren in der Belastungskategorie von mehr als 1 μ T, 29% der Männer und 14% der Frauen in der Kategorie 0.3-0.99 μ T, 11% der Männer und 61% der Frauen in der Kategorie 0.1-0.29 μ T und insgesamt 18% noch weniger belastet, für 13% konnte keine Belastung zugeordnet werden. Männer hatten im Vergleich zur Gesamtbevölkerung ein erhöhtes Risiko für Motoneuron-Erkrankungen

(amyotrophe Lateralsklerose und andere, standardisierte Inzidenzratio SIR 1.89, 95%CI: 1.16-2.93). Die Inzidenz von Parkinson, Alzheimer und anderen Erkrankungen des Zentralnervensystems zeigte keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit der EMF-Exposition. Das Epilepsierisiko war bei Männern und Frauen im Vergleich zur Gesamtbevölkerung erniedrigt, was als Healthy-Worker-Effekt interpretiert wird. Beim kohorteninternen Vergleich stieg das Epilepsierisiko mit zunehmender Belastungsklasse an. Einen ähnlichen Trend zeigte die senile Demenz.

Schlussfolgerung: Der Autor schliesst aus den Resultaten, dass das erhöhte Risiko für Altersdemenz und Motoneuron-Erkrankungen mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern oder mit der Häufigkeit elektrischer Schläge am Arbeitsplatz in Zusammenhang stehen könnte.

Bemerkungen: Vgl.: Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1), 1-30. (Id.Nr. 1823, Doktorarbeit mit acht Originalpublikationen, u.a. die vorliegende Studie).

Finanzierung: Danish Utility Companies; Danish Cancer Society

Jahn O.

Electromagnetic fields: low exposure, current update.

Int Arch Occup Environ Health 2000; 73 (suppl): S1-S3

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Kurze Darstellung möglicher Wirkungsmechanismen im Niedrigdosisbereich. Narrative Zusammenfassung einzelner, vom Autor ausgewählter experimenteller Studien im Niedrigdosisbereich, welche alle als nicht repliziert, unsicher oder sonst wie nicht zuverlässig kommentiert werden. Angeschlossen ist ein sehr kurzes Kapitel über ionisierende Strahlen, die im Niedrigdosisbereich als stimulierend bzw. günstig für die Gesundheit dargestellt werden.

Schüz J, Mann S.

A discussion of potential exposure metrics for use in epidemiological studies on human exposure to radiowaves from mobile phone base stations.

Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology 2000; 10 (6): 600-605

Stichwörter	Kollektiv: Alle, generell	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
Exposition: Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Evaluierung der Exposition durch Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv: Neun Haushalte in Mainz, Studienteilnehmer einer Fall-Kontrollstudie von Cardis et al, 1999. Auswahl erfolgte zufällig, nicht aufgrund der Nähe zu Basisstationen.

Methode: Messungen wurden frequenzselektiv durchgeführt (von der "german regulatory authority for telecommunications and posts"). Die Detektionslimite war $100 \mu\text{V/m}$ ($=25\text{pW/m}^2$). Die neun Messorte wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt.

Resultat: Die Feldstärken von Basisstationen lagen zwischen 0.012 und 0.343 V/m. An sechs der neun Standorten war mindestens eines der drei stärksten Signale auf Mobilfunkbasisstationen zurückzuführen. An sechs Orten war der Beitrag eines Radiosenders grösser als 0.1 V/m.

Schlussfolgerung: Die Grenzwerte wurden überall eingehalten. Basisstationen tragen zumindest in städtischen Gebieten wesentlich zur Hochfrequenzbelastung der Bevölkerung bei, andere Quellen dürfen aber nicht vernachlässigt werden. Frequenzselektive Messungen sind für die Expositionsabschätzung ungeeignet, da sehr aufwendig. Die Distanz zur Antenne ist als Expositionsmass einfacher, korreliert aber schlecht mit den Messungen.

Ein generelles Problem im Mobilfunkbereich ist die im Gegensatz zu niederfrequenten Anlagen starke zeitliche Veränderung. Andere Schwierigkeiten sind die Richtungsabhängigkeit der Emissionen, Streuung und Reflexion sowie Beiträge zur Strahlenbelastung von anderen Quellen. Daher kann die Distanz nicht als Expositionsmass verwendet werden. Eventuell können Computermodelle für die Expositionsabschätzung verwendet werden, diese sind aber im Moment noch zu wenig ausgereift. Messungen können für akute Effekte wie Schlafstörungen

verwendet werden, aber nicht für die langfristige Expositionsabschätzung.

Finanzierung: Environment Ministry of Baden-Württemberg, Verum foundation und by DeTeMobil

Schilling CJ.

Effects of acute exposure to ultrahigh radiofrequency radiation on three antenna engineers.

Occupational and Environmental Medicine 1997; 54: 281-284

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Kollektiv: Drei Arbeiter, die an einer Fernsehantenne arbeiten.

Exposition: Die TV-Antenne hatte eine mittlere Frequenz von 785 MHz und eine mittlere Leistung von 1.74 kW. Da die Antenne versehentlich eingeschaltet war, befand sich die linke Körperseite der Arbeiter (A, B und C) im Nahfeld der Strahlungsquelle. Der Kopf von Arbeiter B war ungefähr 7 bis 15 cm entfernt. Die Expositionsdauer betrug zwischen 50 Sek. und 2.5 Min. Gemessen wurden 20 mW/cm², 10 cm vor der Antenne, die Arbeiter waren wahrscheinlich stärker exponiert. Arbeiter C befand sich etwas weiter entfernt.

Resultat: Alle drei Arbeiter spürten ein sofortiges, sonnenbrandartiges Brennen an der linken Körperseite. Danach traten Schmerzen auf. Bei einer ärztlichen Untersuchung eine Stunde nach dem Unfall wurde eine Hautrötung wie bei einem Sonnenbrand diagnostiziert. Ausserdem klagten die Arbeiter über Kopfschmerzen an der Stelle, die am stärksten exponiert war. Das Kopfwiehe begann ungefähr eine Stunde nach dem Unfall. Bei Arbeiter C waren die Symptome weniger stark. Patient A hatte schweres Kopfwiehe während 2 Tagen, ausserdem Sonnenbrand und Verbrennungen an der Zunge (neben einem Goldzahn, der während der Exposition sehr heiss geworden war). 24 Stunden nach dem Unfall begann zusätzlich eine starke Übelkeit mit Erbrechen und Durchfall. Ab 6 Stunden nach dem Unfall traten während 36 Stunden Benommenheit, Mattigkeit und Kribbelgefühl auf. Die chronischen Kopfschmerzen dauerten mind. 3 Jahre an, wobei zunehmend kleine Verbesserungen festzustellen sind. Arbeiter B hatte zusätzlich noch Augenschmerzen und -tränen während mind. 1 Woche. Vier Monate nach dem Unfall bildete sich eine Sonnenkeratose (Verhornungsstörung der Haut) von 5 mm Durchmesser am linken Ohr. Nach 3 Jahren fühlte sich linke Seite immer noch anders an als die rechte Seite. Auch bei C bestanden nach 18 Monaten Sensibilitätsstörungen am Körper. Die Blutproben der drei Arbeiter, die innerhalb von 72 Stunden nach dem Unfall abgenommen worden waren, zeigten keine Auffälligkeiten.

Bemerkungen: Die Exposition ist so hoch, dass aus dieser Studie keine Rückschlüsse hinsichtlich Gesundheitsgefährdung der Allgemeinbevölkerung gezogen werden können. Es erschien eine Nachfolgepublikation mit weiteren drei Antennenarbeitern (Schilling C.J. (2000): Occupational Medicine-Oxford, 50, 49-56)

Finanzierung: keine Angaben

Elwood JM.

A critical review of epidemiologic studies of radiofrequency exposure and human cancers.

Environmental Health Perspectives 1999; 107: 155-168

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review über den Zusammenhang zwischen Hochfrequenzstrahlung und Krebs

Methode: Epidemiologische Studien zwischen 1988 und 1998 evaluiert, gesucht mit Medline. Angeschaut 3 Clusterstudien, 5 Studien in der allgemeinen Bevölkerung, 5 Arbeitsplatzstudien und mehrere Fall-Kontrollstudien

Resultat: Die drei Clusterstudien Sutton Coldfield, Twenty-One UK, and Sidney fanden positive Zusammenhänge, aber statistisch schwierig zu interpretieren da mehrfach getestet wurde (Multitesting) und es sich um Cluster handelt. Weitere zitierte Arbeitsplatzstudien: Polnische Militärstudie (Zhang[+]: alle Krebs und Leukämien), US Navy ([+]: Atemwegstumore, [-]: alle Krebs, Mortalität und Leukämien), US Radio Amateur ([+]: spezieller Typ von Leukämie, Lymphatic, [-]: Rest), Norwegische Frauen ([+]: alle Krebsarten, Brust und uterine, [-]: Leukämien), Electric utility worker (kein Zusammenhang ausser Lungenkrebs)
Zitierte Fall-Kontrollstudien: US Air Force ([+]: Hirnkrebs), US Civilians (kein Zusammenhang), Testicular- (Hoden)cancerstudy (Zusammenhang mit selbstdeklariertem Exposition aber nicht mit Jobtitel), Male breast cancer (nicht signifikanter positiver Zusammenhang), Intraocular-study (Zusammenhang aber Datenlage schwach)

Schlussfolgerung: Einige Studien fanden positive Zusammenhänge zwischen Exposition und Krebs. Jedoch sind die Resultate nicht konsistent. Vernünftigerweise kann die Schlussfolgerung nicht gezogen werden, dass RF eine wahrscheinliche Ursache für Krebs ist. In den Studien fehlen oft Details zu Expositionen, Systematische Fehler (Bias) in den Daten von gewissen Studien kann nicht ausgeschlossen werden.

Flodin U, Seneby A, Tegenfeldt C.

Provocation of electric hypersensitivity under everyday conditions.

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 2000; 26 (2): 93-98

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimenteller Nachweis der Elektrosensibilität.

Kollektiv: 15 Personen (11 Frauen, 4 Männer), die sich als elektrosensibel bezeichnen, sowie 26 Kontrollpersonen (davon 16 Frauen).

Exposition: Exposition doppelblind am Arbeitsplatz oder Wohnort. Feld erzeugt mit einem Bildschirm (Visual Display Unit VDU). Mittlere Exposition war 342 nT (Bereich: 80-888 nT) für den Frequenzbereich 5-2000 Hz, 36 nT (11-92) für den Bereich 2-400 kHz, sowie 288 V/m (130-1000 V/m) für 5-2000Hz, 6.2 (1.4-40) für 2-400 kHz. Hintergrundbelastungen waren deutlich geringer.

Methode: Nach Aufstellen der Apparate mussten die Probanden evaluieren, ob sie optisch oder akustisch feststellen konnten, ob ein Feld erzeugt wurde. Wenn nicht, wurde der Versuch durchgeführt. Dazu wurde der Proband mit einer Distanz von 50 cm zur Quelle positioniert und während einer Stunde real oder scheinexponiert. Alle 15 Minuten wurden die Personen mittels Fragebogen nach Symptomen gefragt. Wenn sie das Gefühl hatten, dass das Feld angeschaltet war, wurde der Versuch abgebrochen. Am Schluss erhielten die Patienten einen Fragebogen, den sie innerhalb von 24h nach dem Versuch ausfüllen mussten.

Resultat: Es wurden keine Unterschiede in der Feld-Detektionsfähigkeit zwischen Elektrosensiblen und Kontrollpersonen gefunden. Ebenfalls wurden nicht häufiger Symptome angegeben bei eingeschaltetem Feld.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass Elektrosensible das Feld nicht wahrnehmen können. Es wird spekuliert, ob die Symptome durch Lichtflackern (z.B. am Bildschirm) ausgelöst werden.

Finanzierung: Department of Occupational and Environmental Medicine, Linköping Sweden

Hietanen M, Kovala T, Hämäläinen AM.

Human brain activity during exposure to radiofrequency fields emitted by cellular phones.

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 2000; 26 (2): 87-92

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von Strahlung von Mobiltelefonen auf Hirnfunktionen (EEG)

Kollektiv: 10 Männer (28-48 Jahre) und 9 Frauen (32 bis 57 Jahre) ohne Vorerkrankungen.

Exposition: 5 verschiedene Mobiltelefone: 3 analog, 900 MHz, 1 digital 900 MHz, 1 digital 1800 MHz. Jede Person wurde je einmal mit jedem Mobilfunktelefon typ sowie scheinexponiert. Experimentdauer war 30 Minuten: 5 Minuten Scheinexposition, dann 20 Minuten echt (oder Schein) und dann wieder 5 Minuten Scheinexposition. Pro Tag maximal ein Versuch. Telefon in üblicher Benützungshaltung, aber nicht selber gehalten. Am Display war nicht erkennbar, ob das Gerät eingeschaltet war oder nicht. Der Bereich der Spitzenemissionen der Telefone war zwischen 1 und 2 Wn

Methode: EEG wurde mit geschlossenen Augen aufgenommen. Einschlafen wurde durch Ansprechen verhindert, falls nötig. Statistische Analyse erfolgte anhand der Differenz zwischen EEG in exponiertem Zustand und bei Scheinexposition. Die Differenz wurde mit t-Test, quantifiziert, Signifikanzkriterium $p < 0.01$ (Multitesting).

Resultat: Ausser bei einem Parameter (absolute Leistung im Delta-Band) wurden keine signifikanten Unterschiede der EEG bei realer Exposition im Vergleich zu Scheinexposition gefunden.

Schlussfolgerung: Die Exposition hat keinen Einfluss auf die EEG. Das einzige signifikante Resultat kam wahrscheinlich zufällig zustande (insgesamt 180 Tests).

Finanzierung: Technical Development Centre of Finland (TEKES)

Milham, S.

Increased Mortality in Amateur Radio Operators Due to Lymphatic and Hematopoietic Malignancies.
American Journal of Epidemiology 1988; 127 (1): 50-54

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Patienten-, Registerdaten	Sterblichkeit (allgemein) Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		

	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der möglichen kanzerogenen Effekte von Hochfrequenzstrahlung.

Kollektiv: 67 829 männliche Hobbyfunker aus den USA, rekrutiert 1984, Todesfälle zwischen 1.1.79 und 21.12.84.

Methode: Vergleich der Mortalitätsraten von Hobbyfunkern mit den Mortalitätsraten der Allgemeinbevölkerung Kaliforniens unter Berücksichtigung des Alters.

Resultat: Es fanden sich statistisch signifikant erhöhte standardisierte Mortalitäts-Ratios (SMR) für 'Tumoren des übrigen lymphatischen Gewebes'. In dieser Kategorie enthalten sind Myelom (Knochenmarkstumor) und Non-Hodgkin-Lymphome. Die SMR für alle Leukämien zusammen war bei den Hobbyfunkern erhöht (knapp nicht signifikant: $p=0.06$), wobei die SMR für die Untergruppe der akuten Leukämie signifikant erhöht war. Statistisch signifikant erniedrigt waren die SMRs in Bezug auf Gesamttodesfälle, alle malignen (bösartigen) Tumoren, Pankreastumoren, Herz-/Kreislauferkrankungen, Atemwegserkrankungen und Unfälle.

Schlussfolgerung: Dass akute Leukämien stärker mit der Exposition assoziiert sind als chronische Formen, ist biologisch plausibel. Bei der Interpretation der Resultate ist zu beachten, dass die Raucherrate in der Kohorte geringer war als in der Allgemeinbevölkerung. Ausserdem arbeitete ein Drittel aller Hobbyfunker in Berufen mit niederfrequenter elektromagnetischer Feldexposition.

Bemerkungen: Zusätzliche Analysen, publiziert in einem 'Letter to the Editor', ergaben höhere SMR-Raten für

Hirntumoren und lymphatische Krankheiten bei Funkern mit einer höheren Lizenz, was gleichgesetzt wird mit längerer Exposition. Thomas L. Kurt, Dallas, bemerkt in einem Leserbrief in der selben Ausgabe des Journals, dass die erhöhten SMR-Werte für Leukämien, Lymphome etc. nur in der kalifornischen (männlichen) Population festgestellt wurden, nicht aber in Washington. Da diese Krankheitsbilder auch mit AIDS assoziiert sind und zu dieser Zeit in Kalifornien häufiger AIDS auftrat als in anderen US-amerikanischen Staaten, sei dies möglicherweise ein Grund für das Ergebnis. Zusätzlich sei festgestellt worden, dass Non-Hodgkin-Lymphome bei Männern in den letzten 40 Jahren generell um etwa 100% zugenommen hätten. Das hiesse, dass nicht nur bei Hobbyfunkern ein erhöhter SMR-Wert gefunden würde, sondern ein auch in anderen Bevölkerungsgruppen. Samuel Milham entgegnet, dass die Lymphomsterblichkeit in Kalifornien und Washington geringer sei als in der gesamten USA. Deshalb sei ein Zusammenhang mit den AIDS-Erkrankungszahlen 1981 nicht wahrscheinlich. Zusätzlich verweist er auf die Analysen nach Funker-Lizenzen (geben Aufschluss über Dauer der Exposition). Weiter entgegnet er, dass jede Änderung der Todesraten über die letzten 40 Jahre in die Berechnung der SMR einflüsse, indem Todeszeitpunkt und jeweilige Todesraten berücksichtigt würden.

Finanzierung: National Institute for Occupational Safety and Health

Owen RD.

Possible health risks of radiofrequency exposure from mobile telephones.

Epidemiology 2000; 11 (2): 99-100

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zu den Gesundheitsrisiken durch Mobilfunk

Resultat: Kurze Einführung ins Thema. Kommentar zur Studie von Morgan et al., Radiofrequency exposure and mortality from cancer of the brain and lymphatic/hematopoietic systems, Epidemiology 2000: 11 (2), 118-127. (Art.Nr. 1093)

Schlussfolgerung: Im Moment besteht zu wenig wissenschaftliche Basis für die Beurteilung der Gesundheitsrisiken durch Mobilfunk. Die Studie von Morgan et al. ist ein wertvoller Beginn.

Repacholi, MH.

Radiofrequency field exposure and cancer: What do the laboratory studies suggest?.

Environmental Health Perspectives 1997; 105: 1565-1568

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Laborstudien zu Radiostrahlung und Krebs

Schlussfolgerung: Verschieden Gremiums sind zum Schluss gekommen, dass keine klare Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Krebs und Radiostrahlung besteht. Weitere Forschung ist nötig.

Finanzierung: WHO

Silny, J.

Electrical hypersensitivity in humans - Fact or fiction?.

Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin 1999; 202 (2-4): 219-233

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über die Thematik 'Elektrosensibilität'

Methode: Extensive Einführung über natürliche und technische Felder in der Umwelt und über Wahrnehmungsschwellen im Organismus.

Resultat: Elektrische Felder über 5 kV können Haarr vibrationen auf dem Körper verursachen. Für statische Magnetfelder bis 4 T gibt es keine Evidenz, dass sie den Organismus beeinflussen. Zeitlich veränderliche Magnetfelder können ab 2 μ T ein visuell wahrnehmbares Flimmern verursachen. Die Stimulation von Muskeln, Nerven und Neuronen ist mit einem kurzen magnetischen Impuls von >0.8 T möglich. Bei hochfrequenter Strahlung braucht es mindestens 50 mW/cm² (=450V/m), um ein Wärmegefühl hervorzurufen. Drei Hypothesen für Elektrosensibilität: a) verursacht durch etablierte Mechanismen nach starker Sensibilisierung. b) verursacht durch unbekannte Mechanismen von schwachen Feldern. c) reines psychologisches Phänomen.

Die Prävalenz der Elektrosensibilität ist in verschiedenen Ländern sehr unterschiedlich, maximal in Schweden mit 113/100'000, minimal in der Schweiz mit 0. Die Feldsituation ist jedoch überall sehr ähnlich. Es werden verschiedene Gesundheitsprobleme in Zusammenhang mit Elektrosensibilität gebracht.

Schlussfolgerung: Die Inkonsistenz der Beobachtungen (Prävalenz, Symptome, Quellen) spricht gegen die Existenz des Phänomens Elektrosensibilität.

Bemerkungen: Die Inkonsistenz könnte auch durch das Vermischen nichtstandardisierter Daten entstanden sein. Die Angabe zur Prävalenz der Elektrosensibilität in der Schweiz von 0 widerspiegelt die schwache Datenlage, aber sicherlich nicht die wahre Prävalenz. Die Widersprüche in den Symptomen und Quellszuschreibungen

könnten auch darauf beruhen, dass die beiden Phänomene Elektrosensibilität und Elektrosensitivität nicht klar unterschieden werden.

Finanzierung: Autor gehört zu femu

Goldsmith JR.

Epidemiologic evidence relevant to radar (microwave) effects.

Environmental Health Perspectives 1997; 105: 1579-1587

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Radar

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Aktualisierung neuester epidemiologischer Studien bez. Krebs und Hochfrequenzstrahlung ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Ausgeglichenheit, keine kritische Literaturstudie.

Resultat: Die Studie zeigt, dass Physiotherapeutinnen, die mit HF-Geräten arbeiten, häufiger Fehlgeburten hatten. Dasselbe Ergebnis für die Botschaftsangestellten in Moskau; dort waren ebenfalls die Blutparameter verändert. Verkehrsradar-Reparateure, die versehentlich sehr stark exponiert waren, hatten keine erhöhten Chromosomenschäden. Studien in vitro und in vivo finden teilweise erhöhte Mutationsraten. Eine Studie bei einem Radiosender in Honolulu fand erhöhte Leukämie- und Krebsraten in exponierten Gebieten im Vergleich zu unexponierten Gebieten. Die Studie bei einem Radiosender in Sidney fand eine Zunahme von Leukämie mit zunehmender Exposition (Erwachsene und Kinder), aber keinen Anstieg des Hirntumor-Risikos. Ebenfalls erhöhte Leukämieraten wurde in der Umgebung des Sutton Coldfield Radio- und Fernsehsenders in Grossbritannien gefunden. Die kombinierte Analyse von mehreren Sendern in Grossbritannien ergab ein erhöhtes Risiko im Bereich 2 bis 10 km Distanz zur Antenne, aber nicht näher oder weiter entfernt.

In der US Air Force Studie hing das Hirntumor-Risiko von der Mikrowellenexposition ab, stärker als von ionisierender Strahlung und ELF-Feldern (kontrolliert für Sozialschicht). Ebenfalls erhöhte Risiken für Leukämie und non-Hodgkin Lymphome wurden in der polnischen Militärstudie beobachtet. Eine Studie zum Korea-Krieg ergab erhöhte Todesraten, Leukämie- und Lymphomraten bei stärker exponierten Personen. Eine Studie zeigte erhöhte Kataraktraten und Linsenveränderungen bei Personen, die mit Radar arbeiten.

Schlussfolgerung: Aufgrund der verfügbaren Literatur bestehen Zweifel, ob nur themische Effekte relevant sind. Zur Zeit existieren noch viele Unsicherheiten. Die Studien legen aber nahe, dass unter Umständen Effekte bis hinunter zu 2 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ (ca. 3 V/m) zu erwarten sind.

Juutilainen J, de Seze R.

Biological effects of amplitude-modulated radiofrequency radiation.

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 1998; 24 (4): 245-254

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zentralnervensystem

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Wissenschaftlich publizierte Literatur wird unter dem Gesichtspunkt ausgewertet, ob Unterschiede in der Wirkung modulierter Strahlung im Vergleich zu kontinuierlicher Hochfrequenzstrahlung bestehen.

Methode: Im Vordergrund dieser Übersicht steht nicht die kritische Diskussion der einzelnen Publikationen, vielmehr wird versucht, die Konsistenz der Resultate im Hinblick auf die Exposition zu untersuchen. Der Artikel gibt eine übersichtliche Einführung über amplituden-modulierte und pulsmodierte Hochfrequenzstrahlung.

Resultat: Mehrere Studien, hauptsächlich an Zellen, zeigten Effekte von Hochfrequenzstrahlung auf Prozesse, die bei einer Krebserkrankung eine Rolle spielen. Die SAR-Werte sind im allgemeinen deutlich höher als bei Strahlung unterhalb des Grenzwertes. Thermale Wirkungsmechanismen können teilweise nicht ausgeschlossen werden. Viele Befunde wurden noch nicht repliziert.

Einflüsse der Hochfrequenzstrahlung auf das Nervensystem wurden sowohl bei Experimenten an Tieren als auch an Menschen gefunden. Teilweise traten nur bei bestimmten Modulationsfrequenzen Wirkungen auf, bei anderen nicht. Die Modulationsfrequenzen mit Effekt waren aber in verschiedenen Studien unterschiedlich, so dass nicht eine bestimmte Modulationsfrequenz als effektauslösend bezeichnet werden kann.

Schlussfolgerung: Da keine bestimmte Modulationsfrequenz konsistent Effekte zeigte, besteht keine Evidenz dafür, dass sich die biologische Wirkung modulierter Strahlung von derjenigen kontinuierlicher (unmodulierter) Hochfrequenzstrahlung unterscheidet.

Bemerkungen: Die Übersicht stützt sich sehr stark auf Konsistenz und replizierte Ergebnisse ab. Da nur zu wenigen der zitierten Studien Replikationsversuche unternommen wurden und ein weites Spektrum an Modulationsfrequenzen zur Anwendung kam, sind heterogene Studienresultate und unreplizierte Befunde von

vorneherein zu erwarten. In diesem Sinne kann diese Übersicht nicht beweisen, dass die beiden Strahlungstypen unterschiedliche Wirkmechanismen haben.

Blettner M, Schlehofer B.

Gibt es ein erhöhtes Risiko für Leukämien, Hirntumoren oder Brustkrebs nach Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung? (Is there an increased risk of leukemia, brain tumors or breast cancer after exposure to high-frequency radiation?).

Medizinische Klinik 1999; 94 (3): 150-158

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Krebsrisiko durch Hochfrequenzstrahlung

Methode: Meta-Analyse aller epidemiologischen Studien, die den Zusammenhang von Hochfrequenzstrahlungsexposition auf Hirntumoren, Leukämien oder Brustkrebs untersuchten (Fall-Kontroll, Registerdaten, Kohorten). Gesucht wurde mit Medline. Die Studien mussten zwischen 1980 und 1997 publiziert worden sein. Die Meta-Analyse von HF und Leukämie beruht auf 20 Studien, davon 18 Berufsexpositionen und 2 TV-Antennen. Diejenige von HF und Hirntumor beruht auf 32 Studien, und die Meta-Analyse von Brustkrebs auf 8 Studien.

Resultat: Bezüglich Leukämie sind die Studien inkonsistent, v.a. ist auch eine Unterscheidung zwischen NF und HF Exposition oft nicht möglich. Tendenziell gibt es eher mehr Studien mit erhöhten Risiken, aber viele nur als Letter publiziert, was möglicherweise auf einen Publikationsbias hinweist (überraschende Ergebnisse, die nur als positive Befunde publiziert werden können). Für Hirntumore ergibt die Meta-Analyse ein erhöhtes Risiko von 10 bis 20%. Obwohl mathematisch signifikant, ist damit keine Aussagen über einen kausalen Zusammenhang möglich aufgrund diverser methodischer Schwächen (Expositionsabschätzung, Publikationsbias, Heterogenität der Resultate). Tendenziell ebenfalls erhöhte Risiken. Als besonders valid wird die norwegische Studie von Tynes et al erachtet, die ein erhöhtes Risiko für Telecom-Mitarbeiterinnen gefunden hat.

Schlussfolgerung: Exposition in fast allen Studien sehr unspezifisch erfasst, andere Störgrössen (Chemikalien) häufig nicht erfasst. Die Risiken sind generell klein, häufig nicht signifikant, und es besteht eine grosse Heterogenität der Resultate. Die Übertragbarkeit auf Mobilfunk ist problematisch.

Bemerkungen: Die Meta-Analyse zeigt, dass es durchaus möglich ist, dass HF-Strahlung im Zusammenhang mit

kanzerogenen Erkrankungen stehen kann. Die ermittelten Risiken sind jedoch klein, so dass sie allenfalls auch durch andere Faktoren erklärt werden können. Insbesondere sind Exponierte oft gegenüber beiden Strahlungstypen (nieder- und hochfrequent) stärker exponiert als das Vergleichskollektiv.

Borbely AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, Achermann P.
Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram.
Neuroscience Letters 1999; 275 (3): 207-210
<http://www.unizh.ch/phar/sleep/handy/>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von 900 MHz-Strahlung auf den menschlichen Schlaf.

Kollektiv: 24 gesunde Männer zwischen 20 und 25 Jahren, alles Rechtshänder.

Exposition: Eine Nacht Scheinexposition, eine 2. Nacht abwechselungsweise je 15 Minuten Feldbestrahlung. Die Strahlung wurde so gewählt, dass die Maximalleistung 1 W/kg nicht überschritt. Es handelte sich um ein Pseudo-GSM-Signal von 900 MHz mit Modulationsfrequenzen bei 2, 8, 217 und 1736 Hz. 87.5% duty cycle im Vergleich zu 12.5% für Mobiltelefone. Hinter jedem Bett wurden drei $\lambda/2$ -Dipolantennen montiert mit 30 cm Distanz zum Kopf. Absorbierende Wände gewährleisteten ein homogenes Feld.

Methode: Beide Versuchsnächte fanden innerhalb einer Woche statt. Immer zuerst eine Adaptationsnacht, dann eine Experimentalnacht. Die Exposition wurde zufällig und doppelblind im Crossoverdesign verteilt. Die spektralen Daten wurden mit ANOVA für wiederholte Messungen analysiert.

Resultat: Die EMF-Exposition verkürzte die Wachzeiten nach dem Einschlafen signifikant von durchschnittlich 18.2 Minuten (Standardfehler des Mittelwerts: 2.9) auf 12.1 Minuten (1.5). Die Exposition hatte einen Einfluss auf das EEG während der Nicht-REM-Schlafphase. In der ersten Nicht-REM-Phase der Nacht war das EEG im Frequenzband zwischen 7.25 und 14.25 Hz bei Exposition signifikant erhöht gegenüber Schein-Exposition. Das ergab einen signifikanten Unterschied im Alpha- und im Sigma-Band. Beim Alpha-Band war nur die erste Nicht-REM-Phase betroffen, beim 14-Hz-Band (Sigma, in anderen Publikationen auch als Alpha2 bezeichnet) auch die weiteren Nicht-REM-Phasen. Das REM-Phasen-Spektrum wurde durch die Exposition nicht verändert.

Schlussfolgerung: Die Studie zeigt, dass die Exposition einen Einfluss ausübt. Die Wirkung ist unmittelbar, da

die erste Schlafphase betroffen ist. Tendenziell scheint eine Adaptation an das Feld stattzufinden.

Bemerkungen: Die Expositionseffekte können sicherlich nicht thermisch erklärt werden, da die Strahlungsleistung gering war. Obwohl die Effekte bei Leistungen beobachtet wurden, wie sie üblicherweise in der Umwelt vorkommen, kann die Studie nicht nachweisen, dass sich der Schlaf bei Strahlenexposition verschlechtert. Da vor allem die ersten Schlafphasen betroffen waren, stellt sich die Frage, ob eine Adaptation an die Feldsituation vorliegt. Das würde bedeuten, dass sich eine permanente Bestrahlung (z.B. durch Antennen) anders auswirken würde.

Finanzierung: Swisscom, Nationalfonds, Human Frontiers Science Program grant.

Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliott P.
Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain.1. Sutton Coldfield transmitter.
American Journal of Epidemiology 1997; 145 (1): 1-9

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Tumoren: Brustkrebs
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
<u>Exposition:</u> Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	Kinder und Jugendliche	Tumoren: Leukämien, Lymphome
		Tumoren: weitere
		Zentralnervensystem
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie
Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Krebshäufigkeit in der Umgebung der Fernseh-/Radioantenne "Sutton Coldfield" in der Region West-Midlands, England.

Exposition: Der Mast der Fernsehantenne ist 240 m hoch. Die Exposition begann 1957 mit 250 KW effektiver Strahlungsleistung. Zwischen 1964 und 1969 kamen vier weitere Frequenzen mit je einem Megawatt dazu, ab 1982 nochmals vier Frequenzen mit 1 MW, alle im VHF-Bereich (very high frequency). Messungen ergaben, dass die Leistung mit zunehmender räumlicher Entfernung zwar generell abnimmt, wegen der vertikalen Ausrichtung der Antenne aber nicht stetig, sondern unregelmässig. Die maximale gemessene Strahlungsleistung über die Frequenzen integriert betrug 2.5 m über dem Boden 0.013 W/m² für den Fernseh- und 0.057 W/m² für den Radiobetrieb. Generell nahm die Strahlungsintensität innerhalb von 10 km um einen Faktor 5 bis 10 ab.

Methode: Von 1974 bis 1986 wurden alle Krebserkrankungen im 10-km-Umkreis des Senders analysiert. Die Anzahl beobachteter Fälle wurde mit den Erwartungswerten verglichen. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, sozioökonomischer Status, Zeitpunkt der Erkrankung, geographische Region.

Resultat: Verglichen mit landesweiten Daten betrug das standardisierte Inzidenzverhältnis (SIR) für die ganze Region "West Midlands" 0.95 für alle Krebserkrankungen und 0.8 für Leukämien. Das Verhältnis zwischen beobachteten und erwarteten Erkrankungsfällen lag innerhalb von 10 km bei 1.03 für alle Krebserkrankungen und bei 1.01 für Leukämien. Innerhalb von 2 km um die Antenne herum betrug es 1.09 für alle Karzinome und 1.83 (CI: 1.22-2.74) für Leukämien. In Bezug auf die Leukämien zeigte sich eine konsistente Abhängigkeit des Risikos von der Distanz zur Antenne. Für Non-Hodgkin-Lymphome wurde innerhalb eines Radius von 10 km ein

statistisch erhöhtes Risiko gefunden, aber nicht im Umkreis von 2 km. Der Unterschied zwischen dem SIR des inneren und des äusseren Umkreises war für Haut- und Blasenkrebs statistisch signifikant. Dabei war nur das Blasenkrebsrisiko im inneren Kreis signifikant erhöht. Die Unterschiede in den Hautkrebsraten sind wahrscheinlich auf sozioökonomische Faktoren zurückzuführen. Der Unterschied in der Blasenkrebsinzidenz wird als Zufallsergebnis deklariert.

Bemerkungen: Es ist zu berücksichtigen, dass dieses Studiendesign nicht die Kontrolle von anderen Einflussfaktoren auf den beobachteten Zusammenhang erlaubt. Die deutlich konsistente Abnahme der Leukämierate in Abhängigkeit von der Distanz zur Antenne ist ein Hinweis, dass ein kausaler Zusammenhang bestehen könnte. Auf der anderen Seite wurde in der zweiten Studie bei allen Antennen ein Maximum in rund 2 bis 3 km Entfernung beobachtet (Dolk H. et al., American Journal of Epidemiology 1997: 145 (1), 10-17; Id. Nr. 1132) .

Kommentare zu dieser Studie von Cooper et al., American Journal of Epidemiology 2001: 153 (2), 202-204 (Id. Nr.1472) sowie Cherry N. et al., American Journal of Epidemiology 2001: 153 (2), 204-205 (Id.Nr.1473).

Dolk H, Elliott P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B.

Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. 2. All high power transmitters.

American Journal of Epidemiology 1997; 145 (1): 10-17

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Ausweitung der Sutton Coldfield I Studie auf 20 Fernseh- und Radioantennen.

Kollektiv: Alle Leukämie-, Hirntumor-, Kinderleukämie-, Hautkrebs- und Blasenkrebsfälle im Umkreis von 10 km um 20 Sendemasten in Grossbritannien. In der Studienregion lebten insgesamt 3.39 Millionen Menschen.

Exposition: Es wurden vier (überlappende) Gruppen von Antennen gebildet: Gruppe 1: stark strahlende TV-Antennen mit einer effektiven Strahlungsleistung von 870 bis 100 kW; Gruppe 2: TV-Antennen mit Strahlungsleistung von 500-1000 kW; Gruppe 3: alle Radioantennen mit 250 kW. und Gruppe 4: TV- und Radioantennen kombiniert mit TV-Leistung > 500 kW und Radioleistung 250 kW. Keine der Antennen besass exakt die gleiche Charakteristik wie Sutton Coldfield.

Methode: Die beobachteten Anzahl Krebsfälle wurde mit der erwarteten Anzahl verglichen und das standardisierte Inzidenzverhältnis berechnet (SIR). Statistische Signifikanz wurde mittels Stone's Test überprüft. Dieser Test berücksichtigt, dass bei mehreren Einzelquellen die Risiken der einzelnen Quellen verschieden sein können.

Resultat: Im Umkreis von 2 km um die Sendeantennen traten Leukämien nicht gehäuft auf (SIR=0.97; CI=0.78-1.21). Jedoch wurde eine minim erhöhte Rate im Umkreis von 10 km gefunden (SIR=1.03; CI=1.00-1.07). Die Inzidenz für alle Leukämien zusammen in Abhängigkeit von der Distanz war sowohl für alle Antennen kombiniert als auch für die 4 einzelnen Gruppen im Bereich von ca. 1 bis 7 km erhöht. Bei den stärksten Antennen waren die Befunde am stabilsten. Für 3 der 20 Antennen wurde eine signifikante Abnahme der Leukämien mit zunehmender Distanz gefunden. Im Umkreis der Antenne von Gruppe 1 und 2 war die SIR

signifkant erhöht im Umkreis von 10 km. Keine der einzelnen Leukämiearten war signifikant mit der Exposition assoziiert. Die statistisch signifikanten Ergebnisse bei allen Leukämien zusammen sind verursacht durch akute, akute myeloide und chronisch lymphatische Leukämien. Hautkrebs trat signifikant weniger häufig auf im Umkreis von 10 km. Blasenkrebs hingegen signifikant häufiger. Kinderleukämien und Hirntumoren wurden nicht signifikant häufiger beobachtet.

Bemerkungen: Bei diesem Studiendesign kann für andere Risikofaktoren als Hochfrequenzstrahlung nicht kontrolliert werden. Dass solche Einflüsse auf das Ergebnis nicht auszuschliessen sind, folgt aus den Ergebnissen für Blasen- und Hautkrebs. Generell fehlen Strahlungsmessungen. Auffällig sind die konsistent erhöhten Risiken im Bereich von 1-7 km um die Antenne mit einem Maximum bei 2-3 km. Es scheint sehr plausibel, dass in unmittelbarer Nähe der Antenne die Strahlungsbelastung relativ gering ist (Höhe der Masten, horizontale Abstrahlung, siehe N. Cherry). Da die statistische Analyse diesen Bereich immer miteinschloss, führte dies zu einer Reduzierung des Befundes. Interessant ist auch, dass bei den Gruppen mit den leistungsstärksten Antennen die SIR auch im 10 km Ring noch erhöht waren, im Gegensatz zu den schwächeren Antennen, für die sich in diesem Gebiet SIR-Werte <1 ergaben; ein deutliches Indiz, dass der Einfluss der leistungsstarken Antennen weiter als 10 km reicht. Da im Abstand von 10 km ein Einfluss der Antennen immer noch anzunehmen ist, kann dieses Gebiet auch nicht als Referenzgebiet benützt werden. Siehe auch: Dolk H., Shaddick G., Walls P., Grundy C., Thakrar B., Kleinschmidt I., Elliott P.: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain.1. Sutton Coldfield transmitter. American Journal of Epidemiology 1997: 145 (1), 1-9. (Art. 1131). Kommentare zur Studie von Cooper et al (1472), sowie Cherry (1473).

Eulitz C, Ullsperger P, Freude G, Elbert T.

Mobile phones modulate response patterns of human brain activity.

Neuroreport 1998; 9 (14): 3229-3232

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Land:

Zentralnervensystem

Europa

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von gepulster elektromagnetischer Strahlung auf das EEG.

Kollektiv: 13 gesunde Männer im Alter von 21 bis 27 Jahren.

Exposition: Mobilfunkgerät über dem Kopf montiert, Antenne am linken Hinterkopf. Frequenz: 916.2 MHz, 217 Hz gepulst, Pulsbreite 577 μ s. Spitzenstrahlungsleistung war 2.8 W.

Methode: Der Einfluss von gepulster elektromagnetischer Strahlung (PEMF) auf das EEG während kognitiven Tests wurde mittels Signalanalyse untersucht. Es wurde die induzierte Gehirnaktivität untersucht, welche in höheren Frequenzbereichen (15-30 Hz) als Korrelat der hochfrequenten neuronalen Aktivität interpretiert wird. Diese wiederum gilt als physiologischer Indikator von Wahrnehmungs- und höheren kognitiven Prozessen. Den Probanden wurde alle 2 Sekunden ein 1000-Hz-Ton vorgespielt. Etwa 10% aller Töne wurden durch einen 2000-Hz-Ton ersetzt. Dieser musste mit einem Tastendruck quittiert werden. Weitere 10% der Töne wurden durch versuchsirrelevante Geräusche ersetzt. Insgesamt wurden 4 Blöcke à 450 Stimuli durchgeführt. Je 2 Blöcke unter Exposition: doppelblind, Betriebszustand optisch und akustisch nicht wahrnehmbar. Daten wurden statistisch untersucht (ANOVA). Dabei wurde ein Zeitfenster von 1 s berücksichtigt, davon 240 ms vor dem Signalton.

Resultat: Das durchschnittliche EEG wurde durch die Exposition nicht beeinflusst. Die gepulste elektromagnetische Strahlung hatte jedoch einen Einfluss auf die induzierte Gehirnaktivität im Bereich 18.75 bis 31.25 Hz. Jedoch nicht im versuchsirrelevanten Zeitfenster vor dem Signalton. Nur in der Hemisphäre, die direkt bestrahlt wurde, zeigte sich eine Veränderung. Die Spektralanalyse der durchschnittlichen EEG-Wellen ergab keine Veränderungen im Zusammenhang mit der Bestrahlung.

Schlussfolgerung: Die spontane Gehirnaktivität wurde durch die Exposition nicht beeinflusst. Die ereignisassoziierte Gehirnaktivität war jedoch unterschiedlich bei Strahlungsbelastung im Vergleich zur Scheinexposition.

Bemerkungen: Die gesundheitliche Relevanz der Befunde kann mit dieser Studie nicht beurteilt werden. Sie liefert jedoch einen Hinweis, dass die tieferfrequenten Anteile des EEGs unverändert bleiben.

Vgl. auch: Freude G., Ullsperger P., Eggert S., Ruppe F.: Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials. Bioelectromagnetics 1998; 19 (6), 384-387. (Art.Nr. 1134)

Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe F.

Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials.

Bioelectromagnetics 1998; 19 (6): 384-387

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses von Mobiltelefonen auf das EEG

Kollektiv: 16 gesunde männliche Rechtshänder im Alter von 21 bis 26 Jahren

Exposition: Das Mobiltelefon wurde direkt neben dem linken Ohr positioniert. Berührung mit dem Ohr wurde während des Versuches sichergestellt. Frequenz war 916.2 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite 577 µs. Spitzenstrahlungsleistung war 2.8 W, was einer Durchschnittsstrahlung von 350 mW entspricht. Räumlicher Spitzen-SAR-Wert, geschätzt mit einem anatomisch realistischen Modell, war 1.42 W/kg bezogen auf 1 Gramm und 0.882 W/kg bezogen auf 10 Gramm Körpergewebe.

Methode: Die Probanden mussten 2 Tests je einmal bei eingeschaltetem und nicht eingeschaltetem Telefon durchführen. Test 1: Dreissig Mal mit einer Computermouse-Taste klicken. Test 2: Reaktionstest. Schnell drehender Zeiger einer Uhr auf dem Bildschirm mit Maustaste möglichst genau bei der 12 Uhr Position stoppen. Der zweite Test bestand insgesamt aus 50 Versuchen mit je drei Zeigern im Abstand von 720 ms. Der zeitliche Abstand zwischen zwei Versuchen war 2 bis 4 s. Das EEG wurde im Frequenzbereich 0 bis 30 Hz aufgenommen. Die mittlere Amplitude des langsamen Hirnpotentials wurde für vier Zeitperioden vor dem Mausclick von je 0.5 s Dauer berechnet.

Resultat: Bei Test 1 ergaben sich keine Unterschiede zwischen exponiertem und nicht exponiertem Zustand. Bei Test 2 war die Leistung (d.h. Abweichung des Zeigers von der 12 Uhr Position) nicht abhängig von der Exposition. Es traten jedoch Unterschiede beim langsamen Hirnpotential auf: Eine signifikante Verminderung des Potentials war in zentralen, seitlichen und hinteren Teilen des Gehirns zu beobachten. Im Bereich des Stirnhirns gab es keine Unterschiede.

Bemerkungen: Die Studie weist darauf hin, dass das langsame Hirnpotential während eines Konzentrationstests durch die Hochfrequenzstrahlung beeinflusst wird. Eventuelle Auswirkungen auf die Gesundheit und das Befinden können mit dieser Studie nicht beurteilt werden.

Vgl. auch: Eulitz C., Ullsperger P., Freude G., Elbert T.: Mobile phones modulate response patterns of human brain activity. Neuroreport 1998: 9 (14), 3229-3232. (Art.Nr. 1133)

Frey AH.

Headaches from cellular telephones: Are they real and what are the implications?.

Environmental Health Perspectives 1998; 106 (3): 101-103

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Gibt es einen Wirkungsmechanismus, der Kopfschmerzen durch Mobilfunkstrahlung erklärt?

Resultat: Es gibt drei Forschungsrichtungen, die erklären, dass Kopfschmerzen durch Mobilfunkstrahlung kausal verursacht sein können.

1. In den 60er und 70er Jahren wurde festgestellt, dass bei Exposition gegenüber modulierter Strahlung im Bereich von wenigen $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ Geräusche gehört werden (Mikrowellen-Hören). Die Mobilfunkstrahlung fällt genau in den Bereich, der sich am sensitivsten für dieses Höreffekte herausgestellt hat. Höreffekte waren mit Kopfweh gekoppelt.
2. Es ist bewiesen, dass Mobilfunkstrahlung die Blut-Hirn-Schranke beeinträchtigt. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass eine Veränderung mit Kopfweh assoziiert sein kann. Kleiner Review über Studien zum Effekt von Hochfrequenzstrahlung auf die Blut-Hirn-Schranke.
3. Es gibt Studien, die zeigen, dass das Dopamin-Opiat-System bei Kopfweh eine Rolle spielt. Dass dieses durch Mobilfunkstrahlung beeinflusst wird, ist in mehreren Studien gezeigt worden.

Bemerkungen: Dass Höreffekte schon bei wenigen $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ auftreten können, ist bisher nirgends beschrieben worden, und scheint nicht allgemein bekannt zu sein. Gemäss Neukom (1980) liegt die Empfindlichkeitsschwelle für Höreffekte bei $0.01 \mu\text{Wh}/\text{cm}^2$ pro Impuls. Um solche Pulsleistungen bei einer Pulsdauer von 1 bis $32 \mu\text{s}$ zu erreichen, sind Spitzenleistungen bis zu $1250 \text{ mW}/\text{cm}^2$ erforderlich. Der Artikel gibt plausible Erklärungsmechanismen für Kopfweh durch Mobilfunkstrahlung. Die Stärke der Exposition in den zitierten Studien wird dabei nicht mit derjenigen von Mobiltelefonen verglichen. Es müsste noch geprüft werden, ob es sich dabei um die gleiche Stärke handelt.

Goldsmith JR.

TV broadcast towers and cancer: The end of innocence for radiofrequency exposures.

American Journal of Industrial Medicine 1997; 32 (6): 689-692

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Die Studien von Australien und England, die Krebserkrankungen um Radio-/TV-Sendetürme analysierten werden zusammengefasst.

Schlussfolgerung: Diese Studien liefern Evidenz, dass Radiostrahlung krebserzeugend sein kann.

Hardell L, Nasman A, Pahlson A, Hallquist A, Mild KH.
Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: A case-control study.
International Journal of Oncology 1999; 15 (1): 113-116

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Europa

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Entstehung von Hirntumoren.

Kollektiv: Alle Personen, bei denen zwischen 1994 und 1996 in Uppsala-Örebro und zwischen 1995 und 1996 in Stockholm ein Hirntumor diagnostiziert und histologisch verifiziert worden war. Insgesamt nahmen 233 Patienten an der Studie teil, ihr Alter lag zwischen 20 und 80 Jahren. Pro Fall wurden aus der selben Wohnregion zwei Kontrollpersonen mit entsprechendem Alter und Geschlecht ausgewählt.

Exposition: Die Informationen zum Gebrauch des Mobiltelefons wurden mittels schriftlichem Fragebogen erhoben und durch telefonische Rückfragen ergänzt. Anhand der Vorwahlnummer eruierte man, ob es sich um ein digitales Mobiltelefon (GSM) oder ein analoges Mobiltelefon (NMT) gehandelt hatte. Die Exposition innerhalb des letzten Jahres vor der Diagnose wurde nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurde die Exposition gegenüber Chemikalien sowie der Verlauf der beruflichen Tätigkeit erfragt.

Methode: Die Datenauswertung erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. In die endgültige Analyse aufgenommen wurde die Daten von 209 Hirntumorpatienten (106 Männer, 103 Frauen) und 425 Kontrollpersonen.

Resultat: Das Durchschnittsalter der Hirntumorpatienten lag bei 50 Jahren. 78 Patienten (37.3%) und 161 Kontrollpersonen (37.9%) benützten Mobiltelefone. Die mittlere kumulative Gesprächsdauer betrug bei den Patienten 511 Stunden (Median: 136 Std.) und bei den Kontrollen 428 Stunden (Median: 136 Std.). In der Gesamtanalyse zeigte sich keine Assoziation zwischen Hirntumorrisiko und Mobiltelefongebrauch (OR=0.98; 95%-CI: 0.69-1.41). Die Stratifizierung nach verschiedenen langen Induktionszeiten und nach

Telefontyp (digital/analog) ergab keine anderen Resultate. Die Einteilung der Exposition nach Quartilen zeigte keine Dosis-Wirkungsbeziehung.

Bei der Betrachtung aller Hirntumorarten zusammen ergab sich kein gehäuftes Auftreten an der Kopfseite, auf der üblicherweise telefoniert wurde. Ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Risiko für die stärker exponierte Kopfseite zeigte sich in Bezug auf Hinterkopf- und Schläfenlappentumoren bei der Verwendung eines analogen Telefons (rechte Kopfseite OR=2.45, 95%-CI: 0.78-7.76, linke Kopfseite OR = 2.40, CI: 0.52-10.9).

Bemerkungen: Die Expositionsdauer bei den Teilnehmern ist relativ gering (einige hundert Stunden Mobiltelefongebrauch).

Bei der Interpretation der nichtsignifikanten Unterschiede hinsichtlich Seitenabhängigkeit ist zusätzlich die Möglichkeit eines Recall-Bias zu berücksichtigen. (Tendenziell wird von Patienten die Tumorseite auch als die Benutzungsseite angegeben.) Die Seitenabhängigkeit für Hinterkopf- und Schläfenlappentumore deutet aber an, dass der Gebrauch des Mobilfunktelefons ein gewisser Risikofaktor sein könnte. Dass die Seitenabhängigkeit nur für eine Subgruppe der Tumoren beobachtet wurde, zeigt, dass Risikounterschiede nur nachweisbar sind, wenn bedeutsame Unterschiede in der Strahlenbelastung im Kopf auftreten. Die stärkere Beziehung für analoge Systeme kann sowohl mit der längeren Induktionszeit als auch mit der grösseren Strahlungsleistung dieses Typs erklärt werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Seitenabhängigkeit nicht statistisch signifikant ist, deshalb auch zufällig zustande gekommen sein könnte. Zur Beurteilung, ob ein Recall-Bias vorliegt, müsste abgeklärt werden, ob eine solche Seitenabhängigkeit beim Gebrauch von konventionellen Telefonen nicht auftritt. Erst dann kann ausgeschlossen werden, dass andere unbekannte Zusammenhänge diesbezüglich bestehen.

Finanzierung: Swedisch Medical Research Council und Örebro Cancer Fund

Hayes DL, Wang PJ, Reynolds DW, Estes NAM, Griffith JL, Steffens RA, Carlo GL, Findlay GK, Johnson CM.

Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones.

New England Journal of Medicine 1997; 336 (21): 1473-1479

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Interferenz von Mobiltelefonen mit Herzschrittmachern

Kollektiv: 980 Patienten mit implantiertem Zwei- oder Einkammer-Herzschrittmachern

Exposition: Es wurden fünf konventionelle Mobiltelefone (ein analoges, vier digitale Geräte) bei normaler Position am Ohr und bei einer Serie von Manipulationen in der Nähe des Herzschrittmachers getestet. Die Telefone wurden auf maximale Ausgangsleistung programmiert. Zusätzlich wurde eine wirkliche Datenübertragung simuliert.

Methode: Multicenterstudie, prospektives Crossover-Design

Resultat: Von 5533 Tests wurden bei 20 Prozent der Fälle eine Art von Interferenz registriert. Die Inzidenz von Symptomen war 7.2%, klinisch signifikante Interferenzen traten in 6.6% der Fälle auf. Es gab keine klinisch relevanten Interferenzen, wenn das Telefon ans Ohr gehalten wurde. Solche Interferenzen traten nur auf, wenn das Telefon über den Herzschrittmacher gehalten wurde. Sie waren signifikant häufiger bei Zwei-Kammer-Herzschrittmachern und häufiger bei Schrittmachern mit Filtern (feed-through filter).

Schlussfolgerung: Interferenzerscheinung können im Zusammenhang mit Mobiltelefonen auftreten. Beim Telefonieren am Ohr bedeuten diese Interferenzen kein Gesundheitsrisiko.

Finanzierung: Wireless Technology Research

Henshaw DL, Ross AN, Fews AP, Preece AW.

Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields.

International Journal of Radiation Biology 1996; 69 (1): 25-38

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Hermann DM, Hossmann KA.

Neurological effects of microwave exposure related to mobile communication.

Journal of the Neurological Sciences 1997; 152 (1): 1-14

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien, die elektrophysiologische, biochemische und morphologische Effekte der Mobilfunkstrahlung auf den Organismus untersuchten.

Resultat: Zusammenfassung der Hauptresultate vieler experimenteller Studien (in vitro und in vivo).

Schlussfolgerung: Studien zeigten Effekte auf neuronale elektrische Aktivität, Zell-Kalzium-Homöostase, Energiestoffwechsel, genetische Antwort, Neurotransmittergleichgewicht und Blut-Hirn-Schranke. Die Resultate sind oft widersprüchlich. Bisher besteht keine Evidenz für einen gesundheitsgefährdenden Effekt der Mobilfunkstrahlung.

Hocking B, Gordon IR, Grain HL, Hatfield GE.
Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers.
Medical Journal of Australia 1996; 165 (11-12): 601-605

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)
Epi: Ökologische Studie
Epi: Querschnittsstudie

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen der Exposition durch TV-Sendetürme und Krebsinzidenz resp. -mortalität.

Kollektiv: Bevölkerung im Umkreis von ca. 4 km um drei TV-Sendetürme im Vergleich zur Bevölkerung in weiterem Umfeld (ca. 4 bis 15 km).

Exposition: Die drei Sendetürme waren im Dreieck aufgestellt mit etwa je 1.5 km Entfernung zueinander. Sie emittierten im Frequenzbereich 63 bis 202 MHz mit einer Leistung von etwa 570 kW und im Bereich 526 bis 533 MHz mit etwa 330 kW. Rund die Hälfte der Sendeleistung wurde zwischen 1956 und 1965 in Betrieb genommen, der Rest zwischen 1976 und 1980. Es handelte sich um FM- (frequenzmodulierte) und AM- (amplitudenmodulierte) Signale (Fernsehen und Radio). Hauptmodulationsfrequenzen waren 50 Hz und 15.6 kHz. Die berechnete durchschnittliche Strahlungsdichte lag zwischen 8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (bei den Türmen) bis 0.2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ in 4 km Distanz (exponiertes Gebiet) und 0.02 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ in 12 km Distanz (nicht exponiert). Die in der Nähe eines Turmes gemessenen Werte waren fünf Mal geringer als die berechneten Levels.

Methode: Vergleich der Leukämie- und Hirntumorinzidenzen sowie Mortalität in den exponierten Gebieten im Vergleich zu den nicht exponierten Gebieten zwischen 1972 und 1990. Das Kontrollgebiet weist eine ähnliche soziodemographische Struktur auf. Bis zum Studienbeginn war noch kein gehäuftes Auftreten von Krebserkrankungen in der Umgebung der Sendetürme beobachtet worden. Einflussfaktoren: Alter (<15, 15-70, >70), Geschlecht, Kalenderperiode (1972-1978, 1979-1984, 1985-1990).

Resultat: Für alle Alterskategorien zusammen wurden statistisch signifikante Effekte gefunden bezüglich der Inzidenzen von 'Leukämien insgesamt', 'lymphatischen Leukämien' und 'anderen Leukämien' sowie bezüglich der Mortalität von 'lymphatischen Leukämien' und 'anderen Leukämien'. Bei den Kindern (0 bis 14 J.) waren die Inzidenzen und die Mortalitätsraten von 'Leukämien insgesamt' und 'lymphatischen Leukämien' signifikant erhöht. Die anderen Leukämie-Raten waren erhöht, aber nicht signifikant. Die Hirntumor-Inzidenz war im exponierten Gebiet nicht höher als in der nichtexponierten Region. Mögliche Störgrößen, die eine positive Assoziation verursacht haben könnten, werden diskutiert: sozioökonomische Faktoren (nicht wahrscheinlich), Verkehrsdichte ist im exponierten Gebiet grösser, Radiumfabrik in Hunters Hill bis 1970 (am Rand des exponierten Gebietes), Umzug der Bevölkerung.

Schlussfolgerung: Zusammenhang bei niedriger Exposition gefunden. Dosis-Wirkungsbeziehungen müssten etabliert und Befunde repliziert werden, um definitive Schlussfolgerungen ziehen zu können.

Bemerkungen: Dieses ökologische Studiendesign lässt nur eine sehr rudimentäre Kontrolle von möglichen Störgrößen zu. Insbesondere die höhere Verkehrsdichte im exponierten Gebiet und die Radiumfabrik, von der das exponierte Gebiet im Durchschnitt stärker betroffen ist, sind Störgrößen mit potentiell grossem Einfluss. Zudem befindet sich das Spital für Leukämiebehandlung im exponierten Gebiet, was möglicherweise Leukämiepatienten anzieht, und sich zumindest in der Mortalitätsstatistik auswirken könnte. Zwischen 1972 und 1990 war die Krebsinzidenz konstant bis rückläufig und die Mortalität rückläufig (letzteres ev. wegen besserer Behandlungsmöglichkeiten). In Anbetracht der Zuschaltung von neuen Sendern bis 1980 wäre bei einer kausalen Dosis-Wirkungsbeziehung eher eine Zunahme der Erkrankungsraten zu erwarten.

Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti JLR.

Measurement of DNA damage after exposure to electromagnetic radiation in the cellular phone communication frequency band (835.62 and 847.74 MHz).

Radiation Research 1997; 148 (6): 618-627

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Laborstudie zur Untersuchung von DNA-Schäden durch Hochfrequenzstrahlung.

Exposition: Zwei Arten von Hochfrequenzstrahlung: a) frequenzmoduliert (FMCW) mit einer Trägerfrequenz von 835.62, b) Code-Division-Multiple-Access (CDMA) bei 847.74 MHz. Die Expositionsdauer variierte und betrug maximal 24 h. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) war 0.6 W/kg.

Methode: Mäusezellen und menschliche Glioblastomzellen (Glioblastom: maligner Hirntumor) wurden gegenüber zwei Arten von hochfrequenter Strahlung exponiert. Mit der Alkaline-Comet-Methode wurden Zellschäden bestimmt und mit einer negativen und einer positiven Kontrolle (Scheinexposition resp. 137-Cäsium-Bestrahlung) verglichen.

Resultat: Hinsichtlich DNA-Schädigung wurden keine statistisch signifikanten Differenzen zwischen den scheinexponierten und den hochfrequent-exponierten Zellen gefunden.

Schlussfolgerung:

Finanzierung: Motorola

Mann K, Röschke J.

Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep.

Neuropsychobiology 1996; 33 (1): 41-47

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Mobilfunkstrahlung auf den Schlaf und das EEG.

Kollektiv: 14 gesunde männlich Probanden, 21-34 Jahre alt ($m=27.2$). Probanden mit physischen und psychischen Krankheiten sowie Schlafstörungen wurden mittels umfangreicher Untersuchungen ausgeschlossen. Alle Studienteilnehmer waren Nichtraucher und nahmen keine Drogen. An den Versuchstagen wurde kein Alkohol konsumiert.

Exposition: Als Strahlungsemitter wurde ein Mobiltelefon der Motorola, GSM-System, verwendet. Es wurde 40 cm vom Kopfkissen des Bettes befestigt. Strahlung war 900 MHz mit einer Pulsfrequenz von 217 Hz und einer Pulsbreite von 580 μs . Die Spitzenleistung war 8 W. Damit resultiert in 40 cm Distanz eine durchschnittliche Strahlungsleistung von 50 $\mu W/cm^2$. Die Exposition erfolgte durchgehend von 23.00 bis 7.00 Uhr.

Methode: Jeder Proband verbrachte 3 aufeinanderfolgende Nächte im Schlaflabor. Die erste Nacht diente zur Adaption. Um 11 Uhr wurde das Licht gelöscht, vorher durfte nicht geschlafen werden. Die Daten der Probanden wurden von 23.00 bis 7.00 registriert. Eine Nacht erfolgte unter Exposition, eine unter Schein-Exposition. Die Reihenfolge wurde randomisiert. Zusätzlich zu EEG-Aufzeichnungen wurden Patienten mittels Fragebogen und einem kurzen nicht-standardisierten Interview zum subjektivem Schlafempfinden befragt. Die statistische Analyse der EEG-Daten erfolgte mit dem Wilcoxon-Test (paarweise). Für die verschiedenen Schlafphasen wurde eine ANOVA durchgeführt mit Feldexposition und Nummer der Nacht als Variable. Mittels Zwei-Weg-ANOVA wurde die mittlere spektrale Leistungsdichte in den verschiedenen Schlafphasen statistisch geprüft.

Resultat: Die Einschlafdauer war unter Feldexposition verkürzt, ebenso die Länge und der prozentuale Anteil der

REM-Phasen am Schlaf. Bei der Länge der anderen Schlafphasen gab es keine Unterschiede. Die spektrale Leistungsdichte des EEGs unterschied sich nur während der REM-Phasen zwischen Schein- und realer Exposition. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Schlafphase und Expositionslevel wurde für das Alpha-1- (7.5-12.5Hz) und das Alpha-2-Band (12.5-15Hz) des EEGs beobachtet. Generell war kein Einfluss des Expositionsstatus auf das subjektive Empfinden während der Nacht und am nächsten Tag festzustellen. Das einzige signifikante Resultat war, dass sich die Probanden am Tag nach Nächten mit Feldexposition ruhiger fühlten.

Schlussfolgerung: Es zeigt sich, dass schwache elektromagnetische Strahlung biologische Effekte produzieren kann, die sich nicht mit thermalen Wirkungsmechanismen erklären lassen. Wahrscheinlich entstehen die Effekte über die Einwirkung des elektromagnetischen Feldes auf die Zellmembran.

Bemerkungen: Bezüglich gesundheitlicher Folgen sind die Resultate schwierig zu interpretieren. Es stellt sich die Frage, ob die Effekte auch bei permanenter Exposition, wie sie von Basisstationen erfolgt, zu beobachten wären. Zu berücksichtigen ist, dass die Expositionsstärke ungefähr dem dreifachen schweizerischen Anlagegrenzwert entspricht. In Tabelle 2 ist wahrscheinlich die Beschriftung der Spalten vertauscht, da die Ergebnisse in der vorliegenden Darstellung nicht mit den Aussagen im Abstract konsistent sind.

Replikationsstudie: Wagner P. et al: Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysomnographic study using standardized conditions. Bioelectromagnetics 1998; 19 (3), 199-202. (Id. Nr.1150)

Finanzierung: Deutsche Telekom

Mann K, Wagner P, Brunn G, Hassan F, Hiemke C, Röschke J.

Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on the neuroendocrine system.

Neuroendocrinology 1998; 67 (2): 139-144

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von GSM-Strahlung auf die nächtlichen Konzentration von Hormonen, die im Zusammenhang mit dem Schlaf-Wach-Rhythmus stehen.

Kollektiv: 24 gesunde männliche Probanden zwischen 18 und 37 Jahren (Durchschnitt: 26). Alle Studienteilnehmer waren Nichtraucher und nahmen keine Drogen.

Exposition: Als Strahlungsemitter wurde ein Mobiltelefon der Motorola (GSM-System) verwendet mit einer zirkulären polarisierten logarithmischen periodischen Flachantenne mit einem Radius von 20 cm. Die Antenne wurde 40 cm vom Kopfkissen des Bettes entfernt befestigt. Die Frequenz betrug 900 MHz mit einer Pulsfrequenz von 217 Hz und einer Pulsbreite von 577 μ s. Die gemessene Durchschnittsleistung lag bei 0.2 W/m². Aufgrund der speziellen Antennenkonstruktion war das Feld im Kopfbereich des Probanden beinahe homogen. Der berechnete SAR-Wert betrug 0.3 W/kg mit einem Maximum von 0.6 W/kg. Die Exposition erfolgte durchgehend von 23.00 bis 7.00 Uhr.

Methode: Jeder Proband verbrachte 3 aufeinanderfolgende Nächte im Schlaflabor. Die erste Nacht diente zur Adaptation. Um 11 Uhr wurde das Licht gelöscht, vorher durfte nicht geschlafen werden. Die Daten der Probanden wurden von 23.00 bis 7.00 registriert. Eine Nacht erfolgte unter Exposition, eine unter Scheinexposition. Die Reihenfolge wurde randomisiert. Die Hormonkonzentration in den Blutproben wurden standardisiert analysiert. Die Serumkonzentrationen von Wachstumshormon (GH), luteinisierendem Hormon (LH) und Kortison wurden alle 20 Minuten bestimmt, die Melatoninkonzentration jede Stunde. Zwei Probanden wurden von der endgültigen Analyse ausgeschlossen wegen eines geringen Schlaffeffizienzindizes (SEI=Schlafzeit/Zeit in Bett). Einflussfaktor: Lärm.

Resultat: Die Resultate der allgemeinen Schlafparameter sind identisch mit denjenigen der Studie von Wagner et al., Bioelectromagnetics 1998: 19 (3), 199-202 (Id.Nr. 1150). Die Gesamthormonproduktion war für alle Hormone bei Feldexposition höher als bei Nichtexposition, wobei die Unterschiede keine statistische Signifikanz erreichten. Die Kortisonkonzentration war bei Feldexposition in der ersten und letzten Schlafstunde signifikant erhöht. Die Unterschiede in der Melatoninkonzentration waren nachts um 3 Uhr am stärksten. Die Pulsfrequenz unterschied sich nicht signifikant zwischen Exposition und Kontrollnacht.

Bemerkungen: Die Schlussfolgerung im Abstract, dass eine Adaptation an das Feld stattfand, wird durch die Daten nicht bestätigt. In der letzten Schlafphase vor dem Aufwachen sind die Kortisonkonzentrationen mit/ohne Exposition signifikant verschieden.

Finanzierung: Technologiecenter der Deutschen Telekom

Pfluger DH, Minder CE.

Effects of exposure to 16.7 Hz magnetic fields on urinary 6- hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers.

Journal of Pineal Research 1996; 21 (2): 91-100

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Phillips JL, Ivaschuk O, Ishida-Jones T, Jones RA, Campbell-Beachler M, Haggren W.

DNA damage in Molt-4 T-lymphoblastoid cells exposed to cellular telephone radiofrequency fields in vitro. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1998; 45 (1): 103-110

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von DNA-Schäden in vitro bei nicht-thermalen Bedingungen

Exposition: gepulste Signale mit einer Frequenz von 813.5625 MHz (iden-Signal) und 836.55 MHz (TDMA-Signal). Sehr tiefe SAR von 2.4 und 24 mW/kg (0.8 und 8 mW/cm²) für iDEN bzw. 2.6 und 26 mW/kg (0.9 und 9 mW/cm²) für TDMA.

Methode: Molt-4 T-Lymphoblastoide wurden gegenüber zweier Arten von hochfrequenter Strahlung exponiert. DNA-Schäden wurden mittels Alkaline-Comet oder Zell-Gel Elektrophorese bestimmt und mit schein-exponierten Vergleichskulturen bestimmt. Die Inkubationszeit betrug 2, 3 und 21 Stunden. Die korrespondierenden Expositionszeiten waren 1, 1.67 und 10.67 Stunden. Statistische Differenz in der Verteilung verschiedener Parameter wurde mittels Kolmogorov-Smirnoff Verteilungs-Test bestimmt.

Resultat: Beim 2- und 21-stündigen Experiment führte iDEN- oder TDMA-Exposition bei einem SAR von 2.4 bzw. 2.6 mW/kg zu einer signifikanten Verminderung von DNA-Schäden, während bei einem SAR von 24 bzw. 26 mW/kg signifikant mehr DNA-Schäden beobachtet wurden. (Das 21-Stunden Experiment wurde für TDMA nicht durchgeführt). Das 3-Stunden Experiment führte beim tiefen SAR zu einer Erhöhung (statistisch signifikant bei 3 von 4 Parametern/Expositionen) der DNA-schäden, während bei einem hohen SAR genau das umgekehrte Resultat beobachtet wurde (statistisch signifikant bei 1 von 4 Parametern/Expositionen).

Schlussfolgerung: Verteilung ist stabileres Vergleichsmass als Mittelwert, der durch einige Extremwerte bestimmt werden kann. Studie zeigt, dass verschieden RF-Signale mit biologischen Systemen interagieren. Inkonsistente Ergebnisse werden mit dem DNA-Reparaturmechanismus erklärt. (Einwirkung nur auf DNA-Schäden oder/und Reparaturmechanismus ist unterschiedlich auf der zeitlichen Achse)

Bemerkungen: Die Inkonsistenz der Resultate macht eine Bewertung schwierig. Besteht wirklich ein Interaktion zwischen den Zellen und der Strahlung oder sind hier experimentelle Artefakte beobachtet worden, die zufällige Befunde in die eine oder andere Richtung bewirken. Die Hypothese, dass die Interaktion mit dem Reparaturmechanismus auf der zeitlichen Achse zu unterschiedlichen Befunden führen kann, ist schwierig zu überprüfen und müsste mit einer entsprechenden Studie verifiziert werden. Es stellt sich auch die Frage, inwiefern die Verteilung der untersuchten Parameter stabil ist. Es ist denkbar, dass jedes Experiment zu einer anderen Verteilung führt. Dies würde erklären, warum praktisch alle getesteten Hypothesen zu einem statistisch signifikanten Ergebnis führten

Finanzierung: US-Behörde und Motorola

Preece AW, Iwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, Lim E, Valey A.
Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man.
International Journal of Radiation Biology 1999; 75 (4): 447-456

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Einflüsse von Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Fähigkeiten des Menschen.

Kollektiv: Zwei Gruppen à 18 Personen: Die erste Gruppe bestand aus 9 Männern und 9 Frauen, Alter: 21 bis 60 Jahre bei einem Durchschnitt von 38 Jahren. Die zweite Gruppe bestand aus sechs Personen zwischen 22 und 28 Jahren, ebenfalls ausgeglichenes Geschlechterverhältnis. Eine Person der Gruppe 1 wurde nicht berücksichtigt, da die Daten versehentlich überschrieben wurden.

Exposition: Mobiltelefonimitation mit Viertel-Wellen-Antenne, am linken Ohr mit einem Bügel befestigt. Frequenz war 915 MHz. Durchschnittliche Leistung war 1 W für die Simulation des Analogtelefons und 0.125 W für die GSM-Simulation (217 Hz Modulationsfrequenz, 12.5% Betriebsfaktor). Geschätzte SAR Werte (aus Literatur) betrugen im Kopf 0.16 bis 0.65 W/kg bzw. 0.06 bis 0.41 W/kg im Gehirn. Werte von 3 bis 4 W/kg gemittelt über 1g werden ebenfalls zitiert.

Methode: Ein Versuch bestand aus 10 verschiedenen Tests (einfache Reaktionszeit und Wahl-Reaktionszeit, räumliches Gedächtnis, Wörter- und Zahlen-Arbeitsgedächtnis, Wort- und Bilderkennung) und dauerte 25 bis 30 Minuten. Zuerst wurden zwei Trainingssitzungen durchgeführt, dann drei Expositionssituationen im ausbalancierten Crossover-Design: Scheinexposition, analoges Feld, digitales Feld. (Eine Kondition wurde versehentlich verkehrt ausgeführt, deshalb nicht genau ausgeglichen). Die Versuche wurden im Abstand von 48 Stunden durchgeführt. Die zweite Gruppe wurde nach Schlafgewohnheiten, Medikamenten-, Alkohol-, Tee- und Kaffeekonsum gefragt (generell und 12 h vor dem Test). Es wurden alle 36 bzw. 35 Personen zusammen statistisch analysiert und signifikante Ergebnisse noch gruppenspezifisch untersucht. Es wurde bivariate und multivariate Analysen durchgeführt; bei letzteren wurden verwandte Variablen zusammengefasst. Für die multivariaten Analysen wurden p-Werte mit Roy's Largest Root MANOVA-Teststatistik berechnet.

Resultat: Das einzige signifikante Resultat war die Verkürzung der Wahl-Reaktionszeit bei Exposition. Der Unterschied war bei analoger (leistungsstärkster) Exposition deutlicher als bei digitaler Exposition. Der Effekt war für beide Untersuchungsgruppen einzeln ebenfalls signifikant. Die Geschwindigkeit und die Fehlerrate im Arbeitsgedächtnistest und im sekundären Gedächtnistest sowie die Fehlerrate in Reaktionstests zeigten keinen signifikanten Zusammenhang mit der Exposition, weder bei bivariater noch bei multivariater Analyse. Die untersuchten Einflussfaktoren modifizierten den Effekt nicht. Mit zunehmendem wöchentlichen Alkoholkonsum war eine Abnahme der Reaktionszeit zu beobachten und eine langsamere Wachsamkeitsreaktionszeit für Personen mit grösserem Kaffee-/Teekonsum vor den Tests. Je öfter der Test durchgeführt wurde, desto besser war das Testergebnis (Lerneffekt).

Schlussfolgerung: Die geschätzte effektive Temperaturerhöhung bei der vorliegenden Exposition betrug 0.01 bis 0.1°C, so dass ein thermischer Effekt nicht vollständig ausgeschlossen werden kann. Es wird angenommen, dass die Grosshirnregion in der Nähe des Augenwinkels (Gyrus angularis) am stärksten exponiert ist. Im Vergleich zu einfachen und zu Wachsamkeitsreaktionstests sind beim Wahl-Reaktionstest auch lexikalische oder semantische Prozesse beteiligt. Der linke Gyrus angularis dient (auch bei Linkshändern) als Schnittstelle zwischen visuellen und sprachlichen Gehirnfunktionen und ist daher an Wahl-Reaktionsaufgaben beteiligt. Die Zeitdifferenz von 14 ms ist zu gross, um nur mit Erwärmungseffekten erklärt zu werden. Allenfalls fand eine Änderung im Bereich der Nervenzellsynapsen statt, die Mechanismen sind jedoch unbekannt. Gedächtnisprozesse sind nicht betroffen von der Exposition, da die entsprechenden Hirnareale zu tief im Gehirn liegen oder zu weit von der Antenne entfernt sind.

Bemerkungen: Der Effekt bezüglich der Wahl-Reaktionszeit scheint konsistent und kaum durch die Mehrfachtestproblematik verursacht. Tendenziell scheinen auch andere Tests eher bessere Resultate bei Analogbestrahlung zu liefern (zB. 'verzögerte Bild-Reaktionszeit', 'verzögerte Wiederabruf-Reaktionszeit', 'sofortige Wiederabruf-Korrektheit'). Leider wird im Artikel nicht erwähnt, inwiefern das Crossover-Design nicht vollständig ausbalanciert war. Eventuell ist dadurch wegen des beobachteten Lerneffekts ein Fehler eingeführt worden. Ebenfalls nicht erwähnt sind die Resultate der ersten Gruppe, aufgrund derer die zweite Gruppe rekrutiert wurde. Möglicherweise wurden dadurch Resultate "korrigiert".

Finanzierung: Departement of Health; United Bristol Hospitals

Repacholi MH, Basten A, Gebiski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW.
Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields.
Radiation Research 1997; 147 (5): 631-640

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses von Hochfrequenzstrahlung auf die Lymphominzidenz bei Mäusen.

Kollektiv: 100 scheinexponierte und 101 real exponierte transgene Mäuse (E μ -Pim1).

Exposition: Die Mäuse wurden zweimal täglich während 18 Monaten einem 900-MHz-Feld mit einer Pulsierung von 217 Hz und Pulsbreite von 0.6 ms (μ s?) ausgesetzt. Die Leistungsflussdichte betrug 2.6 bis 13 W/m², die entsprechenden gemittelten SAR-Werte 0.13 bis 1.4 W/kg.

Resultat: Bei den exponierten Mäusen wurde eine statistisch signifikant erhöhte Lymphomrate beobachtet (OR=2.4; CI:1.3-4.5). Follikuläre Lymphome trugen am meisten zum erhöhten Risiko bei.

Schlussfolgerung: Eine Langzeit-EMF-Exposition erhöht möglicherweise das Lymphomrisiko auch beim Menschen.

Bemerkungen: Repacholi hat später diese Ergebnisse widerrufen und sie auf experimentelle Artefakte zurückgeführt.

Finanzierung: Australische Telekom und staatliche Organisation von Australien

Steiner I, Bruderer B.

Initial orientation and homing behaviour of pigeons under the influence of short wave transmissions.

Journal Fur Ornithologie 1999; 140 (2): 165-177

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Verhaltens von Brieftauben unter dem Einfluss eines Kurzwellensenders (Schwarzenburg).

Methode: Zwei Taubenschläge wurden in der Nähe eines Kurzwellensenders eingerichtet, einer der Strahlung voll ausgesetzt und einer in einem tagsüber nicht benutzten Sektor sowie topographisch vom Sender geschützt. In beiden Sendern wurden Jungvögel aufgezogen um im Alter von 3 Monaten für Testflüge verwendet. Dabei wurden sie etwa 11 km vom Heimschlag freigelassen.

Resultat: In der Anfangsorientierung der Tauben ergab sich kein Unterschied zwischen den Versuchsgruppen. Es zeigte sich kein Effekt auf die Verschwindezeit und Verschwinderichtung vom Abflugort durch den Feldeinfluss. Die ohne Sender aufgewachsenen Tiere flogen schneller nach Hause, aber nur wenn kein Sendeeinfluss vorhanden war. Bei den Tauben, die mit Sender aufgewachsen waren, liess sich kein Unterschied in der Geschwindigkeit beim Heimflug mit oder ohne Sendereinfluss festzustellen. Alle Gruppen zusammengefasst, ergaben sich geringere Flughöhen bei Sendeeinfluss, was als Vermeidungsverhalten interpretiert wird.

Schlussfolgerung: Tauben können wahrscheinlich elektromagnetische Felder wahrnehmen. An gewisse Kurzwellenbedingungen können sie sich scheinbar gewöhnen.

Finanzierung: Vogelwarte

Wagner P, Röschke J, Mann K, Hiller W, Frank C.

Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysomnographic study using standardized conditions.

Bioelectromagnetics 1998; 19 (3): 199-202

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der Studie von Mann und Röschke: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychobiology 1996: 33 (1), 41-47. (Artikel 1143) mit geringerer Exposition.

Kollektiv: 24 männliche Probanden zwischen 18 und 37 Jahren (Durchschnitt: 26J.) ohne physische und psychische Krankheiten oder Schlafstörungen. Alle Studienteilnehmer waren Nichtraucher und nahmen keine Drogen.

Exposition: Als Strahlungsemitter wurde ein Mobiltelefon der Motorola (GSM-System) verwendet mit einer zirkulären polarisierten logarithmischen periodischen Flachantenne mit einem Radius von 20 cm. Die Antenne wurde 40 cm vom Kopfkissen des Bettes befestigt. Strahlungscharakteristika: 900 MHz mit einer Pulsfrequenz von 217 Hz und einer Pulsbreite von 577 μ s. Die gemessene Durchschnittsleistung war 0.2 W/m². Aufgrund der speziellen Antennenkonstruktion war das Feld im Kopfbereich des Probanden beinahe homogen. Der berechnete SAR-Wert betrug 0.3 W/kg mit einem Maximum von 0.6 W/kg. Die Exposition erfolgte durchgehend von 23.00 bis 7.00 Uhr.

Methode: Jeder Proband verbrachte 3 aufeinanderfolgende Nächte im Schlaflabor. Die erste Nacht diente zur Adaption. Um 11 Uhr wurde das Licht gelöscht, vorher durfte nicht geschlafen werden. Die Daten der Probanden wurden von 23.00 bis 7.00 registriert. Eine Nacht erfolgte unter Exposition, eine unter Scheinexposition. Die Reihenfolge wurde randomisiert. Die EEGs wurden von zwei Beurteilern (doppelblind) in REM- und Nicht-REM-Phasen unterteilt. Die Übereinstimmung war 95%. Statistische Analyse mittels Wilcoxon-Test und ANOVA. Zwei Probanden wurden von der endgültigen Analyse ausgeschlossen wegen eines geringen Schlaf-Effizienz-Indexes (SEI=Schlafzeit/Zeit im Bett). Einflussfaktor: Lärm.

Resultat: Generell wurden die gleichen Befunde gemacht wie in der früheren Studie von Mann et al. 1996. Die Unterschiede waren geringer und keines der Ergebnisse statistisch signifikant. Die Verkürzung der Einschlafzeit betrug nur eine halbe Minute. Die erste REM-Phase trat bei Exposition 16 Minuten später auf ($p=0.07$) und die Dauer der REM-Phase war 5.5 Minuten kürzer ($p=0.08$). Die Spektralanalyse des EEG ergab keine signifikanten Unterschiede für die beiden Expositionssituationen.

Schlussfolgerung: Ein möglicher Grund für das negative Resultat ist einerseits die geringere durchschnittliche Exposition, andererseits war das Feld in der Vorgängerstudie weniger homogen, so dass lokal stärkere Feldstärken zu erwarten waren. Generell widersprechen die Resultate nicht der vorherigen Studie.

Bemerkungen: Diese Studie ist ein Hinweis, dass die EEG-Effekte bei abnehmender Strahlungsleistung kleiner werden. Das Bestehen einer Dosis-Wirkungsbeziehung könnte die Evidenz für eine kausale Beziehung zwischen Feldexposition und Veränderung der Schlafphasen verstärken. Der Ausschluss von 2 Personen mit sehr schlechtem Schlaf hat wahrscheinlich keinen systematischen Einfluss auf das Resultat. Insgesamt könnte die Schlafqualität durch die experimentellen Bedingungen beeinträchtigt worden sein. Die Studie weist darauf hin, dass bei gesunden Personen unterhalb des schweizerischen Anlagengrenzwertes kaum mit starken Auswirkungen auf die Schlafqualität zu rechnen ist.

Finanzierung: Deutsche Telekom AG

Andersson B, Berg M, Arnetz BB, Melin L, Langlet I, Liden S.

A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from "electric hypersensitivity" - Subjective effects and reactions in a double-blind provocation study.

Journal of Occupational and Environmental Medicine 1996; 38 (8): 752-758

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Armstrong B, Theriault G, Guenel P, Deadman J, Goldberg M, Heroux P.

Association Between Exposure to Pulsed Electromagnetic-Fields and Cancer in Electric Utility Workers in Quebec, Canada, and France.

American Journal of Epidemiology 1994; 140 (9): 805-820

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Beale IL, Pearce NE, Conroy DM, Henning MA, Murrell KA.

Psychological effects of chronic exposure to 50 Hz magnetic fields in humans living near extra-high-voltage transmission lines.

Bioelectromagnetics 1997; 18 (8): 584-594

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Blettner M, Schlehofer B, Sauerbrei W.

Limits of metaanalysis from published data for epidemiological research.

Sozial- und Präventivmedizin 1997; 42 (2): 95-104

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Braune S, Wrocklage C, Raczek J, Gailus T, Lucking CH.

Resting blood pressure increase during exposure to a radio- frequency electromagnetic field.

Lancet 1998; 351 (9119): 1857-1858

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Strahlung eines Mobilfunktelefons auf Blutdruck, Pulsrate und Kapillarperfusion (periphere Durchblutung).

Kollektiv: 7 gesunde Männer und 3 gesunde Frauen zwischen 26 und 36 Jahren.

Exposition: GSM-Telefon: 900 MHz, 217 Pulsfrequenz, 2 Watt. Telefon in typischer Haltung an rechter Kopfseite platziert.

Methode: Einfach-blindes Studiendesign. Je 35 Minuten Schein- und reale Exposition mit kontinuierlicher Messung von Blutdruck, Pulsrate und Kapillarperfusion. Die Probanden waren immer zuerst scheinexponiert und dann real exponiert, um den Einfluss längerfristiger Effekte zu vermeiden. (Den Versuchspersonen wurde gesagt, dass die Reihenfolge randomisiert sei). Nach der Exposition mussten Probanden aufstehen, tief durchatmen und den Valsalva-Versuch durchführen. Jeder Proband absolvierte 5 Versuchsreihen an 5 verschiedenen Tagen. Subjektive Parameter wurden vor und nach dem Versuch mit Fragebogen erhoben.

Resultat: Es wurde kein statistisch signifikanter Effekt für die subjektiven Parameter beobachtet. Während der Exposition waren der systolische und diastolische Blutdruck erhöht. Beim Valsalva-Versuch wurden für die verschiedenen Testphasen sowohl höhere als auch tiefere Blutdruckwerte im Vergleich zur Scheinexposition gefunden. Während allen Manövern des Valsalva-Versuchs war die Vasokonstriktion bei Befeldung statistisch signifikant stärker ausgeprägt. Die absolute Pulsrate war in der Ruhephase und bei allen Manövern während der Befeldung signifikant tiefer als während der Scheinbefeldung.

Schlussfolgerung: Die Strahlung des Mobiltelefons bewirkt eine Zunahme der sympathikusgesteuerten

Körperfunktionen mit einem Blutdruckanstieg von 5 bis 10 mmHg, sehr wahrscheinlich wegen verstärkter Vasokonstriktion.

Bemerkungen: Die Tatsache, dass immer zuerst die Scheinexposition erfolgte und dann die tatsächliche Befeldung, ist problematisch. Möglicherweise sind die beobachteten Effekte auf eine zeitliche Entwicklung des Blutdrucks im Verlauf des Experiments zurückzuführen und unabhängig von der EMF-Exposition.

Nach dieser Veröffentlichung äusserte das FIOSH (Federal Institute for Occupational Safety and Health, Berlin) die Vermutung, dass die Blutdruckgeräte mit Mobiltelefonen interferieren. In "Microwave News" XXI, No. 4, S 1 +12 (Juli/August 2001) distanzierte sich Braune von den Resultaten. In einem Interview sagte er, dass er die Versuche wiederholt habe und den selben Einfluss auf den Blutdruck gefunden habe. Er glaube aber, dass dies nicht auf die Hochfrequenzstrahlung zurückzuführen sei, sondern auf die Positionsänderung der Probanden während des Experiments. Vgl. Replikationsstudie von Braune et al., Radiat Res 2002: 158 (3), 352-6., Id. Nr.1671

Finanzierung: Universitätsklinik Freiburg und Deutsche Telekom AG

Brusick D, Albertini R, McRee D, Peterson D, Williams G, Hanawalt P, Preston J.

Genotoxicity of radiofrequency radiation.

Environmental and Molecular Mutagenesis 1998; 32 (1): 1-16

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zur Untersuchung gentoxischer Effekte der Hochfrequenzstrahlung.

Burch JB, Reif JS, Yost MG, Keefe TJ, Pitrat CA.

Nocturnal excretion of a urinary melatonin metabolite among electric utility workers.

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 1998; 24 (3): 183-189

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Chagnaud JL, Moreau JM, Veyret B.

No effect of short-term exposure to GSM-modulated low-power microwaves on benzo(a)pyrene-induced tumours in rat.

International Journal of Radiation Biology 1999; 75 (10): 1251-1256

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Chagnaud JL, Veyret B.

In vivo exposure of rats to GSM-modulated microwaves: flow cytometry analysis of lymphocyte subpopulations and of mitogen stimulation.

International Journal of Radiation Biology 1999; 75 (1): 111-113

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Immunsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Cleary, SF.

Effects of radio-frequency radiation on mammalian cells and biomolecules in vitro.

1995; 250

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Coghill RW, Steward J, Philips A.

Extra low frequency electric and magnetic fields in the bedplace of children diagnosed with leukaemia: A case-control study.

European Journal of Cancer Prevention 1996; 5 (3): 153-158

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Daniells C, Duce I, Thomas D, Sewell P, Tattersall J, de Pomerai D.

Transgenic nematodes as biomonitors of microwave-induced stress.

Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis 1998; 399 (1): 55-64

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Deutsch S, Wilkening GM.
Electromagnetic field cancer scares.
Health Physics 1997; 73 (2): 301-309

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Feychting M, Kaune WT, Savitz DA, Ahlbom A.

Estimating exposure in studies of residential magnetic fields and cancer: Importance of short-term variability, time interval between diagnosis and measurement, and distance to power line.

Epidemiology 1996; 7 (3): 220-224

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Feychting M, Forssen U, Floderus B.

Occupational and residential magnetic field exposure and leukemia and central nervous system tumors.

Epidemiology 1997; 8 (4): 384-389

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Feychting M, Forssen U, Rutqvist LE, Ahlbom A.

Magnetic fields and breast cancer in Swedish adults residing near high-voltage power lines.

Epidemiology 1998; 9 (4): 392-397

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Goldsmith, JR.

Epidemiological studies of radio-frequency radiation: Current status and areas of concern.

Science of the Total Environment 1996; 180 (1): 3-8

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Guenel P, Goldberg M.

Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers - Reply.

American Journal of Epidemiology 1997; 146 (7): 607-607

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf einen Kommentar von P. Badrinath in Am J Epidemiol. 1997; 146(7): 606-7

Harrington JM, McBride DI, Sorahan T, Paddle GM, van Tongeren M.

Occupational exposure to magnetic fields in relation to mortality from brain cancer among electricity generation and transmission workers.

Occupational and Environmental Medicine 1997; 54 (1): 7-13

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Heath, CW.

Electromagnetic field exposure and cancer: A review of epidemiologic evidence.

Ca-a Cancer Journal For Clinicians 1996; 46 (1): 29-44

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Johansen C, Olsen JH.

Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers. American Journal of Epidemiology 1998; 148 (4): 362-368

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Sterblichkeit (allgemein) Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Tumoren: weitere Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Todesursachen in einer Kohorte von Angestellten dänischer Elektrizitätswerke. Evaluation der Mortalitätsraten in Bezug auf Exposition gegenüber extrem niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung (ELF-EMF) am Arbeitsplatz.

Kollektiv: 26 136 Männer, die im Zeitraum zwischen 1900 und 1993 mindestens drei Monate lang in einem von 99 dänischen Stromversorgungsunternehmen arbeiteten.

Exposition: Anhand einer Berufsexpositionsmatrix wurden fünf Belastungskategorien unterschieden: Mittlere 50-Hz-Exposition während eines Arbeitstags $\leq 0.09 \mu\text{T}$ (Hintergrundbelastung), $0.1\text{-}0.29 \mu\text{T}$ (geringe Exposition), $0.3\text{-}0.99 \mu\text{T}$ (mittlere Exposition), $\geq 1.0 \mu\text{T}$ (starke Exposition) und nicht einschätzbar Exposition. Die kumulative EMF-Belastung wurde anhand der durchschnittlichen Exposition und der Anstellungsdauer ermittelt.

Methode: Die Daten stammten aus Registern der Elektrizitätswerke und Pensionskassen sowie aus dem dänischen Bevölkerungsregister und dem nationalen Todesscheinregister. Beobachtungszeitraum zur Erfassung der Todesfälle: 1974 bis 1993. Berechnet wurde das standardisierte Mortalitätsverhältnis (=beobachtete vs. erwartete Todesfälle). Einflussfaktoren: Häufigkeit von Stromschlägen, Exposition gegenüber Abest, Tabakrauch, Lösungsmitteln oder anderen Schadstoffen am Arbeitsplatz oder privat.

Resultat: Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum betrug 14.3 Jahre, insgesamt wurden 303 000 Personen-Jahre analysiert. In diesem Zeitraum ereigneten sich 3540 Todesfälle. Da der Erwartungswert bei 3709 Todesfällen lag, ergab sich insgesamt ein leicht erniedrigtes standardisiertes Mortalitätsverhältnis (SMR) von

0.96 (95%-CI: 0.93-0.99). In der Gruppe mit der höchsten EMF-Exposition bestand eine leichtgradig erhöhte Gesamtsterblichkeit (SMR 1.12, 95%-CI: 1.04-1.19). In Bezug auf Tumorkrankheiten insgesamt betrug die SMR in den Gruppen mit mittlerer und hoher EMF-Belastung 1.2 ($p < 0.05$, Konfidenzintervalle fehlen), für Lungenkrebs 1.2 bzw. 1.4 ($p < 0.05$). Die SMR für amyotrophe Lateralsklerose lag bei 2.3 (95%-CI: 0.7-5.2) bzw. 2.8 (95%-CI: 0.8-7.3). Für beide Expositionsgruppen zusammen ergab sich eine SMR von 2.5 (95%-CI: 1.1-4.8). Hinsichtlich anderer Krebs- oder neurodegenerativer Erkrankungen ergaben sich keine erhöhten Sterberisiken. Die Sterblichkeit aufgrund von elektrischen Unfällen war in allen drei Gruppen mit EMF-Exposition signifikant erhöht (SMR 10.1, 26.9 und 30.8).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keine Unterstützung der Hypothese, dass ein Zusammenhang zwischen beruflicher EMF-Exposition (50 Hz) und einer erhöhten Mortalität an Tumorkrankheiten, kardiovaskulären oder respiratorischen Erkrankungen oder Selbstmord besteht. Die erhöhten Lungenkrebs-Sterberisiken sind wahrscheinlich auf Asbestexposition zurückzuführen. Die Befunde sprechen aber für einen Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und der Sterblichkeit an amyotropher Lateralsklerose, eventuell infolge einer erhöhten Anzahl von Stromschlägen.

Bemerkungen: Die Schlussfolgerungen der Autoren, dass die erhöhten Sterberisiken an Lungenkrebs und amyotropher Lateralsklerose am ehesten auf Asbest- oder Stromschlagexposition zurückzuführen sind, und nicht auf EMF, lassen sich aus den angegebenen Resultaten nicht nachvollziehen. Es ist nicht ersichtlich, ob die Höhe der Asbestexposition oder des Stromschlagrisikos untersucht wurde und wie sie auf die verschiedenen EMF-Expositionsgruppen verteilt ist. Um die Effekte zu trennen, müsste man in der Analyse für diese beiden potenziellen Störgrößen (Confounder) kontrollieren.

Weitere methodische Einschränkungen sind: Es wurden viele Analysen durchgeführt, so dass mit zufällig positiven Resultaten zu rechnen ist (Korrektur für multiple Testung?). Nicht bei allen Resultaten sind Konfidenzintervalle angegeben. Für viele Todesursachen ist die Anzahl exponierter Fälle gering. Die Zuverlässigkeit der diagnostischen Angaben zu neurodegenerativen Erkrankungen auf Todesscheinen ist fraglich. Es wurde nur die Haupttodesursache berücksichtigt.

Vgl.: Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1), 1-30 (Id.Nr.: 1823, Doktorarbeit mit acht Originalstudien, u.a. die vorliegende).

Finanzierung: Danish utility companies and the Danish Cancer Society

Kaatsch P, Haaf G, Michaelis J.

Childhood Malignancies in Germany - Methods and Results of a Nationwide Registry.

European Journal of Cancer 1995; 31A (6): 993-999

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Kaatsch P, Kaletsch U, Krummenauer F, Meinert R, Miesner A, Haaf G, Michaelis J.

Case control study on childhood leukemia in Lower Saxony, Germany - Basic considerations, methodology, and summary of results.

Klinische Pädiatrie 1996; 208 (4): 179-185

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Kaiser F.

External signals and internal oscillation dynamics: Biophysical aspects and modelling approaches for Interactions of weak electromagnetic fields at the cellular level.

Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1996; 41 (1): 3-18

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Kleinerman RA, Linet MS, Hatch EE, Wacholder S, Tarone RE, Severson RK, Kaune WT, Friedman DR, Haines CM, Muirhead CR, Boice JD, Robison LL.

Magnetic field exposure assessment in a case control study of childhood leukemia.

Epidemiology 1997; 8 (5): 575-583

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Kwee S, Raskmark P.

Changes in cell proliferation due to environmental non-ionizing radiation 2. Microwave radiation.

Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1998; 44 (2): 251-255

Kollektiv:

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Kurz (Tage bis Wochen)

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Lagorio S, Rossi S, Vecchia P, DeSantis M, Bastianini L, Fusilli M, Ferrucci A, Desideri E, Comba P.
Mortality of plastic-ware workers exposed to radiofrequencies.
Bioelectromagnetics 1997; 18 (6): 418-421

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)
Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Lai H, Singh NP.

Acute Low-Intensity Microwave Exposure Increases DNA Single-Strand Breaks in Rat-Brain Cells.

Bioelectromagnetics 1995; 16 (3): 207-210

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Lai H, Singh NP.

Single- and double-strand DNA breaks in rat brain cells after acute exposure to radiofrequency electromagnetic radiation.

International Journal of Radiation Biology 1996; 69 (4): 513-521

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Li CY, Theriault G, Lin RS.

Epidemiological appraisal of studies of residential exposure to power frequency magnetic fields and adult cancers.

Occupational and Environmental Medicine 1996; 53 (8): 505-510

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Li CY, Lee WC, Lin RS.

Risk of leukemia in children living near high-voltage transmission lines.

Journal of Occupational and Environmental Medicine 1998; 40 (2): 144-147

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Liden S.

"Sensitivity to electricity" - A new environmental epidemic.

Allergy 1996; 51 (8): 519-524

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Linnet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robison LL, Kaune WT, Friedman DR, Severson RK, Haines CM, Hartsock CT, Niwa S, Wacholder S, Tarone RE.

Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children.

New England Journal of Medicine 1997; 337 (1): 1-7

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldexposition durch Hochspannungsleitungen in der Umgebung des Wohnorts und akuter lymphatischer Leukämie bei Kindern.

Kollektiv: 638 Kinder mit akuter lymphatischer Leukämie, Alter unter 15 J., und 620 Kontrollpersonen.

Resultat: Die Ergebnisse liefern wenig Hinweise darauf, dass eine höhere Magnetfeldexposition am Wohnort das Leukämierisiko von Kindern erhöht (weder bei hohen zeitgewichteten Durchschnittswerten noch in der höchsten Wire-Code-Kategorie).

Lipman RM, Tripathi BJ, Tripathi RC.

Cataracts Induced By Microwave and Ionizing-Radiation.

Survey of Ophthalmology 1988; 33 (3): 200-210

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Loomis DP, Savitz DA.

Mortality From Brain Cancer and Leukemia Among Electrical Workers.

British Journal of Industrial Medicine 1990; 47 (9): 633-638

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Lotz WG.

Hyperthermia in Radiofrequency-Exposed Rhesus-Monkeys - a Comparison of Frequency and Orientation Effects.

Radiation Research 1985; 102 (1): 59-70

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Mack W, Preston-Martin S, Peters JM.

Astrocytoma Risk Related to Job Exposure to Electric and Magnetic-Fields.

Bioelectromagnetics 1991; 12 (1): 57-66

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Magras IN, Xenos TD.

RF radiation-induced changes in the prenatal development of mice.

Bioelectromagnetics 1997; 18 (6): 455-461

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Malyapa RS, Ahern EW, Straube WL, Moros EG, Pickard WF, Roti JLR.
Measurement of DNA damage after exposure to 2450 MHz electromagnetic radiation.
Radiation Research 1997; 148 (6): 608-617

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

McDowall ME.

Mortality of Persons Resident in the Vicinity of Electricity Transmission Facilities.

British Journal of Cancer 1986; 53 (2): 271-279

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Meinert R, Michaelis J.

Meta analyses of studies on the association between electromagnetic fields and childhood cancer.

Radiation and Environmental Biophysics 1996; 35 (1): 11-18

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Michaelis J, Schüz J, Meinert R, Menger M, Grigat JP, Kaatsch P, Kaletsch U, Miesner A, Stamm A, Brinkmann K, Karner H.

Childhood leukemia and electromagnetic fields: Results of a population-based case-control study in Germany. Cancer Causes & Control 1997; 8 (2): 167-174

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Michaelson SM.

Household Magnetic-Fields and Childhood Leukemia - a Critical Analysis.

Pediatrics 1991; 88 (3): 630-635

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Michaelson SM.

Biological Effects of Radiofrequency Radiation - Concepts and Criteria.

Health Physics 1991; 61 (1): 3-14

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Moulder JE, Erdreich LS, Malyapa RS, Merritt J, Pickard WF, Vijayalaxmi.
Cell phones and cancer: What is the evidence for a connection?.
Radiation Research 1999; 151 (5): 513-531

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review zum Zusammenhang zwischen Krebs und Mobiltelefonexposition

Methode: Übersicht über SAR und Strahlung durch Mobiltelefone. Arbeitsplatzstudien hochfrequent, Tierstudien, Kurz- und Langzeit.

Schlussfolgerung: Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Krebs und Hochfrequenzstrahlung ist schwach bis nicht existent.

Myers A, Clayden AD, Cartwright RA, Cartwright SC.
Childhood-Cancer and Overhead Powerlines - a Case Control Study.
British Journal of Cancer 1990; 62 (6): 1008-1014

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Nasca PC, Baptiste MS, Maccubbin PA, Metzger BB, Carlton K, Greenwald P, Armbrustmacher, VW, Earle, KM, Waldman, J.

An Epidemiologic Case-Control Study of Central Nervous-System Tumors in Children and Parental Occupational Exposures.

American Journal of Epidemiology 1988; 128 (6): 1256-1265

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G.

Residence Near High-Voltage Facilities and Risk of Cancer in Children.

British Medical Journal 1993; 307 (6909): 891-895

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Pearce N, Reif J, Fraser J.

Case-Control Studies of Cancer in New-Zealand Electrical Workers.

International Journal of Epidemiology 1989; 18 (1): 55-59

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Penafiel LM, Litovitz T, Krause D, Desta A, Mullins JM.

Role of modulation on the effect of microwaves on ornithine decarboxylase activity in L929 cells.

Bioelectromagnetics 1997; 18 (2): 132-141

Kollektiv:

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Poole C, Kavet R, Funch DP, Donelan K, Charry JM, Dreyer NA.

Depressive Symptoms and Headaches in Relation to Proximity of Residence to an Alternating-Current Transmission-Line Right-of-Way.

American Journal of Epidemiology 1993; 137 (3): 318-330

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Preston-Martin S, Mack W, Henderson BE.

Risk-Factors For Gliomas and Meningiomas in Males in Los- Angeles County.

Cancer Research 1989; 49 (21): 6137-6143

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Preston-Martin S, Gurney JG, Pogoda JM, Holly EA, Mueller BA.

Brain tumor risk in children in relation to use of electric blankets and water bed heaters - Results from the United States west coast childhood brain tumor study.

American Journal of Epidemiology 1996; 143 (11): 1116-1122

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Rea WJ, Pan Y, Fenyves EJ, Sujisawa I, Suyama H, Samadi N, Ross GH.
Electromagnetic-Field Sensitivity.
Journal of Bioelectricity 1991; 10 (1-2): 241-256

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Reif JS, Pearce N, Fraser J.

Occupational Risks For Brain Cancer - a New-Zealand Cancer Registry-Based Study.

Journal of Occupational and Environmental Medicine 1989; 31 (10): 863-867

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Reif JS, Lower KS, Ogilvie GK.

Residential Exposure to Magnetic-Fields and Risk of Canine Lymphoma.

American Journal of Epidemiology 1995; 141 (4): 352-359

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Repacholi MH, Cardis E.

Criteria for EMF health risk assessment.

Radiation Protection Dosimetry 1997; 72 (3-4): 305-312

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Präsentation von Kriterien zur Abschätzung der Gesundheitsrisiken durch EMF.

Methode: Im Hinblick auf das Internationale EMF-Projekt werde Daten aufgelistet, die zur Abschätzung des Gesundheitsrisikos benötigt werden.

Resultat: Mögliche Expositionsmasse: Spot-Messungen, Maximummessungen, Durchschnittsmessungen, Distanz zur Strahlungsquelle, Wire Codes, Berufsklassifizierung.

Studienqualität berücksichtigen (Confounding, zufällige Signifikanzen, Fehlerquellen: Informations-, Selektionsbias, statistischer Bias, Publikationsbias), Publikation nur mit Peer-Review.

In der Publikation müssen auch die Grunddaten präsentiert werden, nicht nur die Resultate komplexer statistischer Auswertungen.

Tierstudien sind geeignet, wenn keine Humanstudien vorhanden sind. Dabei muss die Zielgrösse (Symptome/Erkrankung) für den Menschen relevant sein.

Biologische Effekte und Gesundheitsgefährdung sollten unterschieden werden. Subjektive Symptome können das Befinden beeinträchtigen, wenn sie substanziell sind.

verschiedene Kategorisierungen bezüglich Kanzerogenität (z.T. analog IARC).

Repacholi MH.

Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: Health effects and research needs.

Bioelectromagnetics 1998; 19 (1): 1-19

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Rittweger J, Lambertz M, Kluge W, Kramer K, Langhorst P.

Influence of Modulated High-Frequency Electromagnetic-Fields On the Functional-Organization and Dynamics of the Common Brain-Stem System.

Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1995; 37 (1): 31-37

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Rojavin MA, Ziskin MC.

Electromagnetic millimeter waves increase the duration of anaesthesia caused by ketamine and chloral hydrate in mice.

International Journal of Radiation Biology 1997; 72 (4): 475-480

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, Dreyer NA.
Overall mortality of cellular telephone customers.
Epidemiology 1996; 7 (3): 303-305

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Mortalität bei Benutzern von Mobiltelefonen mit interner bzw. externer Antenne.

Methode: Mortalitätsvergleich bei Benutzern von Mobiltelefonen mit externer Antenne und Verwenden von Mobiltelefonen mit interner Antenne (stärkere Strahlenexposition des Kopfes).

Resultat: Es zeigte sich keine Differenz in der Mortalität der beiden Benutzergruppen. Tendenziell war die Mortalität bei den Benutzern von Telefonen mit eingebauter Antenne geringer.

Bemerkungen: Einige Limitationen im Studiendesign: keine Kontrollgruppe (Nichtexponierte), kurze Beobachtungszeit. Es ist unbekannt, wie viele Personen beide Arten von Telefonen benutzt haben. Todesfälle fehlen im Register, kurze Latenzzeit.

Finanzierung: Wireless Technology Research LLC (nonprofit group created by the cellular industry)

Ryan KL, D'Andrea JA, Jauchem JR, Mason PA.

Radio frequency radiation of millimeter wave length: Potential occupational safety issues relating to surface heating.

Health Physics 2000; 78 (2): 170-181

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Herzkreislaufsystem

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Land:
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Salford LG, Brun A, Eberhardt JL, Persson BRR.

Permeability of the Blood-Brain-Barrier Induced By 915 MHz Electromagnetic-Radiation, Continuous Wave and Modulated At 8, 16, 50 and 200 Hz.

Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1993; 30 (1-3): 293-301

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Salford LG, Brun A, Persson BRR, Eberhardt J.

Experimental Studies of Brain-Tumor Development During Exposure to Continuous and Pulsed 915 Mhz Radiofrequency Radiation.

Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1993; 30 (1-3): 313-318

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Salford LG, Brun A, Stureson K, Eberhardt JL, Persson BRR.

Permeability of the Blood-Brain-Barrier Induced By 915 MHz Electromagnetic-Radiation, Continuous-Wave and Modulated At 8, 16, 50, and 200 Hz.

Microscopy Research and Technique 1994; 27 (6): 535-542

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG.

Case-Control Study of Childhood-Cancer and Exposure to 60-Hz Magnetic-Fields.

American Journal of Epidemiology 1988; 128 (1): 21-38

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Savitz DA, John EM, Kleckner RC.

Magnetic-Field Exposure From Electric Appliances and Childhood- Cancer.

American Journal of Epidemiology 1990; 131 (5): 763-773

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Severson RK, Stevens RG, Davis S, Thomas D, Heuser L, Sever LE.

Acute Nonlymphocytic Leukemia and Residential Exposure to Power-Frequency Magnetic-Fields - Reply.

American Journal of Epidemiology 1989; 130 (2): 425-427

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Skedsmo A, Vistnes AI.

Deflection of cosmic radiation near power lines - A theoretical approach.

Health Physics 2000; 78 (6): 679-686

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Speers MA, Dobbins JG, Miller VS.

Occupational Exposures and Brain Cancer Mortality - a Preliminary-Study of East Texas Residents.

American Journal of Industrial Medicine 1988; 13 (6): 629-638

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Stern RM.

Cancer Incidence Among Welders - Possible Effects of Exposure to Extremely Low-Frequency
Electromagnetic-Radiation (Elf) and to Welding Fumes.

Environmental Health Perspectives 1987; 76: 221-229

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Stevens RG.

Electric-Power Use and Breast-Cancer - a Hypothesis.

American Journal of Epidemiology 1987; 125 (4): 556-561

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Stuchly SS, Kraszewski A, Stuchly MA, Hartsgrove G, Adamski D.
Energy Deposition in a Model of Man in the Near-Field.
Bioelectromagnetics 1985; 6 (2): 115-129

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Stuchly SS, Stuchly MA, Kraszewski A, Hartsgrove G.
Energy Deposition in a Model of Man - Frequency-Effects.
IEEE Transactions On Biomedical Engineering 1986; 33 (7): 702-711

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Stuchly MA, Spiegel RJ, Stuchly SS, Kraszewski A.

Exposure of Man in the Near-Field of a Resonant Dipole - Comparison Between Theory and Measurements.

IEEE Transactions On Microwave Theory and Techniques 1986; 34 (1): 26-31

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Stuchly MA.

Biomedical concerns in wireless communications.

Critical Reviews in Biomedical Engineering 1998; 26 (1-2): 117-151

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Szmigielski S.

Cancer morbidity in subjects occupationally exposed to high frequency (radiofrequency and microwave) electromagnetic radiation.

Science of the Total Environment 1996; 180 (1): 9-17

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Krebsmortalität von Militärangehörigen, die gegenüber Hochfrequenz (RF)/Mikrowellen (MW) exponiert waren im Vergleich zu unexponiertem Militärpersonal.

Kollektiv: Alle Militärpersonen in Polen zwischen 1971 und 1985. Das Kollektiv umfasste pro Jahr etwa 128'000 Personen, davon wurden 3% als RF-/MW-exponiert betrachtet.

Exposition: Die Daten von Expositionsmessungen stammen vom Gesundheitshygienservice des Militärs. Meistens waren es pulsmodierte Felder mit einer Frequenz zwischen 150 und 3500 MHz. Bei 80 bis 85% der Exponierten traten an ihren Arbeitsplätzen Leistungsflussdichten bis 2 W/m² auf. Die Übrigen war gegenüber 2 bis 6 W/m² exponiert. Gelegentlich wurden höhere Werte als 6 W/m² registriert. Die individuelle Exposition liess sich schwer abschätzen, da die Feldintensitäten variabel waren und häufig kurze Perioden mit hoher Intensität auftraten.

Methode: Für Militärpersonen bestand ein Krebsmortalitätsregister. Es wurde das Verhältnis der Mortalität für verschiedene Krebsarten zwischen dem exponierten und dem nicht-exponierten Kollektiv altersstandardisiert berechnet (beobachtet vs. erwartet). Einflussfaktor: Alter.

Resultat: Das Verhältnis der beobachteten Mortalität zu der erwarteten Sterblichkeit war für alle Krebsfälle zusammen 2.07 (95%-CI: 1.12-3.58). Weitere signifikante Befunde waren: Sterblichkeit an Speiseröhren-/Magenkarzinom (Beobachtet vs. Erwartet=3.24 [95%-CI:1.85-5.06]), Dickdarmkrebs (3.19 [1.54-6.18]), ZNS-/Hirntumor (1.91 [1.08-3.47]), bösartige Tumoren des hämatopoetischen Systems/der lymphatischen Organe

(6.31 [3.12-14.31]). Innerhalb der hämatologischen Tumoren wurden für folgende Untergruppen die höchsten Risiken gefunden: chronisch myeloische Leukämie (13.90 [6.72-22.12]), akute myeloblastische Leukämie (8.62 [3.54-13.67]), Non-Hodgkin-Lymphome (5.82 [2.11-9.74]) und akute lymphoblastische Leukämie (5.75 [1.22-18.16]). Auch bei allen anderen Untergruppen ergaben sich signifikante Assoziationen zwischen Mortalität und Exposition. Dabei war das Verhältnis der beobachteten zu den erwarteten Werten aber <4 .

Keine signifikanten Assoziationen zeigten sich für Tumoren in Mundhöhle, Rachen, Leber, Lunge, Knochen, Niere, Schilddrüse und Haut, wobei die letzten beiden in Richtung Grenzfall-Signifikanz tendieren.

Bemerkungen: Abgesehen von Speiseröhren- und Magentumoren wurden nur erhöhte Risiken für Krebsarten gefunden, bei denen ein Zusammenhang mit RF-/MW-Strahlung vermutet wird. Das ist ein Hinweis darauf, dass die als exponiert betrachteten Personen nicht generell ein erhöhtes Krebsrisiko hatten (aufgrund anderer Lebensstil-/Risikofaktoren). Insbesondere scheint das Rauchverhalten (Lungenkrebs) der verschiedenen exponierten Personen sich nicht deutlich zu unterscheiden.

Trotz des grossen Kollektivs und der relativ langen Studiendauer sind die Fallzahlen eher klein, so dass manche Werte des relativen Risikos stark von Einzelfällen beeinflusst sind. Das trifft insbesondere für die Untergruppen der Leukämien/Lymphome zu (ausser Non-Hodgkin-Lymphom und chronische myeloische Leukämie).

Finanzierung: COST-244

Theriault G, Goldberg M, Miller AB, Armstrong B, Guenel P, Deadman J, Imbernon E, To T, Chevalier A, Cyr D, et al.

Cancer Risks Associated With Occupational Exposure to Magnetic Fields Among Electric Utility Workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989.

American Journal of Epidemiology 1994; 139 (6): 550-572

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Bemerkungen:

Thomas TL, Stolley PD, Stemhagen A, Fontham ETH, Bleecker ML, Stewart PA, Hoover RN.
Brain-Tumor Mortality Risk Among Men With Electrical and Electronics Jobs - a Case-Control Study.
Journal of the National Cancer Institute 1987; 79 (2): 233-237

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Tofani S, Agnesod G, Ossola P, Ferrini S, Bussi R.

Effects of Continuous Low-Level Exposure to Radiofrequency Radiation On Intrauterine Development in Rats.

Health Physics 1986; 51 (4): 489-499

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Tomenius L.

50-Hz Electromagnetic Environment and the Incidence of Childhood Tumors in Stockholm County.

Bioelectromagnetics 1986; 7 (2): 191-207

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Toomingas A.

Provocation of the electromagnetic distress syndrome.

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 1996; 22 (6): 457-458

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Tornqvist S, Norell S, Ahlbom A, Knave B.
Cancer in the Electric-Power Industry.
British Journal of Industrial Medicine 1986; 43 (3): 212-213

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Tornqvist S, Knave B, Ahlbom A, Persson T.
Incidence of Leukemia and Brain-Tumors in Some Electrical Occupations.
British Journal of Industrial Medicine 1991; 48 (9): 597-603

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Turek FW.

Melatonin hype hard to swallow.

Nature 1996; 379 (6563): 295-296

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Tynes T, Haldorsen T.

Electromagnetic fields and cancer in children residing near Norwegian high-voltage power lines.

American Journal of Epidemiology 1997; 145 (3): 219-226

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Vena JE, Graham S, Hellmann R, Swanson M, Brasure J.
Use of Electric Blankets and Risk of Postmenopausal Breast-Cancer.
American Journal of Epidemiology 1991; 134 (2): 180-185

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Verkasalo PK.

Magnetic fields and leukemia - Risk for adults living close to power lines .

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 1996; 22 (Suppl 2): 1-56

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Verreault R, Weiss NS, Hollenbach KA, Strader CH, Daling JR.
Use of Electric Blankets and Risk of Testicular Cancer.
American Journal of Epidemiology 1990; 131 (5): 759-762

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Verschaeve L, Maes A.

Genetic, carcinogenic and teratogenic effects of radiofrequency fields.

Mutation Research-Reviews in Mutation Research 1998; 410 (2): 141-165

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale
Entwicklung, Frühgeburt
Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Veyret B, Bouthet C, Deschaux P, Deseze R, Geffard M, Joussotdubien J, Leditraison M, Moreau JM, Caristan A.

Antibody-Responses of Mice Exposed to Low-Power Microwaves Under Combined, Pulse-and-Amplitude Modulation.

Bioelectromagnetics 1991; 12 (1): 47-56

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Immunsystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Zusammenfassung

Vijayalaxmi, Seaman RL, Belt ML, Doyle JM, Mathur SP, Prihoda TJ.

Frequency of micronuclei in the blood and bone marrow cells of mice exposed to ultra-wideband electromagnetic radiation.

International Journal of Radiation Biology 1999; 75 (1): 115-120

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Walters TJ, Blick DW, Johnson LR, Adair ER, Foster KR.

Heating and pain sensation produced in human skin by millimeter waves: Comparison to a simple thermal model.

Health Physics 2000; 78 (3): 259-267

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische

Parameter

Studiendesign, Statistik

Land:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Wartenberg D.

Residential magnetic fields and childhood leukemia: A meta-analysis.

American Journal of Public Health 1998; 88 (12): 1787-1794

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse der epidemiologischen Studien zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko.

Kollektiv: Diverse Populationen

Exposition: Magnetfeldexposition am Wohnort, verschiedene Methoden zur Expositionsabschätzung.

Methode: Metaanalyse.

Resultat: Die Ergebnisse von 16 Studien wurden analysiert. Insgesamt sprechen die Ergebnisse für ein leicht erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern, die in der Nähe von Stromleitungen wohnen. Weitere Erkenntnisse könnten aus Studien an stark exponierten Bevölkerungsgruppen gewonnen werden.

Finanzierung: National Institute of Environmental Health Sciences Center

Wertheimer N, Leeper E.

Possible Effects of Electric Blankets and Heated Waterbeds On Fetal Development.

Bioelectromagnetics 1986; 7 (1): 13-22

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Wertheimer N, Savitz DA, Leeper E.

Childhood-Cancer in Relation to Indicators of Magnetic-Fields From Ground Current Sources.

Bioelectromagnetics 1995; 16 (2): 86-96

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Wilkins JR, Koutras RA.

Paternal Occupation and Brain Cancer in Offspring - a Mortality-Based Case-Control Study.

American Journal of Industrial Medicine 1988; 14 (3): 299-318

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Wilkins JR, Hundley VD.

Paternal Occupational Exposure to Electromagnetic-Fields and Neuroblastoma in Offspring.

American Journal of Epidemiology 1990; 131 (6): 995-1008

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Youngson, Jham, Clayden AD, Myers A, Cartwright RA.

A Case Control Study of Adult Hematological Malignancies in Relation to Overhead Powerlines.

British Journal of Cancer 1991; 63 (6): 977-985

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Feychting M, Ahlbom A.

Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines.

American Journal of Epidemiology 1993; 138 (7): 467-481

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: 142 Krebsfälle bei Kindern bis zu 16 Jahren von 1960 bis 1985, welche in 300 m Entfernung von einer Hochspannungsleitung (220 oder 400kV) in Schweden wohnten. Unter ihnen befanden sich 39 Kinder mit Leukämie und 33 mit ZNS-Tumoren. Als Kontrollen dienten 558 Kinder aus dem gleichen Kollektiv, deren Magnetfeldexposition mittels Spotmessungen und Berechnung der anamnestischen Belastung ermittelt wurde.

Resultat: Für die Exposition über 0.2 Mikrottesla ergab sich eine Odds-Ratio (OR) hinsichtlich Leukämierisiko von 2.7 (95%CI: 1-6.3), für die Exposition über 0.3 Mikrottesla eine OR von 3.8 (95%CI: 1.4- 9.3). p für Trend = 0.005.

In Hinsicht auf ZNS-Tumoren, Lymphome oder die Gesamtinzidenz von Krebserkrankungen bei Kindern zeigte sich keine Assoziation mit der Magnetfeldexposition.

Feychting M, Ahlbom A.

Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines.

Epidemiology 1994; 5 (5): 501-509

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Personen, die zwischen 1960 und 1985 in max. 300 m Entfernung von Hochspannungsleitungen gewohnt hatten, bildeten die Grundpopulation für eine Fall-Kontrollstudie. Es wurden 325 Patienten mit Leukämie und 322 Patienten mit Tumoren des Zentralnervensystems aus dem schwedischen Krebsregister in die Studie einbezogen.

Resultat: Für akute und chronische myeloische Leukämie ergab sich ein statistisch nicht signifikant erhöhtes relatives Risiko von 1.7 (95%CI: 0.8-3.5 bzw. 0.7-3.8). Für ZNS-Tumoren ergab sich keine Assoziation.

Ahlbom A, Alexander F, Draper G, Casteleyn E, Clavel J, Katsouyanni K, Petridou E, Kogevinas M, McKinlay A, Michaelis J, Olsen J, Roman E, Salvan A, Tynes T, Verkasalo P.

Need for a European approach to the effects of extremely low- frequency electromagnetic fields on cancer.

Scandinavian Journal of Work Environment & Health 1997; 23 (1): 5-14

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Li CY, Theriault G, Lin RS.

Residential exposure to 60-Hertz magnetic fields and adult cancers in Taiwan.

Epidemiology 1997; 8 (1): 25-30

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Jones TL, Shih CH, Thurston DH, Ware BJ, Cole P.

Selection Bias From Differential Residential-Mobility As an Explanation For Associations of Wire Codes With Childhood- Cancer.

Journal of Clinical Epidemiology 1993; 46 (6): 545-548

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Bates MN.

Extremely Low-Frequency Electromagnetic-Fields and Cancer - the Epidemiologic Evidence.

Environmental Health Perspectives 1991; 95: 147-156

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

D'Andrea JA.

Microwave-Radiation Absorption - Behavioral-Effects.

Health Physics 1991; 61 (1): 29-40

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Bastuji-Garin S, Richardson S, Zittoun R.

Acute-Leukemia in Workers Exposed to Electromagnetic-Fields.

European Journal of Cancer 1990; 26 (11-12): 1119-1120

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Carson JIL, Prato FS, Drost DJ, Diesbourg LD, Dixon SJ.
Time-Varying Magnetic-Fields Increase Cytosolic Free Ca-2+ in HL-60 Cells.
American Journal of Physiology 1990; 259 (4): C687-C692

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Adey WR.

Joint Actions of Environmental Nonionizing Electromagnetic- Fields and Chemical Pollution in Cancer Promotion.

Environmental Health Perspectives 1990; 86: 297-305

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Bell J, Coleman MP.

Extremely Low-Frequency (Elf) Electromagnetic-Fields and Leukemia in Children.

British Journal of Cancer 1990; 62 (2): 331-332

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Garland FC, Shaw E, Gorham ED, Garland CF, White MR, Sinsheimer PJ.

Incidence of Leukemia in Occupations With Potential Electromagnetic-Field Exposure in United-States-Navy Personnel.

American Journal of Epidemiology 1990; 132 (2): 293-303

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Juutilainen J, Laara E, Pukkala E.

Incidence of Leukemia and Brain-Tumors in Finnish Workers Exposed to Elf Magnetic-Fields.

International Archives of Occupational and Environmental Health 1990; 62 (4): 289-293

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bunin GR, Ward E, Kramer S, Rhee CA, Meadows AT.
Neuroblastoma and Parental Occupation.
American Journal of Epidemiology 1990; 131 (5): 776-780

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Johnson CC, Spitz MR.

Childhood Nervous-System Tumors - an Assessment of Risk Associated With Paternal Occupations Involving Use, Repair or Manufacture of Electrical and Electronic Equipment.

International Journal of Epidemiology 1989; 18 (4): 756-762

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Goldoni J.

Hematological-Changes in Peripheral-Blood of Workers Occupationally Exposed to Microwave-Radiation.

Health Physics 1990; 58 (2): 205-207

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Cleary SF, Liu LM, Graham R, East J.

Invitro Fertilization of Mouse Ova By Spermatozoa Exposed Isothermally to Radio-Frequency Radiation.

Bioelectromagnetics 1989; 10 (4): 361-369

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Joyner KH.

Microwave Cataract and Litigation - a Case-Study.

Health Physics 1989; 57 (4): 545-549

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Cleveland RF, Athey TW.

Specific Absorption Rate (SAR) in Models of the Human Head Exposed to Hand-Held UHF Portable Radios.
Bioelectromagnetics 1989; 10 (2): 173-186

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Barnes F, Wachtel H, Savitz D, Fuller J.

Use of Wiring Configuration and Wiring Codes For Estimating Externally Generated Electric and Magnetic Fields.

Bioelectromagnetics 1989; 10 (1): 13-21

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Guberman E, Usel M, Raymond L, Tissot R, Sweetnam PM.

Disability, Mortality, and Incidence of Cancer Among Geneva Painters and Electricians - a Historical Prospective-Study.

British Journal of Industrial Medicine 1989; 46 (1): 16-23

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Wirkungsdauer:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Linnet MS, Malmer HSR, McLaughlin JK, Weiner JA, Stone BJ, Blot WJ, Ericsson JLE, Fraumeni JF.
Leukemias and Occupation in Sweden - a Registry-Based Analysis.
American Journal of Industrial Medicine 1988; 14 (3): 319-330

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Brown HD, Chattopadhyay SK.
Electromagnetic-Field Exposure and Cancer.
Cancer Biochemistry Biophysics 1988; 9 (4): 295-342

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Aldrich TE, Easterly CE.
Electromagnetic Fields and Public-Health.
Environmental Health Perspectives 1987; 75: 159-171

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Flodin U, Fredriksson M, Axelson O, Persson B, Hardell L.

Background radiation, electrical work, and some other exposures associated with acute myeloid leukemia in a case-referent study..

Archives of Environmental Health 1986; 41 (2): 77-84

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Guy AW, Chou CK.

Specific Absorption Rates of Energy in Man Models Exposed to Cellular UHF Mobile-Antenna Fields.
IEEE Transactions On Microwave Theory and Techniques 1986; 34 (6): 671-680

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Chatterjee I, Gu YG, Gandhi OP.

Quantification of Electromagnetic Absorption in Humans From Body-Mounted Communication Transceivers.

IEEE Transactions On Vehicular Technology 1985; 34 (2): 55-62

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Balcer-Kubiczek EK, Harrison GH.
Evidence For Microwave Carcinogenesis Invitro.
Carcinogenesis 1985; 6 (6): 859-864

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Edwards GS, Davis CC, Saffer JD, Swicord ML.
Resonant Microwave-Absorption of Selected DNA-Molecules.
Physical Review Letters 1984; 53 (13): 1284-1287

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Lin RS, Dischinger PC, Conde J, Farrell KP.

Occupational exposure to electromagnetic fields and the occurrence of brain tumors.

Journal of Occupational Medicine 1985; 27 (6): 413-419

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Balli-Antunes M, Pfluger DH, Minder CE.

The mortality from malignancies of haematopoietic and lymphatic systems (MHLS) among railway engine drivers.

Environmetrics 1990; 1 (1): 121-130

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bernhardt J.

The direct influence of electromagnetic fields on nerve- and muscle cells of man within the frequency range of 1 Hz to 30 MHz.

Radiation and Environmental Biophysics 1979; 16: 309-323

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Bergqvist U, Vogel E, Aringer L, Cunningham J, Gobba F, Leitgeb N, Miro L, Neubauer G, Ruppe I, Vecchia P, Wadman.

Mögliche gesundheitliche Folgen subjektiver Beschwerden und elektromagnetische Felder. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin.
1998;

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Schlafphasen und Schlafqualität
Seh- und Hörstörungen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Blettner M, Berg G, Wahrendorf J, Schlehofer B, Schläfer K, Michaelis J, Schüz J.

Internationale Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Risikos für die Entstehung von Hirntumoren durch den Gebrauch von Handys.

Newsletter 2000; 1: 8-10

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Finanzierung: Teil der Interphone-Studie

Blick DW, Adair ER, Hurt WD, Sherry CJ, Walters TJ, Merritt JH.
Thresholds of microwave-evoked warmth sensations in human skin.
Bioelectromagnetics 1997; 18: 403-409

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Hautreaktionen
Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Bowman JD, Garabrant DH, Sobel E, Peters JM.

Exposures to extremely low frequency (ELF) electromagnetic fields in occupations with elevated leukemia rates.

Appl. Ind. Hyg 1988; 3 (6): 189-194

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Chagnaud J-L, Despres B, Veyret B.

Effects of pulsed microwaves on the immune system and on chemically induced tumours in rats.

COST 244: Biomedical Effects of Electromagnetic Fields 1995; : 2-6

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Immunsystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Coleman MP, Bell CMJ, Taylor H-L, Primic-Zakelj M.

Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study.

British Journal of Cancer 1989; 60: 793-798

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

D'Andrea JA.

Behavioral evaluation of microwave irradiation.

Bioelectromagnetics 1999; 20: 64-74

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

De Guire L, Theriault G, Iturra H, Provencher S, Cyr D, Case BW:.
Increased incidence of malignant melanoma of the skin in workers in a telecommunications industry.
British Journal of Industrial Medicine 1988; 45 (12): 824-828

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen
Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Del Giudice E, Doglia S, Milani M, Smith CW, Vitiello G.
Magnetic flux quantization and Josephson behaviour in living systems.
Physica Scripta 1989; 40: 786-791

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Dennis JA, Muirhead CR, Ennis JR.

Epidemiological studies of exposures to electromagnetic fields: I. General health and birth outcome.

Journal of Radiology Protection 1991; 11 (1): 3-12

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Dennis JA, Mulrhead CR, Ennis JR.

Epidemiological studies of exposures to electromagnetic fields: II. Cancer.

Journal of Radiology Protection 1991; 11 (1): 13-25

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

McKinlay AF, et al.

Possible health effects related to the use of radiotelephones. Proposals for a research programme by a European Commission Expert Group.

1996;

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Fischer K, Peter J, Wismer A.

Auszüge aus dem Leitfaden: "Die Baubiologie". Grundlagen zu den Referaten.
1995;

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Fulton JP, Cobb S, Preble L, Leone L, Forman E.
Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island.
American Journal of Epidemiology 1980; 111 (3): 292-296

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Gerber D.
Elektroinstallationen aus baubiologischer Sicht.
Baubiologie 1992; 1: 4-7

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Glaser R.

Elektromagnetismus und Leben.

Naturwissenschaftliche Rundschau 1998; 51 (2): 50-57

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review mit besonderer Betonung der physikalischen Eigenschaften elektrischer Felder im Körper und in der Umwelt.

Resultat: Umfassende Einleitung, gut geeignet für Personen ohne spezifisches Fachwissen.

Effekte von elektromagnetischen Feldern werden in einem Bereich von mehreren Zehnerpotenzen, bezüglich Frequenz und Intensität, beobachtet.

Zur Interaktion zwischen EMF und dem menschlichen Körper sind im niederfrequenten Bereich verschiedene Vorstellungen vorhanden: 1. Effekt nur durch das Magnetfeld, das ungehindert in den Körper dringt. 2. Effekt durch Wechselwirkung des biologischen Systems mit dem elektrischen Feld bzw. dem Ionenstrom, der magnetisch induziert sein kann oder durch Influenz aus dem äusseren Feld entsteht. Zur Zeit ist noch unklar, wie der Strom im heterogenen Medium des Körpers genau fliesst.

Im Hochfrequenzbereich dominieren thermische Effekt gegenüber der Muskeleerregung. Deshalb ist dort die vom Körper absorbierte Energie der Strahlung massgebend, gemessen in W/kg und bezeichnet als SAR (Spezifische Absorptionsrate). Als Bezugsgrösse dient die mittlere Wärmeproduktion des menschlichen Körpers von 1 W/kg. Die Hauptfrage ist heute, ob es unterhalb der Reizschwelle für Nervenstimulation Effekte der niederfrequenten Strahlung gibt und ob durch Hochfrequenzstrahlung nichtthermische Effekte möglich sind.

Als möglicher Wirkungsmechanismus der niederfrequenten Strahlung werden magnetische Wirkungen auf den Elektronenspin von Radikalpaaren diskutiert. Eine andere Hypothese ist der Einfluss von Elektronenbewegungen in Proteinen und der DNA.

Natürliche elektromagnetische Felder gibt es in der Atmosphäre (Schumann-Resonanzen) und im Körper (Ionentransport, Membranpotential). Auch um Embryonen herum gibt es messbare elektrische Felder (Potentialdifferenzen), deren Störung die Embryonalentwicklung beeinflussen kann. Ähnliche Felder treten in der Pflanzenwelt bei Wurzelverletzungen auf.

Goldsmith JR.

Epidemiologic evidenc of radiofrequency radiation (microwave) effects on health in military, broadcasting, and occupational studies.

International Journal of occupational and environmental health 1995; 1 (1): 47-57

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Goldsmith JR.

From sanitation to cellphones: participants and principles involved in environmental health protection.

Public Health Reviews 1997; 25: 123-149

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Hietanen M.

Neurophysiological studies during RF exposure from cellular phones.

Cost 244 Workshop: RF exposure assessment of epidemiological studies: 31-35

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Källen B, Mamquist G, Moritz U.

Delivery outcome among physiotherapists in Sweden: is non-ionizing radiation a fetal hazard?.

Archives of Environmental Health 1982; 37 (2): 81-85

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

von Klitzing L.

Zur biologischen Wirkung elektromagnetischer Felder.

mta 1998; 13 (4): 263-265

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Diskussion von gesundheitlichen Effekten durch elektromagnetische Felder, insbesondere der Schwierigkeiten, die sich bei Diagnose und Ursachenforschung der Patienten mit entsprechendem Verdacht ergeben. Hinweis auf MCS-Syndrom (Multiple Chemical Sensivity).

von Klitzing L.

Low-frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man.

Physica Medica 1995; 11 (2): 77-80

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Studientyp:

Experimentelle Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Den Einfluss der 217-Hz-Pulsung der Mobilfunkstrahlung auf das EEG zu untersuchen.

Kollektiv: 17 Studentinnen und Studenten zwischen 20 und 29 Jahren.

Exposition: 217-Hz-Pulsung wurde durch Unterbrechungen von 10 μ s einer 150-MHz-Welle alle 4.6 ms realisiert. In 6 cm Tiefe des Hirngewebes wurde eine Leistungsdichte von $<1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ berechnet.

Methode: O1/O2 resp P3/P4 mit Referenz an Fz gemäss internat. 10:20-System gemessen. Spektralleistungsdichte wurde für die Frequenzbänder von 0.5 bis 20 Hz berechnet. Die Probanden waren während des Experimentes zwei- bis dreimal für 15 Minuten exponiert (einfach verblindet).

Resultat: Die EEGs der ersten Kontroll- und Expositionsperiode unterscheiden sich nicht signifikant. Ab der zweiten Kontrollperiode ist die spektrale Leistungsdichte bei 10 Hz deutlich erhöht und bleibt auch bei der zweiten Expositionsperiode erhöht.

Schlussfolgerung: Es handelt sich um eine biologische Antwort auf die Strahlenexposition.

Bemerkungen: Man hat zwei Expositionen: einerseits die Trägerwelle von 150 MHz, andererseits die Pulsung von 217 Hz.

Moshhammer H.

Hochfrequente elektromagnetischer Felder zum Zwecke der Mobilkommunikation.

Arzt und Umwelt 1998; 11 (2): 135-138

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der bestehenden Grenzwerte.

Resultat: Unterschied zwischen Exposition gegenüber Telefon bzw. Basisstation, Diskussion der Grenzwerte. Im ungünstigsten Fall (1 m^2 Absorptionsfläche) entspricht eine Ganzkörper-SAR von 80 mW/kg einer Leistungsflussdichte von 6 . Prinzipien der Grenzwertbestimmung: a) auf der Basis von NOAEL ("no observed (adverse) effect level"), üblicherweise unter Einbezug eines Sicherheitsfaktors. b) auf der Basis von ALARA ("as low as reasonable achievable"). Vergleich der hochfrequenten Mobilfunkstrahlung mit Schall und Licht.

Schlussfolgerung: Im Bereich von Leistungsflussdichten von W/m^2 sind Effekte beobachtbar, aber schlecht reproduzierbar. Das macht die Interpretation der Beobachtungen schwierig. Generell ist ein zusätzliches Risiko durch Mobilfunk vertretbar. Um den Unsicherheiten gerecht zu werden, sollten Grenzwerte in der Umgebung von Basisstationen den Sicherheitsfaktor 100 beinhalten. Dies sei technisch möglich. Anrainer sollen ins Bewilligungsverfahren einbezogen werden.

Anonym.

"Sechster Sinn" oder Einbildung?.

Newsletter 1997; 5: 3-5

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Perry FS, Feichmanis M, Marino AA, Becker RO.
Environmental power-frequency magnetic fields and suicide.
Health Physics 1981; 41: 267-277

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Perry S, Pearl L.

Power frequency magnetic field and illness in multi-storey blocks.

Public Health 1988; 102: 11-18

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Schulz O, Brix J, Vogel E, Bernhardt JH.

Niederfrequente elektrische und magnetische Felder als Umweltfaktoren: Epidemiologische Untersuchungen.

Bundesamt für Strahlenschutz.

1998;

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Spitz MR, Johnson CC.
Neuroblastoma and paternal occupation.
American Journal of Epidemiology 1985; 121 (6): 924-929

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission.

Bewertung der Studie von Repacholi und Mitarbeitern über den Einfluss gepulster Hochfrequenzfelder auf die Krebsentstehung bei genmanipulierten Mäusen.

1997;

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Silny J.

Nichtionisierende elektromagnetische Felder.

Handbuch der Umweltmedizin 1993; : Kapitel 3

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Land: Zentralnervensystem

Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Wertheimer N, Leeper E.

Adult cancer related to electrical wires near the home.

International Journal of Epidemiology 1982; 11 (4): 345-355

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

von Heinrich Garn, Kremser H, Kremser R, Neubauer G.
Beurteilung der Strahlungsexposition bei D-Netz-Hand-Mobilfunktelefon.
Frequenz 1994; 48 (7-8): 153-162

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Wuschek M, Volmer K, Hecht W, Herzog A, Wenzel C, Wöhr AC, Klempt M, Unsheim J.

Untersuchungen zum Einfluss elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern. Bayerisches Staatsministerium für Landeseentwicklung und Umweltfragen.

2000;

<http://www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/mobilf/mobilf.htm>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Auswirkungen elektromagnetischer Felder von Mobilfunkanlagen auf Gesundheit, Leistung und Verhalten von Rindern.

Methode: 38 Rinderhaltungen in Bayern und Hessen wurden untersucht. Die Hälfte von ihnen befand sich sehr nahe an Sendeanlagen, die übrigen in weiter Entfernung. Es wurden vier Expositionsgruppen gebildet: A=Strahlung >0.0337% des Grenzwertes, GSM-Anteil >50%; B=Strahlung >0.0337% des Grenzwertes, GSM-Anteil <50%; C=Strahlung <0.0337% des Grenzwertes, andere HF-Quellen über dem Durchschnitt; D=Strahlung <0.0337% des Grenzwertes, andere H-Quellen unter dem Durchschnitt.

Resultat: Bei den Rindern in der stark exponierten Gruppe A zeigte sich bezüglich Schwesterchromatidenaustausch (SCE) eine knapp nicht signifikant höhere Rate als in der am schwächsten exponierte Gruppe D. Die Gruppe B liegt aber noch deutlich darunter. Ein statistisch signifikanter Unterschied ergab sich in der Metaphasenkinetik beim Vergleich zwischen A und B gegenüber C und D. Die absolute Lymphozytenzahl im Blut war bei exponierten Tieren geringer als bei nichtexponierten (nicht signifikant). Im nächtlichen Liegeverhalten zeigte sich tendenziell einen Unterschied zwischen Gruppe A und D. Ein recht deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen wurde bei der Wiederkaudauer auf der Weide gefunden. Hinsichtlich Melatoninkonzentration zeigten sich grosse individuelle Unterschiede, die stark durch Licht und Fütterung beeinflusst wurden. EMF-belastete Rinder hatten nachts höhere Melatoninwerte. Das steht im Widerspruch zu den Ergebnissen anderer Untersuchungen.

Schlussfolgerung: Generell zeigte sich, dass die Auswertung und Interpretation von Feldversuchen problematisch ist. Anhand der Studienresultate sind Effekte durch elektromagnetische Felder von

Mobilfunkanlagen nicht auszuschliessen.

Bemerkungen: Die Infektion mit BVD-Virus hat einen Einfluss auf die Ergebnisse und konnte als Confounder nicht adäquat kontrolliert werden.

Finanzierung: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

David E, Hosemann G.

Stress durch elektromagnetische Felder? - Sieben Fragen, 14 Antworten.

Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2001; 6 (1): 9-13

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Anhand von 7 Fragen werden die vorherrschenden Ängste bezüglich elektromagnetischer Felder artikuliert und beantwortet.

Schlussfolgerung: Bei Einhaltung der Grenzwerte ist eine Gefährdung des Menschen durch elektromagnetische Felder unmöglich. Dabei existieren keine Unterschiede hinsichtlich Alter und Geschlecht der Personen. Es bestehen lediglich medizinisch-technische Probleme wie Interferenzen mit Geräten und Implantaten (z.B. Herzschrittmacher).

Bemerkungen: Die Ängste sind realitätsnah formuliert. Die Antworten stützen sich sehr stark auf die ICNIRP-Argumentation. Bei den Aussagen zur Hypothese eines Zusammenhangs zwischen schwachen elektromagnetischen Feldern und Krebserkrankungen würde man sich eine bessere Begründung wünschen.

Vogel T.

Zu viel unnötige Handy-Strahlung.

Ktipp 2000; 20: 18-21

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung des SAR-Wertes von 28 marktgängigen Handys.

Methode: Messung der Strahlung im 900 Megahertz-Band durch die Firma EMC Technologies.

Resultat: Die SAR-Werte der verschiedenen Handys (bezogen auf 10 Gramm) lagen zwischen 0.22 und 1.27 W/kg Körpergewicht, also alle unter dem Grenzwert von 2 W/kg. Tendenziell hatten die neuesten Modelle höhere Werte als Vorgängermodelle des selben Herstellers.

Bemerkungen: Da die Messmethode zu wenig detailliert beschrieben wird, kann nicht überprüft werden, ob während der Messung der SAR-Werte standardisierte Bedingungen herrschten.

Vogel T.

Neue Handys: Immer raffinierter, immer strahlender.

Ktipp 2001; 6: 18-21

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung des SAR-Wertes von 31 marktgängigen Handys.

Methode: Messung durch die Firma EMC Technologies. Anwendung der neusten europäischen Normen.

Resultat: Es gibt keine Mobiltelefone mehr mit Strahlenbelastungen von weniger als 0.5 W/kg Körpergewicht bezogen auf 10 Gramm. Die gemessenen Werte bewegen sich zwischen 0.53 und 1.45 W/kg. Alle Geräte halten Grenzwert von 2 W/kg ein. Die neuesten Handys strahlen besonders stark.

Schlussfolgerung: Eine klare Deklaration würde zu strahlungsärmeren Mobiltelefonen führen. Gemäss Niels Kuster, Zürich, sind Strahlenwerte von 0.2 W/kg realisierbar. Mirjana Moser, Bundesamt für Gesundheit, Bern, schlägt nicht nur eine Deklaration der SAR-Werte vor, sondern auch die Bewertung auf einer Vier-Punkte-Skala: <12.5% des Grenzwertes, 12.5 bis 25%, 25 bis 50% und 50 bis 100% des Grenzwertes.

diverse.

Spezialheft zu Handys.

Ktipp 2001; spezial: 8

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Cleary SF, Liu L-M, Merchant RE.

Glioma proliferation modulated in vitro by isothermal radiofrequency radiation exposure.

Radiation Research 1990; 121: 38-45

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

de Pomerai D, Daniells C, David H, Allan J, Duce I, Mutwakil M, Thomas D, Sewell P, Tattersall J, Jones D, Candido P.

Non-thermal heat-shock response to microwaves.

Nature 2000; 405: 417-418

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie an Würmern (=Nematoden) der Gattung *Caenorhabditis elegans*.

Mild KH, Oftedal G, Sandström M, Wilén J, Tynes T, Haugsdal B, Hauger E.

Comparison of analogue and digital mobile phone users and symptoms. A Swedish-Norwegian epidemiological study.

Internet-Bericht 1998;

<http://www.niwl.se/fakta/summary.pdf>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der Hypothese, dass mit dem digitalen Mobilfunksystem stärkere gesundheitliche Beschwerden verbunden sein könnten. (Internet-Bericht, nicht peer-reviewed)

Kollektiv: 6379 Benutzer von GSM-Telefonen und 5613 Benutzer von analogen Telefonsystemen aus Schweden sowie je 2500 Mobiltelefonbenutzer aus Norwegen.

Methode: Fragebogenerhebung.

Resultat: Müdigkeit, Kopfweg, Wärmegefühl hinter und am Ohr sowie brennende Haut traten mit zunehmendem Gebrauch des Mobilfunktelefons häufiger auf. In Schweden beklagten sich 13%, in Norwegen 30% der Studienteilnehmer über mindestens eines der obigen Symptome. Generell waren die Symptome bei Benutzern des digitalen Mobiltelefonsystems nicht häufiger. Das Wärmegefühl am und hinter dem Ohr war bei Benutzern von analogen Telefonen ausgeprägter.

Schlussfolgerung: Analoge Telefone haben eine stärkere Strahlungsleistung, was zu einer stärkeren Erwärmung des Akkus führt. Dies erklärt wahrscheinlich die stärkere Erwärmung am Ohr. Das analoge System hat stärkere Nebengeräusche bei schlechter Verbindung, das digitale System dafür mehr Stilleperioden.

Bemerkungen: Die Ergebnisse sind konsistent, sie zeigen eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Mobiltelefonbenutzung und den angegebenen gesundheitlichen Beschwerden. Ob diese jedoch durch die elektromagnetische Strahlung oder durch andere Faktoren des Mobiltelefonierens wie undeutlicher Empfang etc. verursacht sind, kann mit dieser Studie nicht eruiert werden.

Finanzierung: keine Angaben

Buchberger J.

Zur Gesundheitsgefährdung durch elektrische und magnetische Felder.

Illustrierte Zeitschrift für Arbeitsschutz 1983; 8: 1-8

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Gut verständliche Ausführungen zu elektromagnetischen Feldern durch elektrische Anwendungen und Radiowellen. Themenbereiche: Erdmagnetfeld, atmosphärische elektrostatische Felder, Umrechnung der verschiedenen Einheiten, typische Feldstärken an verschiedenen Arbeitsplätzen und unter Hochspannungsleitungen, Körperströme, thermische Wirkungen, Resonanzbereich bezogen auf die Ausmasse des menschlichen Körpers, Eindringtiefe der Radiowellen, Expositionswerte in der Schweiz und in Osteuropa Russland (UdSSR), natürliche Quellen, Luftionen.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).

Health Physics 1998; 74 (4): 494-522

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Bestimmung der Höhe von Richtwerten von nicht-ionisierender elektromagnetischer Strahlung

Methode: Als Basis für die Evaluation der Höhe der Grenzwerte wurden nur etablierte Effekte betrachtet. Induktion von Krebserkrankungen durch Langzeit-Exposition gegenüber EMF wurde nicht als etabliert betrachtet, die Datenlage wird diesbezüglich als zu schwach eingeschätzt, um kanzerogene Effekte zu beweisen. Deshalb wurden nur Kurzeffekte wie Nervenstimulation, Verbrennungen durch Berühren von leitenden Objekten und Gewebeerwärmungen miteinbezogen. In vitro Studien wurden nur berücksichtigt, wenn gefundene Effekte auch in vivo bestätigt wurden, in vitro Studien allein wurden als ungenügendes Beweismittel erachtet. Folgende Wirkungsmechanismen gelten als etabliert: i) zeitlich (niederfrequent) variierendes elektrisches Feld löst im Körper elektrische Ströme aus. ii) zeitlich niederfrequent variierendes magnetisches Feld induziert ein variierendes elektrisches Feld, das Wirbelströme provoziert. iii) Absorption von Energie, führt generell nur bei Frequenzen >100 kHz zu messbaren Temperaturanstiegen.

Als indirekte (Kopplungs-) Effekte wurden einerseits Wechselwirkungen mit medizinischen Geräten am oder im Körper definiert, andererseits wurden Effekte beim Kontakt des menschlichen Körpers mit Gegenständen mit unterschiedlichem elektrischen Potential so bezeichnet.

Resultat: Einheiten und Umrechnungen im Bereich EMF werden präsentiert.

Bezüglich Energieabsorption werden vier Frequenzbereiche unterschieden:

a) 100kHz-20MHz: Absorption im Rumpf nimmt stark ab mit abnehmender Wellenlänge. Grösste Absorptionen treten im Hals und an den Füßen auf.

b) 20MHz-300MHz: Im ganzen Körper kann eine relativ hohe Absorption auftreten, insbesondere an speziellen Körperstellen (z.B. Kopf) im Bereich der Resonanzfrequenz (ungefähr halbe Wellenlänge).

c) 300MHz-mehrere GHz: Es können signifikante lokale nicht-uniforme Absorptionen auftreten.

d) >10GHz: Energieabsorption hauptsächlich an der Körperoberfläche (Spez. Absorptionsrate (SAR) ist kein sinnvolles Mass mehr).

Definition der SAR: abhängig von Feldparametern (Frequenz, Intensität, Polarisierung, Nah- oder Fernfeldbedingung), Körperparametern (Grösse, Geometrie, Dielektrizitätseigenschaften) sowie Boden- und Reflexionseffekten in der Nähe des Körpers. Die Resonanzfrequenz des 'Standard-Referenzmannes' ist 70 MHz, bei Kleinkindern sind Werte >100MHz möglich. Bei Nahfeldbedingungen (z.B. Mobiltelefon) können lokal grosse Unterschiede bestehen, die nur mit Modellen quantifiziert werden können.

Es wird ein Überblick über die Studien im Bereich EMF und Gesundheit gegeben, sortiert nach Nieder- und Hochfrequenz sowie Studientyp.

Im Bereich der niederfrequenten Felder wurde generell wenig Evidenz gefunden, dass elektromagnetische Felder das Tumorstadium fördern. Hinweise darauf gibt es eventuell beim Brustkrebs. Um mögliche Effekte auf Zellsignale und die endokrine Regulation zu untersuchen, sind Tierstudien nötig.

Laborstudien fanden keinen Gesundheitseffekt bei induzierten Stromdichten bis zu 10 mA/m². Im Bereich von 10 bis 100 mA/m² wurden konsistent Effekte gefunden, z.B. Einflüsse auf das Nervensystem.

In der Nähe von Hochspannungsleitungen wurden wiederholt leicht erhöhte Kinderleukämieraten beobachtet. Der Wirkmechanismus ist unklar. Verschiedene epidemiologische Studien fanden erhöhte Krebsraten bei Exposition gegenüber extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldern, v.a. hinsichtlich Leukämien, Tumoren des Zentralnervensystems sowie Brustkrebs. Insgesamt sind die Daten zu inkonsistent, um einen Richtwert für niederfrequente Strahlung zu empfehlen.

In experimentellen Studien an Menschen wurde ebenfalls ein Schwellenwert für Stromdichten bis zu 10 mA/m² für Effekte auf das Nervensystem beobachtet. Expositionen bis zu 20 µT zeigten keine Auswirkungen auf den Melatoniningehalt im Blut.

Bezüglich Hochfrequenzstrahlung zeigte sich, dass eine dreissigminütige Exposition gegenüber einem Feld, das einen SAR-Wert von 1 bis 4 W/kg produziert, zu einer Körpererwärmung von 1°C führt. Tierversuche ergaben einen Schwellenwert für Verhaltenseffekte in der selben Grössenordnung. Eine stärkere Befeldung kann den Temperatur-Regulationsmechanismus des Körpers überfordern und gesundheitsgefährdend wirken.

Die Exposition gegenüber pulsierter Strahlung führt bei ausreichend hohen Intensitäten (ab 100 bis 400 mJ/m² für Pulse von weniger als 30 µs) zu Geräuschphänomenen aufgrund einer thermoelastischen Interaktion in der Hörrinde des Gehirns. Bei geringer Intensität liegen widersprüchliche Studienresultate vor. Die Ergebnisse variieren je nach biologischer Zielgrösse und in Abhängigkeit vom Expositionsparameter sowie vom Zell- und Gewebetyp. Generell sind die Effekte klein, und ihre gesundheitliche Relevanz ist unklar.

Bisher besteht wenig Evidenz dafür, dass elektromagnetische Strahlung einer bestimmten Frequenz oder Intensität mit nichtthermischen biologischen Auswirkungen verbunden sein könnte.

Schlussfolgerung: Für den Frequenzbereich von 1Hz bis 10MHz werden auf der Basis der induzierten Stromdichten in mA/m² Richtwerte vorgeschlagen. Für den Bereich 100kHz bis 10GHz dient die Spezifische Absorptionsrate (SAR) als Basis. Für diese Grössen werden Umrechnungen in elektrische und magnetische Feldstärken präsentiert, zusätzlich Richtwerte für Kontaktströme.

Bemerkungen: Es entspricht nicht dem Vorsorgeprinzip, in die Evaluation nur etablierte Wirkmechanismen und Effekte einzubeziehen.

Aubineau P, Bardou A, Dixsaut G, Goldberg M, de Seze R, Veyret B, Zmirou D (Groupe d'experts).
Les Téléphones mobiles, leurs stations de base et la santé. Rapport au Directeur Général de la Santé.
2001;

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Genereller Überblick über die Thematik, insbesondere Exposition gegenüber Strahlung von Telefonen und Basisstationen, Analyse von Artikeln und Berichten über die Thematik, Schlussfolgerungen für die Politik und Vorschläge für die weitere Forschungsarbeit werden im Bericht präsentiert.

Resultat: Thermale Effekte werden mit den ICNIRP-Richtwerten adäquat behandelt. Effekte, bei Strahlungsleistungen, die keine Temperaturerhöhungen verursachen wurden beobachtet. Es ist aber noch unklar, ob sie gesundheitsrelevant sind. Gebrauch des Mobiltelefons während dem Autofahren ist ein etabliertes Gesundheitsrisiko. Die Belastung durch die Mobilfunktelefone ist viel grösser als durch die Basisstationen. Mobilfunktelefone haben auch positive Gesundheitseffekte, da sie die Rettung von Leben beschleunigen können, z.B. bei Unfällen.

Schlussfolgerung: Die Expertengruppe empfiehlt: Die Anwendung des Vorsorgeprinzipes, was bedeutet, dass die Strahlung so weit zu reduzieren sei, dass sie noch mit dem öffentlichen Leistungsauftrag ('service public') vereinbar ist.

Konkret wird vorgeschlagen, mehr Gesundheitsforschung zu betreiben, individuell das Risiko zu minimieren (nicht lange telefonieren, v.a. bei schlechtem Empfang), technisch die Strahlung der Mobilfunktelefone zu senken. Sensitive Gebäude (z.B. Spitäler) sollten sich nicht im Hauptstrahl der Antennen befinden. Die Konzentration von Antennen mehrerer Anbieter an einem Ort wird nicht empfohlen. Strahlungsleistung und damit verbundene SAR-Werte sollten auf den Telefonen klar deklariert werden. Die Strahlungsleistung während des Telefonierens sollten für den Benutzer ersichtlich sein (z.B. als Prozentangabe der max. Strahlungsleistung). Die Exposition von Basisstationen sollte der allgemeinen Bevölkerung zugänglich sein. Der Bevölkerung soll bewusst gemacht werden, dass die Exposition durch Basisstationen viel tiefer ist als durch Mobiltelefone selber. Interaktionen mit medizinischen Implantaten und Geräten sollen vermieden werden, ebenfalls Benützung von

Telefonen während des Fahrens.

Bemerkungen: Die Behauptung, dass die Exposition von den Antennen im Vergleich zu den Mobilfunktelefonen vernachlässigbar sei, ist nicht haltbar. Dies trifft für die lokale Exposition des Kopfes zu, nicht aber für die mittlere Langzeitexposition des ganzen Körpers. Gemäss Bericht (S. 25) ist das Feld in 2 bis 3 cm Distanz von der Antenne eines GSM-900-Telefons während des Pulses bei einer Leistung von 2 W in der Grössenordnung von 400 V/m und nimmt mit der Distanz rasch ab. (Der Durchschnittswert wäre 8 Mal kleiner). Das führt zu einem SAR-Wert von 30 mW/kg für den ganzen Kopf (bei 3 kg Gewicht und 40% Absorption der Strahlungsleistung) bzw. 0.4 W/kg bezogen auf 10 Gramm. Im Vergleich dazu ist die Exposition von einer Basisstation mit einer realistischen Feldexposition des ganzen Körpers von permanent 1 V/m im Durchschnitt eher höher.

United States General Accounting Office (GAO).

Telecommunications - Research and regulatory efforts on mobile phone health issues.

2001;

<http://http://www.gao.gov/new.items/d01545.pdf>

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Report für 'Congressional Requesters'

Methode: Beschreibung des momentanen Forschungsstandes bezüglich der gesundheitlichen Auswirkungen von Mobilfunk.

Resultat: Nach Ansicht der Autoren ist bisher nicht bewiesen, dass Mobilfunk ein Risikofaktor für die Gesundheit ist. Jedoch ist auch noch nicht klar, dass es kein Risikofaktor ist.

Schlussfolgerung: Um Handys miteinander zu vergleichen, werden einheitliche Messvorschriften für deren Strahlung gefordert.

Bemerkungen: Der Bericht ist sehr allgemein formuliert.

British Medical Association, Board of Science and Education.

Mobile phones and health - an interim report.

2001;

<http://www.bma.org.uk/public/science.nsf/sciencedocsvw/ReportMobilePhones>

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung des gegenwärtigen Wissens über Mobilfunk und Gesundheit, Erläuterung der momentanen und zukünftigen Forschung.

Methode: Als Datengrundlage für die Zusammenfassung werden hauptsächlich Berichte verwendet, die zwischen 1996 und 2000 publiziert wurden.

Resultat: Kurze Zusammenfassung der Gesundheitseffekte getrennt nach den Bereichen Kanzerogenität, Reproduktivität, Augen, kognitive Effekte, Kindergesundheit, subjektive Symptome. Generell wird gefolgert, dass Effekte möglich sind, aber noch nicht bewiesen.

Bei 118 Kontrollmessungen lag die Strahlung von Basisstationen deutlich unter den ICNIRP-Werten. In Schulen sollte die Belastung besonders niedrig sein.

Das Telefonieren im Auto sollte vermieden, und die Interferenzen mit medizinischen Geräten/Implantaten sollten verringert werden. In den Spitälern sollten Mobiltelefone abgeschaltet werden, das gilt wegen der periodischen Basisstationsortung auch für den Stand-by-Betrieb. Ebenfalls von Bedeutung sind Interferenzen im Flugbetrieb.

Es werden auch soziologische Aspekte bezüglich Gebrauch des Telefons in der Öffentlichkeit (Ruhezonen) und der Bewilligung von Antennen diskutiert. Positive Aspekte sind z.B. Notrufmöglichkeiten und Verbesserung der persönlichen Sicherheit.

Ob nicht handgehaltene Geräte strahlungsärmer sind, ist noch unklar, da die Messmethoden nicht standardisiert sind. Generell geht man davon aus, dass nicht handgehaltene Geräte eine weniger starke Exposition verursachen. Es spielt jedoch eine Rolle, wo sich das Gerät am Körper befindet und wie lang das Kabel zum Headset ist. Schilde zur Abschirmung der Strahlung werden generell schlecht beurteilt. Im Allgemeinen führen sie zu einer kompensatorisch verstärkten Strahlenemission des Telefons. Industriell angepasste und gut erforschte

Einrichtungen können möglicherweise die Strahlung reduzieren.

Schlussfolgerung: Da noch viele Wissenslücken bestehen, empfiehlt sich der Vorsorgeansatz im Umgang mit der Mobilfunktechnik.

Hennies K, Neitzke H-P, Voigt H .
Mobilfunk und Gesundheit. ECOLOG- Institut, Hannover.
2000;

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Land:
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Bewertung möglicher Risiken elektromagnetischer Felder unter dem Aspekt des vorsorgenden Gesundheitsschutzes.

Methode: Für die Recherche herangezogen wurden Literaturdatenbanken, Monographien, Übersichtsarbeiten und Konferenzberichte. Die Grundrecherche wurde im Februar 2000 abgeschlossen. Es wurde der Frequenzbereich von 100 MHz bis 10 GHz berücksichtigt. Unterschiede zwischen den Abstracts und den Daten sowie den Texten und den Daten werden beachtet und kommentiert.

Resultat: Es wird unterschieden zwischen primären biophysikalischen und biochemischen Wechselwirkungen, biologischen Primärwirkungen auf der zellulären Ebene sowie pathophysikalischen Wirkungen und pathologischen Wirkungen.

Primäre Wechselwirkungen umfassen: a) thermische Effekte; dazu gehören homogene und mikrothermische Erwärmungen (können zu thermoelastischen Wellen führen), b) direkte Feldeffekte durch das elektrische oder magnetische Feld auf die Zelle. Bei den Feldstärken im Mobilfunkbereich sind diese auszuschliessen. c) direkte Quanteneffekte. Auch diese Effekte sind auszuschliessen, da die Energie im Mega- und Gigahertz viel zu klein ist. Jedoch wurden in Kettenmolekülen die Anregung von Wring-Resonanzen beobachtet. Die Eigenfrequenz dafür liegt für Proteine im Bereich 1 bis 10 GHz und für DNA-Moleküle bei 10 MHz bis 10 GHz. Wring-Resonanzen zeigen sich in Verdrillungen der Molekülketten, die zu Strukturänderungen, und im Extremfall zum Kettenbruch führen können. d) Resonanzphänomene mit natürlichen Schwingungen in Zellstrukturen, wie sie in vielen Neuronen, Rezeptoren und Zelltypen beobachtet wurden. Weiter wurde beobachtet, dass EMF einen Einfluss auf das Verhältnis der Oxydantien zu Anti-Oxydantien hat. Die macht über den Weg von OH-Molekülen die Schädigung von Erbsubstanz theoretisch denkbar. Als biologische Primärwirkung auf der zellulären Ebene werden Gentoxizität, Einflüsse auf die Gentranskription, und -translation, auf die Membranfunktion und

Signaltransduktion sowie auf den Zellzyklus und die Zelltransformation und -proliferation diskutiert. Von rund 40 Studien, die gepulste Strahlung untersuchten, fanden etwa die Hälfte bei gleicher mittlerer Leistungsdichte stärkere Wirkungen bei gepulster Strahlung als bei kontinuierlichen Feldern. Nur wenige Studien fanden den umgekehrten Effekt, in den übrigen war die Wirkung der beiden Expositionen etwa gleich. Studien, die pathophysiologische Wirkungen untersuchten, fanden Einflüsse auf das Immunsystem (Anzahl an Killerzellen, Makrophagenaktivität, Lymphozyten). Diese Wirkungen könnten teilweise durch thermische Effekte verursacht sein. Einige Untersuchungen fanden im Zusammenhang mit gepulsten Hochfrequenzfeldern sehr niedriger Intensität eine stärkere Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke. In vielen Studien zeigten sich Auswirkungen auf das menschliche EEG, sowohl im Schlaf als auch während Wachphasen. Bei den kognitiven Funktionen wurden Effekte auf das Lern- und Erinnerungsvermögen sowie auf die Reaktionszeit gefunden. Zur Beeinflussung des Melatoninhaushalts gibt es inkonsistente Ergebnisse. Einige Langzeitexperimente deuten darauf hin, dass sich kurzfristige physiologische Effekte bei längerer Exposition wieder normalisieren. Bezüglich Krebserkrankungen erbrachten In-vivo-Untersuchungen bei Tieren sehr unterschiedliche Resultate. In den meisten Studien zeigte sich kein Effekt. Allerdings ist zu beachten, dass viele Studien, die keinen Effekt ergaben, nur sehr kurze Expositions- und Untersuchungszeiträume hatten. Epidemiologische Studien fanden im Durchschnitt häufiger relative Risiken >1 für verschiedene Krebserkrankungen. Teilweise wurden teratogene und spermatotoxische Wirkungen belegt. Insgesamt ergibt sich noch kein konsistentes Bild. In einigen Untersuchungen dürften thermische Wirkmechanismen zu den beobachteten Effekten geführt haben.

Schlussfolgerung: Es ist davon auszugehen, dass Hochfrequenzstrahlung eine Rolle bei der Entwicklung von Krebserkrankungen spielt, insbesondere bei Tumoren des Zentralen Nervensystems und bei Leukämien. Für verschiedene Ebenen der Krebsentwicklung wurden Effekte bei Leistungsflussdichten von weniger als 1 W/m^2 gefunden, teilweise sogar bei 0.1 W/m^2 und weniger. Experimente an Versuchstieren belegen ab 1 W/m^2 nachteilige Einflüsse auf das Immunsystem. Bei 0.2 W/m^2 steigt die Ausschüttung von Stresshormonen beim Menschen nachweisbar an. Für Intensitäten deutlich unter den geltenden Grenzwerten sind Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf das Zentrale Nervensystem belegt. Messbare physiologische Veränderungen wurden für Intensitäten von 0.5 W/m^2 nachgewiesen. Beeinträchtigungen kognitiver Leistungen sind bei Tieren ab 2 W/m^2 belegt. Auf der Grundlage des derzeitigen Erkenntnisstandes ist es unmöglich, das Risiko elektrosensibler Reaktionen für die Allgemeinbevölkerung abzuschätzen, die sich aus sensiblen und nichtsensiblen Personen zusammensetzt. Für einen vorsorgenden Gesundheitsschutz werden deutlich tiefere Grenzwerte propagiert: Hinsichtlich der Emissionen von Basisstationen wird ein maximaler Immissionswert für Orte mit empfindlicher Nutzung von 0.01 W/m^2 empfohlen. Frequenzabhängigkeit gemäss SAR-Konzept mit höheren Werten ausserhalb des Resonanzbereiches ist wissenschaftlich nicht zu vertreten. Für Mobilfunktelefone ist beim jetzigen Stand ein solcher Grenzwert technisch nicht möglich, daher wird 0.5 W/m^2 als Zielgrösse vorgeschlagen. Forschungsempfehlungen für zukünftige Studien werden präsentiert.

Bemerkungen: Generell sehr gute Zuordnung/Bestimmung der Strahlungsleistungen in den Studien. Im Bericht wird aber wenig darauf eingegangen. Die Unterscheidung zwischen den Befunden von Studien mit hohen und solchen mit tiefen Intensitäten ist nicht immer eindeutig. Im Bericht ist auch keine Aussage zu finden zum Zusammenhang von Strahlungsintensitäten in In-vitro-Versuchen im Vergleich zu denjenigen von Menschen in der Umwelt. Können diese Intensitäten direkt verglichen werden oder sind die resultierenden Felder in den Zellen von lebenden Organismen deutlich kleiner? Tendenziell werden Schwächen von Studien, die zu keinem Befund führten, kritischer diskutiert als umgekehrt. Insbesondere auf die schwache Expositionsabschätzung in fast allen epidemiologischen Krebsstudien, die einen positiven Zusammenhang fanden, wird nicht eingegangen. In vielen

dieser Studien bestand die Exposition sowohl aus niederfrequenter als auch aus hochfrequenter Strahlung.

Finanzierung: T-Mobil DeTeMobil Deutsche Telekom MobilNet GmbH

Adair E, Balzano Q, Bassen H, Beers GJ, Chou CK, Cleveland R, Davis CC, Erdreich L, Foster KR, Lin J, Moulder J, Petersen R, Polson P, Swicord ML, Tell R, Ziskin M.

Human exposure to radio frequency and microwave radiation from portable and mobile telephones and ether wireless communication devices - A COMAR technical information statement.

Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine 2001; 20 (1): 128-131

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Methode: Technischer Informationsartikel zu Mobilfunkkommunikation mit einem (sehr guten) Abkürzungsverzeichnis.

Frequenzbereich für diverse Geräte in den USA definiert. Kurze Zusammenfassung der Gesundheitsforschung.

Resultat: Gesundheitsreview: Am besten reproduzierbar ist die Beeinflussung des Verhaltens von Labortieren bei einer Ganzkörper-SAR von ungefähr 4 W/kg. Dieser reversible Einfluss ist erklärbar mit thermischem Effekt. Es gibt keinen anerkannten Wirkungsmechanismus für Effekte unterhalb dieser Strahlungsleistung. Studien an Menschen ergaben noch keine Evidenz für eine schädigende Wirkung. GSM-Telefone emittieren im Durchschnitt weniger Strahlung als Analog-Modelle (NMT). Neuere Schnurlostelefone strahlen gleich stark wie Mobiltelefone.

Interferenzerscheinungen mit medizinischen Geräten (Herzschrittmacher, Defibrillator und Hörgeräte) sind bei gepulster Strahlung wahrscheinlicher.

Balzano Q.

Exposure metrics for RF epidemiology: Cellular phone handsets.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 165-169

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Beschreibung der Einflussfaktoren auf die Strahlenexposition des menschlichen Kopfes bei Mobiltelefonbenützung.

Resultat: Einflussgrössen werden unterteilt in menschliche Eigenschaften und Telefoncharakteristiken. Zu den wichtigsten menschlichen Faktoren gehört die Grösse und Form des Kopfes, Haltung des Telefons, Position zum Gesicht, Links- vs. Rechtshaltung. Die Telefoneigenschaften umfassen die Antennegeometrie, die Strahlungsleistung, Anordnung der Metallteile, Kanalzugangsmethode (analog vs. gepulst, CDMA), Leistungskontrolle.

Die Leistungskontrolle wird von der Basisstation kontrolliert und umfasst einen üblichen Variationsbereich von 1:100. Das Telefonmodell führt zu einer Variation von 1:20. Links-rechts-Gebrauch bringt einen Variabilitätsfaktor von 1:10; Position zum Gesicht ebenfalls 1:10; ob die Antenne ausgezogen ist oder nicht, macht einen Faktor 1:5 aus. Kopfform und -Grösse bringt eine Variation von 1:2.

Mit numerischen Dosimetrie-Tools kann der SAR bis zu 0.1 cm²/ aufgelöst berechnet werden.

Probleme in der Expositionsabschätzung sind: mehrere Personen brauchen ein Telefon. Lösung: Stimm-erkenmodus zur Identifizierung einsetzen.

Schlussfolgerung: Dosimetriestudien, unabhängig von epidemiologischen Studien sind nötig. Für diesen Zweck sollten Mobiltelefone, die als Dosimeter agieren, entwickelt und eingesetzt werden .

Blettner M, Berg G.
Are mobile phones harmful?.
Acta Oncologica 2000; 39 (8): 927-930

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel über die gesundheitlichen Effekte des Mobilfunks

Exposition: Beim Telefonieren mit Mobilfunktelefonen kann lokal ein SAR-Wert von 1-2 W/kg erreicht werden, was im Bereich des ICNIRP-Wertes von 2 W/kg ist und oberhalb des US-Wertes von 1.6 W/kg. Die Ganzkörperexposition durch Basisstationen ist generell 100 bis 1000 Mal niedriger als die bestehenden Grenzwerte.

Resultat: Hochfrequente Strahlung hat zu wenig Energie, um Moleküle zu ionisieren, kann aber elektrische Ströme induzieren, die deutlich kleiner sind als die natürlichen Ströme. Es besteht keine Evidenz, dass Mobilfunkstrahlung genetische Schäden verursachen kann, daher kann sie kaum als Tumorinitiator wirken. Positive Befunde von In-vitro-Studien können auf thermische Wirkungsmechanismen zurückgeführt werden. Die Untersuchung der kanzerogenen Wirkung der Hochfrequenzstrahlung in Tierversuchen ergab nur selten positive Resultate. In diesem Bereich ist weitere Forschung nötig. Grundsätzlich wäre aber eher eine Wirkung auf die Tumorpromotion zu erwarten, nicht auf die Induktion von Tumoren. Für die Studien an Menschen gilt das gleiche wie für die Tierversuche: Es gibt noch zu wenig Befunde, vieles ist unklar.

Schlussfolgerung: Es gibt noch viele Unsicherheiten. Ein kleines Risiko hätte vom Public-Health Gesichtspunkt her gesehen auch einen grossen Einfluss, da viele Menschen betroffen wären.

Charlton A, Bates C.

Decline in teenage smoking with rise in mobile phone ownership: hypothesis.

British Medical Journal 2000; 321 (7269): 1155-1155

<http://http://bmj.com>

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Seit Mitte der 90er Jahren ist die Raucherquote in England rückläufig. Dies wird in Verbindung gebracht mit der Zunahme der Mobilfunktelefone. Mobiltelefone ersetzen die Zigarette als Mittel der Auflehnung gegen die Erwachsenenwelt und als Ausdruck eines Lebensstils. Mobiltelefone wirken kompetitiv zu Zigarerttenkonsum auf das beschränkte Budget der Jugendlichen.

Bemerkungen: Interessante Hypothese, die aber nicht mit dem Vergleich zweier Zeittrends bewiesen werden kann. Man müsste diese Hypothese mit soziologischen Methoden untersuchen. Siehe Antwortbriefe 1375, 1376, 1388.

Chia SE, Chia HP, Tan JS.

Health hazards of mobile phones - Prevalence of headache is increased among users in Singapore.

British Medical Journal 2000; 321 (7269): 1155-1156

<http://www.bmj.com/all.shtml>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung der Studie, die im Environmental Health Perspectives publiziert wurde (Artikel 1024). Keine neuen Fakten enthalten.

Bemerkungen: Siehe Artikel 1063 und 1024

Finanzierung: Teil des Community Health Project of the National University of Singapore

Chia SE, Chia HP.

Prevalence of headache among handheld cellular telephone users: Response.

Environmental Health Perspectives 2001; 109 (3): A110-A110

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Antwort auf Bemerkung von Hocking zu ihrer Studie (Nr. 1024)

Resultat: Sie betonen, dass sie keine Daten von Hocking benützen. Sie benutzten seine Publikation nur als eine von vielen in der Einleitung aber nicht in der Diskussion als Referenz (d.h. sie wollten nicht seine Resultate bestätigen). Sie erhoben keine Daten zur Seitenabhängigkeit, weil es nicht ihr Ziel war. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wählten sie eine anerkannte Definition für Kopfweg.

Bemerkungen: Siehe auch Artikel 1024 und 1374.

Cox RAF, Luxon LM.

Cerebral symptoms from mobile telephones.

Occupational and Environmental Medicine 2000; 57 (6): 431-431

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Kommentar zu Studien, die über Symptome im Bereich Schwindel/Übelkeit/Kopfweg von Mobilfunktelefonbenutzer berichten.

Resultat: Das Auftreten solcher Symptome wurde auch beobachtet (noch nicht publiziert). Solche Symptome werden erwartet als Folge der Stimulation des vestibulären Apparates. Plausible Wirkungsmechanismen könnten daher sein:

Direkte Wirkung der Radiowellen auf das Endolymph oder die Haarzellen im semicirculären Kanal.

Oder Konventionsströme im external auditory meatus von der Wärme des Mobiltelefons.

Mobilfunktelefone werden viel in lärmiger Umgebung gebraucht, und werden daher generell enger an das Ohr gedrückt als normale Telefone.

Es wird angenommen, dass auf der Basis von theoretischen Überlegungen zu erwarten ist, dass 5-8% der Mobilfunkbenutzer Symptome der beschriebenen Art erleben. Der Wirkungsmechanismus sollte experimentell getestet werden.

de Seze R, Fabbro-Peray P, Miro L.

GSM radiocellular telephones do not disturb the secretion of antepituitary hormones in humans.

Bioelectromagnetics 1998; 19 (5): 271-278

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der GSM-Strahlung auf die Sekretion von Hormonen aus dem Hypophysenvorderlappen.

Kollektiv: 20 gesunde, männliche Probanden zwischen 19 und 40 Jahren, Durchschnittsalter: 28 Jahre. Frauen wurden wegen der zyklusabhängigen Hormonschwankungen nicht berücksichtigt. Die Probanden sollten einen stabilen Lebensrhythmus haben (keine Nacht-, Schichtarbeit, keine Interkontinentalflüge), keine starke berufliche Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung und nicht in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation wohnen. Zwei Probanden wurden von der Datenanalyse ausgeschlossen: einer wegen einer genetischen hormonalen Erkrankung, der andere wegen fehlender Blutproben.

Exposition: GSM-Telefon 890 bis 900 MHz, 217 Hz Pulsfrequenz, 1/8 Betriebs-Faktor, 2 W Spitzenleistung (=0.25 W Durchschnittsleistung). Die Probanden verwendeten das Telefon an fünf Tagen pro Woche zwei Stunden lang während 4 Wochen am selben Ort mit dem selben Ohr.

Methode: Jede Woche erfolgte eine Blutentnahme, insgesamt neun Blutproben pro Individuum. Drei Proben wurden vor, vier während und zwei nach der Exposition abgenommen. Generell erfolgte die Blutentnahme am Montagmorgen, d.h. 48 Stunden nach der Exposition. Die letzte Blutabnahme der Expositionsperiode fand allerdings am Tag nach der Exposition statt. Die Konzentration der folgenden Hormone wurde bestimmt: ACTH (Adrenokortikotropes Hormon: reguliert Synthese und Ausschüttung der Nebennierenrindenhormone; u.a. bei Stress erhöht), TSH (Thyreotropin: stimuliert die Schilddrüse), GH (Growth Hormone, Wachstumshormon), PRL (Prolaktin: stimuliert Brustdrüse), LH (Luteinisierendes Hormon: stimuliert beim Mann die Hodenzwischenzellen u. reguliert die Androgensynthese) und FSH (Follikelstimulierendes Hormon: fördert beim Mann die Spermatogenese und die Entwicklung der Hodenkanälchen). Aufgrund der grösseren Abweichungen zwischen den Versuchspersonen im Vergleich zur intraindividuellen Variation diente in der statistischen Analyse jedes

Individuum als seine eigene Kontrolle. Einflussfaktoren: Monat der Exposition, Rauchen, Tageszeit der Exposition, Alter.

Resultat: Die TSH-, LH- und FSH-Konzentration war während des Experiments bei allen Versuchspersonen konstant. Die Konzentration von ACTH und GH variierte stark, diejenige von PRL in geringerem Ausmass. Es wurden keine pathologischen Hormonänderungen während oder nach der Exposition beobachtet. Statistisch signifikante Konzentrationsänderungen wurden für TSH und FSH beobachtet, nach Berücksichtigung des multiplen Testens waren die Unterschiede allerdings nicht mehr signifikant. Die PRL-Konzentrationen waren in der exponierten Phase tendenziell tiefer als vor- und nachher (statistisch nicht signifikant). Bei allen Hormonen waren die Blutkonzentrationen zwei Wochen nach der Exposition wieder auf dem ursprünglichen Niveau.

Schlussfolgerung: ACTH- und GH-Konzentrationen sind mit dem Stress bei der Blutentnahme assoziiert. Gemäss den Autoren ist der kausale Zusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlung und dem Rückgang der TSH-Konzentration mit dieser Studie nicht bewiesen, sondern müsste repliziert werden.

Bemerkungen: Der Titel der Publikation ist irreführend, da statistisch signifikante Veränderungen der Hormonkonzentration festgestellt wurden. Möglicherweise ist die Blutentnahme mit so viel Stress verbunden, dass Einflüsse der Exposition auf die Stresshormonkonzentration so nicht untersucht werden können. Es sind immer Konzentrationsmittelwerte für alle Probanden zusammen präsentiert. Informativer (und konsistent zu den beschriebenen statistischen Methoden) wären wahrscheinlich Mittelwerte für individuell normierte Konzentrationen. Änderungen wären so besser ersichtlich, und nicht übermässig von Probanden mit hohen Hormonkonzentrationen bestimmt.

Finanzierung: Französische Telekom

de Seze R.

Epidemiology, human experiments and overexposures to assess health risk.

Measurement & Control 1998; 31 (6): 176-179

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Hautreaktionen

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Präsentation einiger Publikationen ohne Anspruch auf eine vollständige Review epidemiologischer Studien.

Resultat: Krebs: Signifikantes Hirntumorrisiko in einer Arbeitsplatzstudie von Thomas et al. Jedoch waren Arbeiter auch gegenüber Rauch und organischen Lösungsmitteln exponiert. Demers fand eine erhöhte Sterblichkeit wegen Hirntumoren bei Feuerwehrmännern in Abhängigkeit von ihrem ausgiebigen Mobiltelefongebrauch. Exposition gegenüber Chemikalien ist eine mögliche Störgrösse, hätte aber wahrscheinlich v.a. einen Einfluss auf Lungenkrebs. Erhöhte Lymphomraten bei Radiooperatoren wurden von Milham et al. gefunden. Grayson et al. fand ein geringfügig erhöhtes Hirntumorrisiko. Ein stärker erhöhtes Hirntumorrisiko fand Szmigielski bei militärisch exponierten Personen. Lagorio fand eine Verdoppelung des Krebsrisikos für Arbeiter in einer Kunststoffabrik.

Anderson fand eine Verdoppelung des Leukämierisikos um einen Radiosender in Hawaii. Erhöhtes Leukämierisiko wurde auch um Radiosender in Australien und England gefunden. Nicht-kanzerogene Erkrankungen: Signifikanter Rückgang von Leukozyten und Erythrozyten wurde um einen Radar (1.3GHz) von Goldoni gefunden. Kolodynski fand in der Umgebung eines Radiosenders schlechtere Gedächtnis- und Konzentrationsleistungen sowie schlechtere Ausdauer des neuromuskulären Apparates. Einflüsse auf die Abortrate und Parästhesie (Fehlempfinden) wurden gefunden.

Mikrowellen-Hören: wird üblicherweise als click-Geräusch wahrgenommen, und wahrscheinlich durch thermoelastische Wellen ausgelöst. Bei 3 GHz ist die Wahrnehmungsschelle für Pulse $<30 \mu s$ zwischen 20 und 1400 mJ/m². Das entspricht einem momentanen SAR von 300 W/kg. Durchschnittswert: rund 10 mW/kg multipliziert mit der Anzahl Pulse pro Sekunde. Vor allem bei Radar kann deshalb das Mikrowellen-Hören auch bei Einhaltung des ICNIRP-Grenzwertes auftreten. Wärmeempfinden auf der Haut ist bei 60 mW/cm² (2.45 GHz) bis 4.5 mW/cm² (94 GHz). Dies ist kompatibel mit der ICNIRP-Expositionsmitte von 1 mW/cm² (ab 2 GHz).

Mobiltelefone: Epidemiologische Studien beziehen zur Zeit eine zu kurze Zeitspanne ein, um schon Aussagen zu

machen. Experimentelle Studien fanden Effekte auf Schlaf, EEG. Effekte sind physiologische Reaktionen, vergleichbar mit der Pupillenreaktion auf Lichteinfall.

Schlussfolgerung: Zweifellos bewirkt schwache RF-Strahlung biologische Effekte. Es ist aber unklar, ob diese gesundheitsrelevant sind. Jedoch ist eine grosse Zahl von Personen betroffen, so dass allenfalls kleine Risiken von Bedeutung sein können und abgeklärt werden müssen.

Dobson R.

"Hands-free mobile phones may be safer than the rest".

British Medical Journal 2000; 321 (7259): 468-468

<http://http://www.bmj.com>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Zusammenfassung eines Berichtes der Research Commission by the Department of Trade and Industry.

Resultat: Handfreie Telefongeräte verursachen eine geringere Strahlungsexposition als gewöhnliche Telefone am Ohr. Eisen-Unterdrücker im Ohrkabel reduziert die Strahlung zusätzlich. Körperabsorption bei handfreien Geräten ist abhängig vom Ort, wo das Gerät gehalten wird. In der Hose kann die Belastung verkleinert werden, wenn die Tastenseite gegen den Körper gerichtet ist. Ohrkabel sollte Antenne des Telefons nicht berühren. Testmessungen waren alle innerhalb des Grenzwertes.

Schlussfolgerung: Der Bericht kann die Aussage des Konsumentenmagazines Which? widerlegen, dass das Kabel bei handfreien Geräten als Antenne wirkt, und dadurch die Strahlung 3 Mal höher sei als bei konventionellen Telefonen.

Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ.

Epidemiological safety surveillance of cellular telephones in the US.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 159-163

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Auf der Basis der Daten von Telefongesellschaften eine Expositionsabschätzung für Mobiltelefonbenutzer durchführen.

Kollektiv: 1'574'615 eingeschriebene Privatkunden bei amerikanischen Telefongesellschaften.

Exposition: Mobiltelefone: analoge Telefone sind in den USA seit 1970 in Gebrauch, Marktanteil 1997 ist ungefähr 80%. Digitale Telefone brauchen in den USA die TDMA oder CDMA-Technik. GSM ist wenig verbreitet. Handgehaltene (handheld) Geräte haben eine maximale Leistung von 0.6 W, solche in Autos oder mit transportierbarem Koffer senden mit 3 W. Expositionsabschätzung mit Hilfe der Rechnungen der Telefongesellschaften.

Methode: Registerstudie. Effekt der RF-Strahlung auf den Kopf soll untersucht werden, indem Besitzer von handgehaltenen Geräten verglichen werden, mit solchen, deren Mobiltelefon eine externe Antenne besitzt (Auto, Koffer). 6 Telefongesellschaften wurden für die Teilnahme angefragt. Von 2 standen Daten für 1994 und 1995 zur Verfügung. Daten enthielten Angaben über Telefontyp, Dauer der Telefonate (ein- und ausgehende), Geschlecht und Alter von vielen Kunden konnte von einer grossen Marketing Datenbank beschafft werden.

Resultat: Für 67% des Kollektivs konnte der Telefontyp (handgehalten oder nicht) bestimmt werden. 58% brauchten handgehaltene (praktisch nur analog), 40% brauchten Telefone mit externer Antenne und 2% beides (wurden in der Analyse nicht berücksichtigt). 1995 sind rund doppelt so viele Personen eingeschrieben wie 1994. Ganz grob sind die drei Kategorien der Gesprächsdauer (0-30, 30-90, >90 Minuten pro Monat) und der Anzahl Telefone (0-14, 15-44, >44 pro Monat) gleich häufig vorgekommen. 26% sind weniger als 1 Jahr eingeschrieben, 44% zwei Jahre und rund ein Drittel länger. In einer Stichprobe gaben rund 50% an, nur ein Telefon zu benutzen

und rund 2/3 gebrauchten das entsprechende Telefon zu mindestens 75%. Korrelation zwischen Händigkeit und der Kopfseite des Gebrauchs war 0.15.

Schlussfolgerung: Diese Daten sind ungeeignet für Expositionsabschätzung, da Strahlungsbelastung von der Distanz zur Antenne abhängig ist. Ungenauigkeit kommt auch durch Mehrfachabonnente zustande.

Telefongesellschaften sammeln Kundendaten nur bis max. 12 Monate rückwärts, was Langzeitabschätzungen erschwert. Datensammlung musste unterbrochen werden, da Kundendaten vom US-Staat 1996 als vertraulich deklariert wurden. Mittlerweile ist diese Art Datensammlung für die Gesundheitsforschung wieder erlaubt.

Insgesamt wird erwartet, dass solche Daten dennoch eine grobe Expositionsabschätzung im Sinne von hoch, mittel, tief erlauben.

Finanzierung: Wireless Technology Research und Harvard School of Public Health

Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ.

Cause-specific mortality in cellular telephone users.

Journal of the American Medical Association 1999; 282: 1814-1816

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Mobilfunkstrahlung auf die Mortalität durch Krebs, Herz-Kreislaufkrankungen und Verkehrsunfälle

Kollektiv: 285'561 Eingeschriebene bei 2 amerikanischen Telefongesellschaften.

Exposition: Gebrauch eines Mobiltelefons mit Antenne oder eines mit externer Antenne.

Methode: Registerstudie. Effekt der RF-Strahlung auf den Kopf soll untersucht werden, indem Besitzer von handgehaltenen Geräten verglichen werden, mit solchen, deren Mobiltelefon eine externe Antenne besitzt (Auto, Koffer). Es wurden standardisierte Mortalitätsraten (SMR) für verschiedene Krankheiten berechnet.

Resultat: Für die verschiedenen Todesursachen wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede bei Benützern von handgehaltenen Geräten im Vergleich zu denjenigen, die Geräte mit externer Antenne benutzten, festgestellt. Benützer von Telefonen mit externer Antenne hatten geringfügig höhere Todesraten. Beim Vergleich der Personen, die handgehaltene Geräte weniger als 2 Minuten pro Tag benutzen, mit denjenigen, die sie länger als 2 Minuten benutzen, konnte bei den Verkehrsunfällen eine deutliche (aber nicht statistisch signifikante) Zunahme des Risikos beobachtet werden.

Schlussfolgerung: Mit den bestehenden Daten kann nicht überprüft werden, ob beim Verkehrsunfall tatsächlich ein Mobiltelefon benutzt wurde.

Bemerkungen: Auffällig ist das Resultat für Hirntumor, das im Artikel nicht kommentiert wird. Benützer von

Geräten mit externer Antenne sind im Durchschnitt 2.1 Jahre eingeschrieben und hatten eine SMR von 2.4 pro 100'000 Personenjahre. Für Benutzer von Telefonen mit integrierter Antenne war die SMR 1.4 (für Subskription <3Jahre) und 8.4 (für Subskription >3 Jahre) pro 100'000 Personenjahre. Diese Zahlen beruhen nur auf 6 Fällen, können aber als Indikator für eine Dosis-Wirkungsbeziehung interpretiert werden.

Finanzierung: teilweise industriell gesponsert (Wireless Research Technology)

Faraone A, Tay RYS, Joyner KH, Balzano Q.

Estimation of the average power density in the vicinity of cellular base-station collinear array antennas.

Ieee Transactions On Vehicular Technology 2000; 49 (3): 984-996

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Bestimmung der Strahlungsbelastung in unmittelbarer Nähe der Basisstation (bis ca. 1 m)

Methode: Berechnung der Strahlung auf der Basis der durchschnittlichen Leistungsdichte

Bemerkungen: Für Allgemeinbevölkerungsexposition nicht relevant, jedoch unter Umständen für Operateure in der Umgebung der Antenne

Finanzierung: Motorola

Foster KR, Moulder JE.
Are mobile phones safe?.
Ieee Spectrum 2000; 37 (8): 23-28

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung
Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über gesundheitliche Effekte von Mobilfunktelefonen mit Schwerpunkt Hirntumor

Methode:

Resultat: Übersicht über Frequenzspektren beim Mobilfunktelefonieren sind gegeben. Forschungsergebnisse sind kontrovers, wenig Evidenz für Sicherheit. Epidemiologische Studien von Rothmann und Hardell über Hirntumor vorgestellt. Im Zusammenhang mit Seitenabhängigkeit wird der Erinnerungs-Bias diskutiert. Grenzwerte für Mobiltelefone in der USA vorgestellt (1.6 W/kg pro 10 g). Durchschnittsleistung amerikanischer, analoger Telefone beträgt 600 mW, digitale Geräte besitzen 125 mW. Lai-Studie wird von anderen Forschungsgruppen als Produkt eines Artefaktes bewertet.

Kurzer Abriss über Wahrnehmung von Risiken durch die Allgemeinbevölkerung. Zusammenfassung des Berichtes von Sir William Stewart.

Hardell L, Mild KH.

Handheld cellular telephones and brain cancer risk.

Journal of the American Medical Association (JAMA) 2001; 285 (14): 1838-1838

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Leserbrief zum Artikel von Muscat et al.: Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. Journal of the American Medical Association 2000: 284 (23), 3001-3007 (Artikel 1021).

Resultat: An der Studie von Muscat et al wird folgendes bemängelt:

Ausschliessung von benignen Hirntumoren und Meningiomen sei nicht nicht adäquat, da ionisierende Strahlung ein Risikofaktor für Meningiome sei. Interviews innerhalb von 24 bis 48 h nach der Operation führen zu einer Verzerrung des Studienresultates, da die Patienten noch nicht erholt sind. Kontrollpersonen wurden im Durchschnitt 5 Monate später befragt als die Patienten. Wegen der Zunahme der Mobilfunktelefonbenützung führt dies zu einer Verzerrung. Die durchschnittliche Mobiltelefonbenutzung von 2.8 Jahren ist zu kurz, um eine Aussage zur Tumorinduktion zu machen.

Hardell L, Mild KH.
Cellular telephones and risk of brain tumours.
Lancet 2001; 357 (9260): 960-961

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Übersichtsarbeit von Rothman K. J.: Epidemiological evidence on health risks of cellular telephones. Lancet 2000; 356 (9244), 1837-1840. (Id. Nr. 1022)

Resultat: Zur Frage der Berücksichtigung von Fällen in der Studie von Hardell et al.: Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: A case-control study. International Journal of Oncology 1999; 15 (1), 113-116: Seine Studie hat wegen der geringen Fallzahl kein erhöhtes Risiko für Hirntumore festgestellt, aber eine deutliche Seitenabhängigkeit. Die Schlussfolgerung von Rothman, dass Tumore bei Mobiltelefongebrauch nicht häufiger auftreten, aber die Seite beeinflusst wird, erscheint unwahrscheinlich.

Hocking B.

Prevalence of headache among handheld cellular telephone users.

Environmental Health Perspectives 2001; 109 (3): A110-A110

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Antwortbrief zur Studie von Chia et al. (Nr. 1024)

Resultat: Die Studie von Chia basiert teilweise auf Daten von Hocking. Aber Chia et al. benützten eine andere Definition für Kopfweh, nämlich primäres Kopfweh, definiert von der int. Gesellschaft für Kopfweh. Hocking machte die Erfahrung, dass seine Fälle sich über ein Kopfweh beklagten, das nicht mit dem gewöhnlichen Kopfweh vergleichbar ist. Deshalb sei eine unpräzise Fallzuordnung zu erwarten, die zu einer Unterschätzung der wahren Beziehung führe.

Bemerkungen: Artikel bei Chia et al. (Nr. 1024) abgelegt.

Siehe auch Antwort von Chia: Nr. 1362.

Invernizzi G, Boffi R, Mazza R, Paredi P.

Smoking and use of mobile phones - Italian data don't show the same pattern.

British Medical Journal 2001; 322 (7286): 616-616

<http://bmj.com>

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Antwortbrief auf Charlton (Publikation 1360), der einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Rückgang des Rauchens bei Jugendlichen in England und der zunehmenden Verbreitung von Mobiltelefonen propagiert.

Moniert, dass nur Daten ab 1996 präsentiert sind, und die Kurvenform keinen Zusammenhang suggeriert.

Bemerkungen: siehe auch Antwortbriefe 1376 und 1388.

Jones T.

Smoking and use of mobile phones - Data have been wrongly interpreted.

British Medical Journal 2001; 322 (7286): 616-616

<http://bmj.com>

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Antwortbrief auf Charlton (Publikation 1360), der einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Rückgang des Rauchens bei Jugendlichen in England und der zunehmenden Verbreitung von Mobiltelefonen propagiert. In Italien sind die Mobiltelefone am verbreitetsten innerhalb Europas und ein entsprechender Trend ist nicht ersichtlich.

Bemerkungen: siehe auch Antwortbriefe 1376 und 1388.

Kane RC.

Handheld cellular telephones and brain cancer risk.

Jama-Journal of the American Medical Association 2001; 285 (14): 1838-1838

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Brief zum Artikel von Muscat et al., Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. Journal of the American Medical Association 2000: 284 (23), 3001-3007. (Id.Nr. 1021)

Resultat: Kane bemängelt, dass von 469 Fällen 130 nicht in die Studie miteinbezogen wurden, weil sie zu krank waren. Wenn diese Personen schwerer krank waren, ist anzunehmen, dass sie an aggressiveren Krebsformen mit kürzerer Latenzzeit litten. Gerade diese Personen müssten seiner Meinung nach berücksichtigt werden.

Bemerkungen: vgl. Antwort von Muscat et al.: Handheld cellular telephones and brain cancer risk - Reply. Journal of the American Medical Association 2001: 285 (14), 1838-1839. (Id.Nr. 1394)

King RWP.

Electric currents and fields induced in cells in the human brain by radiation from hand-held cellular telephones.
Journal of Applied Physics 2000; 87 (2): 893-900

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Bestimmung des elektrischen Feldes und Stroms im menschlichen Kopf während der Mobilfunkbenutzung

Exposition: Mobilfunktelefon mit einer Frequenz von 838 MHz.

Methode: Es werden 3 verschiedene Geräte-/Sendertypen und ihre Strahlungscharakteristik beschrieben, beruhend auf Modellrechnungen. Für den Schädel wird ein 2-Schichtenmodell benutzt. Äussere Schicht besteht aus Haut und Schädel und ist 1 cm dick. Zweite Schicht ist das Gehirn

Resultat: Bei einer Sendeleistung von 0.6 W wurden folgende Feldstärken berechnet: Maximales Feld im Gehirn ($z=1\text{ cm}$) ist 27 V/m. In 2 cm Tiefe ist das Feld 19 V/m, in 3 cm Tiefe 13.5 V/m, $z=5\text{ cm} \rightarrow 6.8\text{ V/m}$ und $z=7\text{ cm} \rightarrow 3.5\text{ V/m}$. Das Feld an der Schädeloberfläche ist ungefähr 50 V/m und ist im Bereich einer kreisrunden Fläche mit $r=3.75\text{ cm}$ lokalisiert (Mittelpunkt repräsentiert durch die orthogonale Projektion der Antenne auf den Kopf). Distanz der Antenne zum Kopf 3 cm. Leistung des Mobiltelefons 0.6 W. Maximale Stromflussdichte in der Zelle durch Mobiltelefon ist 3.15 A/m^2 .

Schlussfolgerung: Das normale Zellpotential ist in der Grössenordnung von 0.008 V (Aktionspotentialdifferenz) bis 0.09 V (Ruhepotential), was einer Feldstärke von $1\text{--}10 \cdot 10^6\text{ V/m}$ entspricht. Dies ist deutlich höher als das Feld des Mobilfunks.

Bemerkungen: Wahrscheinlich ist der Vergleich der Feldstärke, die durch das Handy induziert wird mit derjenigen des Zellpotentials nicht statthaft, da die Frequenzen nicht vergleichbar sind. Es wird auch nicht erwartet, dass Hochfrequenzstrahlung Ströme in der Zelle induzieren kann. Dazu ist die Frequenz zu gross. Insofern ist die Angabe der induzierten Stromflussdichte in der Praxis sinnlos.

Finanzierung: National Institute of Environmental Health, Harvard University

Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmaki L, Laine M, Hamalainen H.
Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans.
Neuroreport 2000; 11 (2): 413-415

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung der Auswirkungen der Mobiltelefonstrahlung auf kognitive Funktionen und die Reaktionszeit.

Kollektiv: 24 Männer und 24 Frauen mit Durchschnittsalter von 26 Jahren (18-49 J.). Alle Rechtshänder, Muttersprache Finnisch.

Exposition: Telefon am Kopf in normaler Gesprächsposition am linken Ohr. Antenne war 4 cm vom Kopf entfernt (hinterer Teil des linken Schläfenlappens). Lautsprecher war nicht eingeschaltet. Frequenz 902 MHz, Puls 217 Hz, Pulsbreite 577 μ s. Mittlere Strahlungsleistung: 0.25 W. Bestrahlung begann bei Testbeginn. Testdauer ca. 1 h.

Methode: Einfach-blindes Versuchdesign. 2 Testreihen im Abstand von 24 Stunden. Die eine Hälfte der Personen wurde beim ersten Versuch exponiert, die andere beim zweiten. Insgesamt wurden 12 Experimente durchgeführt. Sechs Versuche im Bereich Reaktion, einfache Kalkulationen, sowie 6 Versuche im Bereich Bilderkennung/Semantik. Je die Hälfte der Teilnehmenden machten zuerst Bilderkennung und dann Reaktionstest und umgekehrt (ausbalanciert bezüglich Reihenfolge der Bestrahlung). Alle Versuche grösser/kleiner 2 Standardabweichungen vom Subjektmittelwert wurden von der Analyse ausgeschlossen. Signifikanztest mit Wilcoxon-Rangsummentest.

Resultat: Die Antwortzeit war für alle Tests bei Hochfrequenzbestrahlung kürzer als ohne. Statistische Signifikanz wurde jedoch nur für den einfachen Reaktions-, Subtraktions- und Wachsamkeitstest erreicht. Die Fehlerrate beim Wachsamkeitstest war bei Bestrahlung statistisch signifikant geringer als ohne Bestrahlung. Bei den anderen Tests gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede in der Fehlerrate.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen, dass elektromagnetische Strahlung von Mobiltelefonen die kognitiven Hirnfunktionen beeinflusst. Vor allem die im Stirnbereich lokalisierten Funktionen des Arbeitsgedächtnisses (Ultra-Kurzzeitgedächtnis) und der Aufmerksamkeit sind betroffen. Motorische oder visuelle Prozesse, die im Bereich des Hinterkopfs lokalisiert sind, dagegen nicht. Weder Stirnbereich noch Hinterkopf gehören zu den durch das Telefon am stärksten bestrahlten Hirnregionen. Die Nervenbahnen vom/zum Stirnbereich verlaufen jedoch durch stärker exponierte Hirnregionen.

Bemerkungen: Die gesundheitliche Relevanz dieser Befunde bleibt unklar. Die Studie zeigt, dass bei realen Expositionssituationen Effekte auftreten können, sie liefert keine Antworten bezüglich eventueller Langzeiteffekte.

Finanzierung: Universität Turku, Academy of Finland, und Nokia Research

Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H.

The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory.

Neuroreport 2000; 11 (8): 1641-1643

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der Hypothese, dass vor allem das Arbeitsgedächtnis (working memory) durch Mobiltelefonstrahlung beeinflusst wird (=Schlussfolgerung der Studie von Koivisto et al., Neuroreport 2000, 11 (2): 413-415, Id.Nr. 1379).

Kollektiv: 24 Männer und 24 Frauen, im Durchschnitt 23.2 Jahre alt (18-34 Jahre). 3 Personen wurden ersetzt, da ihre Fehlerrate grösser als 10% war.

Exposition: Telefon am Kopf in normaler Gesprächsposition am linken Ohr. Antenne war 4 cm vom Kopf entfernt (hinterer Teil des linken Schläfenlappens). Lautsprecher war nicht eingeschaltet. Frequenz war 902 MHz, Puls 217 Hz, Pulsbreite 577 µs. Mittlere Strahlungsleistung: 0.25 W. Bestrahlung begann bei Testbeginn, Testdauer ca. 30 Minuten.

Methode: Einfach-blindes Versuchsdesign. 2 Testreihen: Eine Hälfte der Probanden war während der ersten Testreihe exponiert, die andere während der zweiten. Der Test bestand darin, dass in pseudozufälliger Reihenfolge Buchstaben auf dem Bildschirm präsentiert wurden. Es wurden vier Testreihen durchgeführt: 0,1,2,3-zurück. Je nach Test mussten die Studienteilnehmer mit Zeigefinger quittieren, wenn ein x erschien (0-zurück), oder der korrespondierende Gross-/Kleinbuchstabe 1, 2, oder 3 Runden vorher erschien (1,2,3-zurück). Nicht-Übereinstimmung wurde mit Mittelfinger quittiert. Je länger zurück, desto grösser die Leistung/Ladung des Arbeitsgedächtnisses. Jede Testreihe enthielt 36 Übereinstimmungen und 84 Nicht-Übereinstimmungen sowie vorangehend als Übungsserie 6 Übereinstimmungen und 14 Nicht-Übereinstimmungen. Reaktionszeit wurde nur für korrekte Antworten analysiert. Alle Ergebnisse grösser/kleiner 2 Standardabweichungen vom persönlichen Mittelwert wurden ausgeschlossen. Versuche wurden mit ANOVA analysiert mit den Faktoren Exposition ja/nein, Ladung Arbeitsgedächtnis und

Typ (Übereinstimmung bzw. Nicht-Übereinstimmung).

Resultat: Neben dem offensichtlichen Haupteffekt für die Ladung wurde eine Interaktion für Ladung und Typ sowie für Ladung/Typ/Exposition gefunden. Kein Haupteffekt für Exposition.

Eine 2. Analyse wurde separat für alle Übereinstimmungen bzw. Nicht-Übereinstimmungen durchgeführt. Bei beiden wurde ein Haupteffekt Ladung beobachtet, aber nur für erstere eine Interaktion Ladung/Exposition. Daraus wurde geschlossen, dass der Effekt der Strahlung abhängig ist von der Ladung. Nur bei starker Ladung ist ein Effekt beobachtbar.

Schlussfolgerung: Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass kognitive Funktionen durch Hochfrequenzstrahlung beeinflusst werden. Dies wird als eine Bestätigung der Ergebnisse von Koivisto et al. 2000 gewertet.

Bemerkungen: Die Studie hat keinen Haupteffekt für den Faktor Exposition gefunden. Das heisst, dass die Reaktionszeit per se bei Exposition nicht signifikant verschieden war von der Reaktionszeit bei Nichtexposition. Das ist auch aus den Daten ersichtlich. Die Zeiten sind relativ ähnlich. Die gefundene Interaktion des Faktors Exposition mit der Arbeitsgedächtnisbeladung bedeutet, dass die Strahlung bei geringer Beladung eher zu einer Zunahme der Reaktionszeit führt, während die Reaktionszeit bei hoher Arbeitsgedächtnisladung eher abnimmt. Ob dieser Befund wirklich die Hypothese unterstützt, dass nur bei starker Beladung des Arbeitsgedächtnisses ein Expositionseffekt zu erwarten ist, sei dahingestellt. Er kann als schwacher Einfluss der Hochfrequenzstrahlung auf die kognitiven Funktionen gewertet werden. Die Autoren betonen diesen Befund sehr stark.

Finanzierung: Universität Turku, Nokia Research und Academy of Finland

Koivisto M, Haarala, C, Krause, CM, Revonsuo, A, Laine, M, Hamalainen, H.
GSM phone signal does not produce subjective symptoms.
Bioelectromagnetics 2001; 22 (3): 212-215

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Hautreaktionen
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		
<u>Wirkungsdauer:</u>		
Unmittelbar		
<u>Land:</u>		
Europa		

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Subjektive Symptome nach 30- bis 60-minütiger Exposition gegenüber einem Mobiltelefon.

Kollektiv: Je 24 gesunde Männer und Frauen für beide Experimente. Niemand machte beide Experimente. Durchschnittsalter war Mitte 20 (18-49 Jahre). Entweder gehörten sie zu einem Jahreskurs in 'einführende Psychologie' an der Universität Turku oder sie meldeten sich auf ein Inserat. Alles waren Rechtshänder. 41 Personen von Test 1 und 44 von Test 2 besaßen ein Mobiltelefon.

Exposition: Experiment 1: Expositionsdauer ca. 60 Minuten, bei Experiment 2 ca. 30 Minuten. Exposition erfolgte durch Mobiltelefon in einem Lederetui am Kopf in üblicher Gesprächshaltung, Antenne war ca. 4 cm vom Kopf entfernt. Frequenz: 902 MHz, 217 Hz gepulst, 0.25 W Durchschnittsleistung. Diskontinuierliche Transmission war ausgeschaltet.

Methode: 2 einfachblinde Experimente wurden durchgeführt. Bei Experiment 1 waren die Expositionen um 24h Stunden separiert. Bei Test 2 erfolgte die Hälfte des stündigen Experimentes unter Bestrahlung. Probanden mussten ihre Wahrnehmung auf 4- bzw. 9-punktiger Skala für folgende Symptome bewerten: Kopfweh, Schwindel, Müdigkeit, prickelnde/juckende Haut, Hautrötung, Wärmegefühl. Während den Experimente führten die Probanden kognitive Tests durch, die anderswo publiziert sind.

Resultat: Es wurde kein Zusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlungsexposition und den untersuchten Symptomen gefunden.

Schlussfolgerung: Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu dem, was spontan bei Umfragen angegeben wurde (siehe 1408, 1409, 1457). Dort ev. nur Selektionsbias, da nur Personen mit Beschwerden befragt.

Einmalige Exposition führt nicht zu subjektiven Gesundheitsbeschwerden.

Bemerkungen: Der grösste Teil der Probanden sind Mobiltelefonbesitzer. Dies könnte auf einen möglichen Selektionsbias hinweisen: Personen, die unter Beschwerden durch Mobiltelefone leiden haben, wahrscheinlich generell weniger häufig ein Telefon. Eventuell hatte auch der Umstand, dass die meisten Probanden einen Psychologiekurs besuchten, einen Einfluss auf die Resultate.

Finanzierung: Universität Turku und Nokia

Kompis M, Negri S, Hausler R.

Electromagnetic interference of bone-anchored hearing aids by cellular phones.

Acta Oto-Laryngologica 2000; 120 (7): 855-859

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: 1. Fallbeschreibung von Interferenzerscheinungen bei einem knochenverankerten Hörgerät bei Mobilfunkstrahlungsexposition

2. Umfrage bei Personen mit Geräten des gleichen Types

Kollektiv: 54-jährige Frau mit knochenverankertem Hörgerät. Dieses wurde nach Unverträglichkeit mit konventionellen Geräten vor 5 Jahren implantiert. Befragung von 37 Personen mit gleichem Hörgerätetyp.

Exposition: Beim Ausprobieren eines (digitalen) GSM -Telefons in einem Telefongeschäft wurde es ihr schwindlig, ein wenig übel und Kopfweh verbunden mit einem surrenden Geräusch im Ohr und Druckgefühl im Kopf. Daraufhin realisierte sie, dass sie entsprechende Symptome weniger stark an häufig befahrenen Strassen auch schon erlebt hatte.

Methode: Im Labor wurde das Auftreten von Symptomen mit einem analogen und einem digitalen Telefon systematisch ausgetestet. Schriftliche Befragung von 37 Personen

Resultat: Es ergaben sich nie Symptome beim analogen Telefon. Beim digitalen Telefon traten Symptome auf, wenn Hörteil an die implantierte Verankerung angeschlossen war und dass Volumen >0 war. Sonst traten keine Symptome auf. Symptome traten auf bis zu einer maximalen Distanz von 2 m zum Telefon. Der 217 Hz Ton (Modulationsfrequenz) kann beim Hörgerät gehört und gemessen werden. Von den 37 verteilten kamen 17 Fragebogen zurück. Davon haben 13 schon ein digitales Mobiltelefon benutzt und 11 Personen haben ein

Geräusch wahrgenommen. 7 Personen haben das Geräusch auch schon gehört, wenn jemand in der Nähe telefonierte. 5 Personen gebrauchen ihr Mobiltelefon mind. 1 Mal wöchentlich. 3 Personen gebrauchen es weniger häufig als gewünscht wegen den Nebenerscheinungen. Niemand gab ausser dem Geräusch zusätzliche Symptome an. Artikel endet mit kleiner Diskussion über Interferenzerscheinungen bei medizinischen Geräten (Herzschrittmacher, Rollstuhl, Pumpen für Insulin und Hörhilfen).

Bemerkungen: Offensichtlicher, unbestreitbarer Zusammenhang, der technisch gelöst werden könnte.

Finanzierung: Universitätsklinik

Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H.
Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the EEG during a memory task.
NeuroReport 2000; 11 (4): 761-764

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses der Mobiltelefonexposition auf das EEG während eines auditiven Gedächtnistests.

Kollektiv: 16 erwachsene Probanden, Rechtshänder, 8 Männer, Durchschnittsalter: 23.2.

Exposition: Ein GSM-Mobiltelefon wurde an der rechten Kopfseite montiert, analog zu üblichem Gebrauch. Die Antenne war ungefähr 2 cm vom Kopf entfernt. Frequenz 902 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite 0.557 ms, Durchschnittsleistung 0.25 W. Eine Hälfte der Personen war im ersten Teil des Tests exponiert und danach scheinexponiert, die andere Hälfte umgekehrt. Eine Hälfte des Tests dauerte rund 30 Minuten.

Methode: Alle Probanden führten einen auditiven Gedächtnistest je einmal mit und einmal ohne Exposition durch (ausgeglichene Reihenfolge). Der Test bestand darin, dass mittels Kopfhörer jeweils 4 verschiedene von 24 finnischen Verben als Block präsentiert wurden. Nach 2 Sekunden (Merkphase) wurde dem Probanden ein weiteres Verb mitgeteilt, bei dem er entscheiden musste, ob es im vorherigen Block enthalten war oder nicht (Rückkodierungsphase). Insgesamt wurden 192 Verb-Blöcke präsentiert. Die Probanden waren in einem abgedunkelten Zimmer und wurden angewiesen, einen Bildschirm anzuschauen, auf dem jeweils ein visuelles Signal kam, wann geantwortet werden musste.

Die EEG-Aufzeichnung erfolgte mit 20 Elektroden an der Kopfhaut und 2 zusätzlichen Elektroden seitlich der Augen (200 Hz-Rate). Die digitalen EEG-Daten wurden in vier Frequenzbänder gefiltert: 4-6 Hz, 6-8 Hz, 8-10 Hz, 10-12 Hz.

Die statistische Analyse wurde mittels Varianzanalyse für jedes Frequenzband separat durchgeführt, Faktoren: Expositionssituation, Zeit, Aufgabensituation (Merkphase/Rückkodierungsphase), Hemisphäre.

Wegen Berechnungsproblemen wurden nur die Daten von 14 Personen ausgewertet.

Resultat: Der Anteil falscher Antworten betrug bei realer Feldexposition 5% und bei Scheinexposition 5.1% , die Standardabweichung lag jeweils bei 0.6%.

Während der Merkphase hatte die Expositionssituation keinen Einfluss auf das EEG. Ein Effekt der Exposition wurde während der Rückkodierungsphase in allen EEG-Frequenzbändern festgestellt, hauptsächlich in der ersten Zeitphase. Im 4-6-Hz-Frequenzband war die ereignisbezogene Synchronisation während der Scheinexposition höher, ab 6 Hz war sie bei realer Exposition erhöht. Statistisch signifikant verändert war nur das Frequenzband 8 -10 Hz.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse sind konsistent mit der Publikation von Mann et al. 1996 (Nr. 1143). Der Einfluss der Mobiltelefonexposition auf das EEG ist je nach Zeit und Art der Gedächtnisleistung verschieden. Im 4- bis 6Hz-Frequenzband repräsentiert eine Synchronisation (=Anstieg der EEG-Amplitude) Aktivität in der Hirnrinde (Kortex). Im 8- bis 12Hz-Band (Alpha-Band) repräsentiert dagegen die Desynchronisation (=Abnahme der Amplitude) kortikale Aktivität. Daher sind die Ergebnisse konsistent: Die EMF-Exposition scheint die kortikale Aktivität während eines Gedächtnistests zu reduzieren, aber keinen Einfluss auf das spontane EEG zu haben. Die Veränderung der kortikalen Aktivität erklärt möglicherweise frühere Beobachtungen bezüglich Verkürzung der Reaktionszeit bei EMF-Exposition. Der Wirkungsmechanismus ist unklar, evtl. besteht eine leichte Temperaturerhöhung.

Bemerkungen: Replikationsversuch zu dieser Studie: Krause C.M. et al.: Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during an auditory memory task: a double blind replication study. Bioelectromagnetics 2004; 25 (1), 33-40. (Id.Nr.1759)

Finanzierung: Universität Turku, Nokia, C.M.K.

Kuster N, Schonborn F.

Recommended minimal requirements and development guidelines for exposure setups of bio-experiments addressing the health risk concern of wireless communications.

Bioelectromagnetics 2000; 21 (7): 508-514

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion von Expositionseinrichtungen in der Erforschung der Gesundheitseffekte von HF-Strahlung

Lebedeva NN, Sulimov AV, Sulimova OP, Kotrovskaya TI, Gailus T.
Cellular phone electromagnetic field effects on bioelectric activity of human brain.
Critical Reviews in Biomedical Engineering 2000; 28 (1-2): 323-337

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss des Mobiltelefons auf das EEG

Kollektiv: 24 Männer zwischen 20 und 30 Jahren.

Exposition: Leistung: $60 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($=15 \text{ V/m}$), Frequenz: 902.4 MHz. Die Strahlung wurde mit einer speziellen Antenne auf den Hinterkopf gerichtet.

Methode: Mit jedem Probanden wurden 2 Experimente durchgeführt, einmal mit Schein- und einmal mit wirklicher Exposition (Reihenfolge zufällig). Ein Experiment bestand aus 15 Minuten Hintergrundsexposition, 15 Minuten Schein- oder realer Exposition und 30 Minuten Nach-Expositionsphase. Alle 5 Minuten wurde zwischen den Zuständen "Augen offen" und "geschlossen" gewechselt. EEG wurde mit 16 Elektroden mit dem 10-20 System gemessen.

Für die Datenanalyse wurde eine spezielle Software mit nicht-linearer Dynamik entwickelt. Als Indikator für dem Hirnfunktionswechsel wurde eine sogenannte Multikanal-Korrelationsdimension (D2) berechnet.

Resultat: Folgende Dynamik für D2 wurde beobachtet: Bei Exposition stieg D2 sofort an. Nach 2 Minuten begann D2 zu sinken, blieb aber 6 bis 7 Minuten lang höher als bei Scheinexposition. Während der restlichen Expositionszeit verschwand die Differenz. In der Nach-Expositionsphase war D2 bei vorheriger Exposition wiederum höher als bei vorheriger Scheinexposition. Die Unterschiede waren statistisch signifikant. Bei offenen Augen war D2 höher als bei geschlossenen Augen. Dann waren die Unterschiede zwischen realer Exposition und Scheinexposition geringer.

Schlussfolgerung: Nicht-lineare Analyse des EEG erlaubt die Untersuchung chaotischer EEG-Komponenten, die

mit ZNS-Informationsprozessen assoziiert sind, und die räumlich-zeitliche Organisation der Hirnprozesse repräsentieren. Diese Information kann bei Spektralanalyse nicht gewonnen werden. Die beobachteten Unterschiede bei realer Exposition und bei Scheinexposition können ein Resultat der Hirnrindenaktivität sein.

Bemerkungen: Die Studie beschreibt den Versuchsablauf zu ungenau, um Schlussfolgerungen ziehen zu können. Dazu wäre eine vermehrte Transparenz nötig, wie D2 berechnet wurde. Insbesondere bleibt unklar, was die Tatsache bedeutet, dass D2 sowohl während als auch nach der Exposition erhöht war, gegen Ende der Expositionszeit aber scheinbar eine Adaption stattgefunden hatte.

Finanzierung: Russische Universität, Deutsche Telekom

Lebedeva NN, Sulimov AV, Sulimova OP, Korotkovskaya TI, Gailus T.

Investigation of brain potentials in sleeping humans exposed to the electromagnetic field of mobile phones.

Critical Reviews in Biomedical Engineering 2001; 29 (1): 125-133

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Kollektiv: 20 Männer zwischen 20 und 28 Jahren.

Exposition: Einmal Scheinexposition und einmal reale Exposition mit einem Mobiltelefon (nicht näher spezifiziert)

Methode: 2-Kanal EEG wurde während eines achtstündigen Schlafes aufgenommen. Auf der Basis des EEG wurden die Schlafphasen bestimmt.

Resultat: In der Einführung ist eine Übersicht über die Schlafphasen gegeben. Während der Feldexposition war die spektrale Leistung im alpha Band (Pz) deutlich höher als bei Scheinexposition. Eine ähnliche Tendenz wurde für das Beta- und Theta-Band festgestellt, war aber nicht signifikant. Die 2-Weg-Korrelation von D2 war bei Feldexposition deutlicher geringer also ohne. Schlafphasen assoziiert mit langsamen Wellen, waren tendenziell geringer bei Feldexposition. Dies bedeutet ein Reduktion des REM-Schlafes

Schlussfolgerung: Laut Autoren zeigen die Befunde, dass die Schlafstruktur bzw. die Abfolgen der Schlafphasen durch die Feldexposition beeinflusst wird.

Bemerkungen: Im Artikel werden die experimentelle Bedingungen nicht beschrieben. Eine Bewertung ist deshalb schwierig. Effekte im Alpha-Band und auf die REM-Phase wurden auch in anderen Studien gefunden.

Lee TMC, Ho SMY, Tsang LYH, Yang SYC, Li LSW, Chan CCH.

Effect on human attention of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones.

Neuroreport 2001; 12 (4): 729-731

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich von Reaktionszeiten bei Mobiltelefonnutzern und Nicht-Nutzern.

Kollektiv: 72 Jugendliche, davon benutzen 37 regelmässig ein Mobiltelefon. Es wurden Jugendliche untersucht, weil es unter Erwachsenen schwierig ist, passende Personen zu finden, die kein Mobiltelefon benutzen.

Exposition: Mobilfunktelefonnutzung wurde aus der täglichen Gesprächsdauer und der Dauer seit Telefongebrauch berechnet. Bei den Nutzern war die kumulative Gesprächsdauer 175 bis 27'240 Minuten.

Methode: An je zwei Mädchen- und Knabenschulen wurden 158 Fragebogen zum Mobilfunkgebrauch und zu persönlichen Daten gesammelt. Von den 79 Mobilfunknutzern wurden 37 mit der höchsten Gesamtnutzungsdauer ausgewählt. (Durchschnittsalter 16 Jahre). Dazu passend (Alter und Geschlechtsverteilung) wurden 35 Nicht-Nutzer ausgewählt. Es wurden drei Aufmerksamkeitstests durchgeführt (SDMT, CST, TMT). Die Studienteilnehmer durften zuerst üben. Die Tests wurden ohne Mobiltelefonexposition und individuell durchgeführt, die Reihenfolge war standardisiert. Die Versuchsleiter kannten die Gruppenzugehörigkeit der Probanden nicht. Der Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und kognitiver Leistung wurde mittels Zwei-Weg-Varianzanalyse untersucht. Dieser Haupteffekt sowie die Interaktion von Gruppenzugehörigkeit und Geschlecht von Teil A und B des TMT-Testes wurde mittels multivariater Varianzanalyse ausgewertet. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, allgemeine Intelligenz (nur bezüglich Schultyp).

Resultat: Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Probanden und dem Testresultat. Es wurden keine statistisch signifikanten Interaktionen beobachtet. Daher wurde der Geschlechtseffekt nicht berücksichtigt. Beim TMT-Test waren die Mobiltelefonnutzer signifikant besser als Nicht-Nutzer. Bei den beiden

anderen Tests wurde kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten es für möglich, dass die Mobiltelefonexposition gewisse Reaktionsprozesse beschleunigt. Es könnte sich aber auch um Selbstselektion handeln, wenn Personen mit guter Reaktionsfähigkeit (Multitasking) eher ein Mobiltelefon benutzen als andere. Elektrophysikalische Messungen ergaben, dass der TNT-Test mit der Aktivierung des Stirnhirnes assoziiert ist. In der Studie von Koivisto et al. 2000 wurden bei Mobiltelefonexposition ebenfalls Effekte auf kognitive Prozesse beobachtet, an denen das Stirnhirn beteiligt ist. Eine Temperaturerhöhung kann keine Rolle spielen, da die Tests nicht während der Exposition durchgeführt wurden.

Bemerkungen: Es erscheint wahrscheinlich, dass in dieser Studie ein Selbstselektionsfehler vorliegt. In der Analyse wurde für mögliche Störgrößen nicht kontrolliert. Eventuelle systematische Unterschiede zwischen den Studiengruppen bezüglich Intelligenzquotienten wurden nur dadurch berücksichtigt, dass die Teilnehmer aus den gleichen Schulen kamen. Das Geschlecht wurde in der Analyse nicht mehr berücksichtigt. Ein Wirkmechanismus, über den Mobilfunkstrahlung die kognitive Leistungsfähigkeit beeinflussen könnte, ist zur Zeit nicht bekannt.

Finanzierung: keine Angaben

Lee CY.

Smoking and use of mobile phones - No correlation in Switzerland either.

British Medical Journal 2001; 322 (7286): 616-617

<http://bmj.com>

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Antwortbrief auf Charlton (Publikation 1360), der einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Rückgang des Rauchens bei Jugendlichen in England und der zunehmenden Verbreitung von Mobiltelefonen propagiert. In der Schweiz hat zwischen 1992 und 1997 sowohl das Rauchen bei Jugendlichen als auch die Anzahl an Mobiltelefonen zugenommen. Eine entsprechende Hypothese müsste mit anderen Methoden untersucht werden.

Lin JC.

Cellular telephones and their effect on the human brain.

Ieee Antennas and Propagation Magazine 1999; 41 (6): 132-133

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Review über den Einfluss der Mobilfunkstrahlung auf das Gehirn

Resultat: Studien von Hardell (Nr. 1137) und Muscat (1021) (zu diesem Zeitpunkt nur als press release publiziert), können allenfalls als geringes Indiz für hirntumorerzeugende Wirkung der Mobilfunkstrahlung gewertet werden. Dolk-Studien (1131, 1132) zeigen höchsten ein sehr minimales Risiko für Leukämie. Preece (1147) fand eine Verkürzung der Reaktionszeit durch Mobilfunkstrahlung aber keinen Effekt auf das Kurzzeitgedächtnis. In vivo und in vitro Studien zeigten, dass Geschwindigkeit eines Nervenimpulses temperaturabhängig ist bei einer Änderung von 0.3 bis 0.6 °C. Die winkelförmige Gehirnwindung auf der selben Seite, wo das Mobiltelefon gehalten wird, agiert als Relaisstation zwischen visueller und sprachlicher Verarbeitung. Daher Reaktionszeitverkürzung kann durch Temperaturerhöhung des Hirngewebes verursacht sein, aber auch nicht-thermale Wirkungsmechanismen können nicht ausgeschlossen werden. Das Mikrowellen-Hören wurde früher mit einer direkten, nicht-thermalen Strahlungsinteraktion auf die Hörnerven erklärt. Heute ist aber allgemein erkannt, dass der Effekt durch thermoelastische Wellen von gepulster RF-Strahlung verursacht wird.

Lin JC.

Effects of microwave and mobile-telephone exposure on memory processes.

Ieee Antennas and Propagation Magazine 2000; 42 (3): 118-120

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang Mobilfunkstrahlung und Gedächtnisprozesse

Methode: Diskussion von Studien

Resultat: Wang and Lai, Bioelectromagnetics, 21, 2000, 52-56 untersuchten die Gedächtnisleistung von Ratten nach Mobilfunkstrahlungsexposition anhand von Irrgärten. Sie fanden (unter anderem), dass exponierte Ratten das Ziel später fanden, wenn sie im Wasser losgelassen wurden, trotz gleicher Schwimmgeschwindigkeit. Dieser Befund wurde als Einfluss auf das Lernverhalten (räumliche Referenzgedächtnis) interpretiert. Lin schlägt als mögliche alternative Erklärung vor, dass die Bestrahlung (0.35 W) einen zusätzlichen Energieinput von 21 Joules geliefert hat, was den Ratten ermöglichte länger im kalten (22°C) Wasser zu sein. Andernfalls, wenn eine einstündige Mobiltelefonbestrahlung wirklich das räumliche Referenzgedächtnis erniedrigt, hätte das schwerwiegende Konsequenzen für den Menschen, da davon das Langzeitgedächtnis stärker betroffen ist als das Kurzzeitgedächtnis. Eine andere Studie vom selben Labor (Lai, Bioelectromagnetics, 15, 1994, 95-104) hatte jedoch eher einen Einfluss auf das räumliche Arbeitsgedächtnis propagiert. Keinen Effekt auf das räumliche Lernverhalten fand eine Studie bei einer Bestrahlung mit einem SAR von 0.05 W/kg (Sienkiewicz, Bioelectromagnetics, 21, 2000, 151-158). Einen Effekt auf das Wiedererkennen von Objekten als Mass für die Gedächtnisleistung fanden Mickley et al. (Physiology & Behavior, 55, 1994, 1029-1038) bei einem SAR von 1 W/kg bzw. >5W/kg in der Nachfolgestudie.

Schlussfolgerung: Die Studien zeigen insgesamt eine SAR-abhängigen Effekt. Bei kleinen Strahlungsleistungen wurden keine Effekte gefunden, bei höheren SAR-Werten aber schon.

Maier R.

Do pulsed electromagnetic fields impair CNS activity? Besteht eine Beeinträchtigung der ZNS-Aktivität durch gepulste elektromagnetische Felder?.

Biomedizinische Technik 2001; 46 (1-2): 18-23

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Strahlung von GSM-Telefonen auf den Regenerationsprozess kognitiver Prozesse

Kollektiv: 11 gesunde Probanden, männlich und weiblich, Durchschnittsalter 39 Jahre, Mitarbeiter der Lübecker Universitätsklinik

Exposition: Mobiltelefon: $f=902$ MHz, Pulsfrequenz 217 Hz. Leistungsflussdichte= 1mW/m^2 , 4 cm vom linken Ohr entfernt plaziert.

Methode: Bestimmung der Ordnungsschwelle (OS). Die OS ist definiert als der zeitliche Abstand zweier auditiver Reize, bei dem es dem Probanden gerade noch gelingt, die zeitliche Abfolge der Seiten (l/r bzw. r/l) fehlerfrei zu bestimmen. Der Reiz wird mittels eines Stereokopfhörers übertragen. Der Versuch wurde bei einem Signalabstand von 300ms gestartet. Bei jeder erfolgreichen Seitenzuordnung wurde der Abstand um einen Zeitschritt verkleinert, bei falscher Zuordnung um 4 Zeitschritte erhöht, bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hatte.

Die Experimente wurde an 2 Tagen zur gleichen Tageszeit mit/ohne Exposition doppelblind durchgeführt.

Ablauf einer Versuchsreihe: a) Ordnungsschwelle bestimmen, b) 50 Minuten Pause (mit realer oder Scheinexposition) , c) Ordnungsschwelle bestimmen.

Die Hypothese lautete, dass ohne Feldeinwirkung in der Ruhephase eine bessere Regeneration erfolgte. Als Kriterium diente einerseits die Zeitspanne bis zur OS-Bestimmung und andererseits die Länge der OS selber. Datenanalyse mit Methoden der Signalauswertung.

Resultat: Bei neun von elf Probanden ergab sich ein mit der Hypothese in Einklang stehendes Resultat:

Nach Feldeinwirkung nahm der Zeitbedarf zur Bestimmung der OS zu. Nach Ruhephasen ohne Befeldung war

keine Zunahme oder sogar eine OS-Verschiebung zu kürzeren Zeiten hin zu beobachten.

Schlussfolgerung: Eine kürzere OS sowie eine kürzere Zeitdauer zur OS-Bestimmung deutet auf eine verbesserte kognitive Leistung hin. Es besteht also Evidenz, dass die Mobilfunkstrahlung die kognitive Leistung beeinträchtigt, insbesondere auch die Regeneration. Die unterschiedlichen Resultate für die einzelnen Probanden deuten auf individuelle Empfindlichkeiten hin.

Bemerkungen: Das Studienkollektiv ist sehr klein. Statistisch lässt sich damit wenig aussagen. Inwiefern die OS in Beziehung mit kognitiven Prozessen steht, ist nicht bekannt. Es werden keine Aussagen darüber gemacht, ob die Verteilung der Expositionssituation bezüglich dem 1. und 2. Versuchstag gleichmässig war. Eine ungleiche Verteilung könnte via Lerneffekt das Resultat beeinflusst haben.

Auf englisch wurden die Resultate publiziert in: Maier R.;Greter S.E.;Maier N.: Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes - a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration. Acta Neurol Scand 2004; 110 (1), 46-52. (Artikel Nr. 1819)

Finanzierung: keine Angaben

Mantiplly ED, Pohl KR, Poppell SW, Murphy JA.

Summary of measured radiofrequency electric and magnetic fields (10 kHz to 30 GHz) in the general and work environment.

Bioelectromagnetics 1997; 18 (8): 563-577

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Radar
Exposition, Methodik

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Beschreibung der Expositionssituation in den USA gegenüber verschiedener Hochfrequenzquellen am Arbeitsplatz und in der Umwelt.

Exposition: Berücksichtigte Quellen: Küstenwache-Navigationssender, Militärsender, Bildschirme, Induktionsherde, industrielle Induktionsheizer und dielektrische Heizungen, Radio- und Fernsehsender, Amateur- und CB-Funksender, medizinische Diathermiegeräte und elektromedizinische Geräte, mobile und handgehaltene Sender, Schnurlos- und Mobilfunktelefone, Mikrowellenöfen, Mikrowellen-Erde-Relais und Satelliten-Uplinks, Polizei-, Verkehrs- und Flugzeugradar.

Methode: Für jede Quelle Angabe der typischen Frequenz (f), Wellenlänge(l), der typischen elektrischen Feldstärke (E) oder magnetischen Feldstärke (H) in einer typischen Distanz (d). Bei Sendern ist oft die typische Sendeleistung angegeben (P).

Resultat: Sehr tiefe Frequenz (VLF): f=3-30 kHz (l=100-10 km)

verschiedene Navigationssender (Küstenwachenaviagationssender, Militärsender): f=10-14 kHz; in d=11 - 640m->E=4400V/m - 60V/m bzw. H=2.9A/m - 20mA/m.

f= MHz; in d=m->E=V/m bzw. H=mA/m.

Bildschirme: f= 15 - 35 kHz; in d=30cm->E=0.22 - 52V/m - V/m bzw. H=0.26A/m - 170mA/m. (Nahfeld, niederfrequente Felder, die es ebenfalls gibt, sind nicht berücksichtigt)

Induktionsherde: f= 22-34 kHz; in d=30cm->E=4.3V/m - 4.9V/m bzw. H=0.7A/m - 1.6A/m.

Tieffrequenzbereich (LF) f=30-300 kHz (l=10-1 km)

Navigationssender $f = 22 - 34 \text{ kHz}$; in $d = 3 - 300 \text{ m} \rightarrow E = 350 \text{ V/m} - 3 \text{ V/m}$ bzw. $H = 2.9 \text{ A/m} - 6 \text{ mA/m}$. (z.T. gepulst mit einer 11-18 Mal stärkere Leistung)

Mittlere Frequenz (MF) $f = 300 \text{ kHz} - 3 \text{ MHz}$ ($l = 1000 - 100 \text{ m}$)

AM-Radiosender: $f = 535 - 1705 \text{ kHz}$; in $d = 100 \text{ m} \rightarrow E = 2.5 - 20 \text{ V/m}$ bzw. $H = 7.7 - 76 \text{ mA/m}$.

(3% der städt. amerikanisch Bevölkerung ist $> 1 \text{ V/m}$ von AM-Sendern exponiert, 98% $> 70 \text{ mV}$, Median = 280 mV)

Amateurfunk (160 Meter): $f = 1.8 - 2 \text{ MHz}$; in $d = \text{'bei Antenne'}$ $\rightarrow E = 52 - 240 \text{ V/m}$ bzw. $H = 37 - 310 \text{ mA/m}$ bei $P = 500 \text{ W}$

industrielle Induktionsheizer: $f = 0.25 - 0.79 \text{ MHz}$; in $d = \text{'Operatorposition'}$ $\rightarrow E = 1 - 4100 \text{ V/m}$ bzw. $H = 0.05 - 10 \text{ A/m}$.

medizinische elektromedizinische Geräte: $f = 0.5 - 2.4 \text{ MHz}$; in $d = 10 - 40 \text{ cm} \rightarrow E = 200 - 1000 \text{ V/m}$ bzw. $H = 0.1 - 0.35 \text{ A/m}$.

Hochfrequenz (HF) $f = 3 - 30 \text{ MHz}$ ($l = 100 - 10 \text{ m}$)

Amateurfunk: $f = 4 - 30 \text{ MHz}$; in $d = 1 - 2 \text{ m} \rightarrow E = 1 - 200 \text{ V/m}$ bzw. $H = 2 - 1400 \text{ mA/m}$ bei $P = 100 - 400 \text{ W}$

CB-Funk: $f = 27 \text{ MHz}$; in $d = 5 - 60 \text{ cm} \rightarrow E = 18 - 1400 \text{ V/m}$ bzw. $H = 0.04 - 1.3 \text{ A/m}$.

Internationale Radiosender: $d = 10 \text{ km} \rightarrow E = 1.5 - 64 \text{ mV/m}$ bzw. $H = 0.006 - 0.16 \text{ mA/m}$ bei $P = 250 \text{ kW}$.

für $d = 200 \text{ m}$ und $P = 3 \cdot 100 \text{ kW} \rightarrow E = 0.45 - 5 \text{ V/m}$ bzw. $H = 3 - 20 \text{ mA/m}$

Dielektrische Heizungen: $f = 27 \text{ MHz}$; in $d = ? \text{ m} \rightarrow E = 20 - 1700 \text{ V/m}$ bzw. $H = 0.04 - 14 \text{ A/m}$.

Diathermiegeräte: $f = 27 \text{ MHz}$; in $d = \text{'Operatorposition'}$ $\rightarrow E = 200 - 2000 \text{ V/m}$ bzw. $H = 0.2 - 3 \text{ A/m}$.

$d = \text{'Patientenposition'}$ ($5 - 35 \text{ cm}$) $E = 400 - 4000 \text{ V/m}$ bzw. $H = 3 - 30 \text{ A/m}$.

Sehr hohe Frequenz (VHF) $f = 30 - 300 \text{ MHz}$ ($l = 10 - 1 \text{ m}$)

FM-Radiosender: $f = 88 - 108 \text{ MHz}$; Maximalwerte um Antennen $2 - 200 \text{ V/m}$ $P = 5 \text{ kW}$ pro Antenne

In US-Städten E-Feld durch FM-Antennen ungefähr 0.1 V/m , 0.5% der Bevölkerung höher als 2 V/m exponiert.

Strahlung generell nicht amplitudenmoduliert, jedoch ergaben Messungen 1-5% im Bereich 3-100 Hz.

VHF-Fernsehsender: $f = 54 - 88 \text{ MHz}$ und $174 - 216 \text{ MHz}$; iMaximalwerte um Sendetürme $1 - 30 \text{ V/m}$. Wegen tiefem Band 16% der Bevölkerung $> 0.1 \text{ V/m}$ exponiert, und 0.1% $> 2 \text{ V/m}$. Wegen hohem Band 32% der Bev. $> 0.1 \text{ V/m}$ exponiert und 0.005% $> 2 \text{ V/m}$. Videosignal ($= 59.94 \text{ Hz}$) macht 4-12% der TV-Senderstrahlung aus.

Mobile Sender: $f = 40 - 200 \text{ MHz}$; in $d = \text{'in Autos'}$ $\rightarrow E = 3 - 150 \text{ V/m}$.

Ultra-Hochfrequenz (UHF) $f = 300 \text{ MHz} - 3 \text{ GHz}$ ($l = 100 - 10 \text{ cm}$)

UHF-TV-Sender: $f = 470 - 806 \text{ MHz}$; Maximalfeld um Sendtürme $1 - 20 \text{ V/m}$.

20% der Bevölkerung $> 0.1 \text{ V/m}$ expniert, 0.01% $> 1 \text{ V/m}$ von UHF-TV-Sendern exponiert.

Mobilfunkantenne: $f = 869 - 894 \text{ MHz}$; in $d = 1 \text{ m}$ über der Antenne $\rightarrow E = 0.1 - 0.8 \text{ V/m}$.

Mobilfunktelefon: $f = 824 - 849 \text{ MHz}$; in $d = \text{'in Auto bei externer Antenne'}$ $\rightarrow E = 6 - 36 \text{ V/m}$. Maximales Feld in 5 cm Distanz ist $9.4 - 94 \text{ V/m}$ für $P = 6 - 600 \text{ mW}$ (Nahfeld, analoges System)

Mikrowellenöfen: $f = 2.45 \text{ GHz}$; $d = 5 \text{ cm} \rightarrow E = 10 - 140 \text{ V/m}$; in $d = 1 \text{ m}$ $E = 0.5 - 7 \text{ V/m}$.

Pulsierende Radar (Flugzeug): typische $1 \mu\text{s}$ Puls pro $1000 \mu\text{s}$ (Duty-Faktor=1000). Maximalwert rund $100'000$ Mal höher als Durchschnitt bzw. 300 auf Feldstärke bezogen. $f = 1.3$ oder 2.8 GHz ; $d = 200 - 600 \text{ m} \rightarrow E = 0.057 - 2.5 \text{ V/m}$ (rms=root mean square) bzw. $4.7 - 960 \text{ V/m}$ (Maximalwert)

Superhochfrequenz (SHF) $3 - 30 \text{ GHz}$ ($l = 10 - 1 \text{ cm}$)

Mikrowellen-Relais für Telefone (Satellitentelefone?) $f = 2 - 13 \text{ GHz}$; am Boden bei Relais $\rightarrow E = 0.02 - 0.6 \text{ V/m}$.

Satellitenkommunikation uplink: $f = 6 \text{ GHz}$ und 14 GHz ; in $d = \text{'im Strahl'}$ $\rightarrow E = 22 - 610 \text{ V/m}$ am Boden bei tiefer

Elevation bis max. 15 V/m, typische Leistung: $P=1\text{kW}$.

Flugzeug/Weterradar $f= 9.375\text{ GHz}$; in $d=10\text{m}-10\text{cm}$ -> $E=20-200\text{V/m}$ (rms).

Polizeiradar $f= 10.5\text{ GHz}$ und 24 GHz ; Operatorexposition (wenn Radar vom Operator wegzielt)-> $E=1-15\text{V/m}$; in $d=30-300\text{m}$ -> $E=1-0.1\text{ V/m}$.

Schlussfolgerung: In allgemeiner Umwelt: grösste Peak-Belastung durch Polizeiradar, dann Radio- und Fernsehsender. Mobilfunkbasisstationen und Satellitenkommunikation tragen nur geringfügig zur allgemeinen Exposition bei. Letzteren wird zuviel Beachtung geschenkt verglichen mit ihrem Beitrag zur Strahlenexposition.

Bemerkungen: Gute Übersicht, im Mobilfunkbereich allerdings nicht mehr sehr aktuell. Angaben zur elektromagnetischen Diebstahlüberwachung in Kaufhäusern fehlen. In Anbetracht der Verbreitung von Mobilfunkbasisstationen kann heute nicht mehr generell davon ausgegangen werden, dass ihr Beitrag in der allgemeinen Umwelt viel geringer ist als der Beitrag von Radio- und Fernsehsendern. Polizeiradar ist dagegen sicher kaum von Bedeutung für die Langzeitdurchschnittsexposition.

Finanzierung: US-Government

Marino AA.

Electromagnetic-Fields, Cancer, and the Theory of Neuroendocrine-Related Promotion.

Bioelectrochemistry and Bioenergetics 1993; 29 (3): 255-276

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Bemerkungen: wird von Felix angeschaut

Muscat JE, Stellman SD, Malkin MG, Thompson S, Shore RE, Neugut AI.
Handheld cellular telephones and brain cancer risk - Reply.
Journal of the American Medical Association 2001; 285 (14): 1838-1839

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf die Briefe von Kane (Artikel 1377), Hardell (Artikel 1373) und Zimmerman (Artikel 1403).

Resultat: Muscat weist darauf hin, dass nicht notwendigerweise ein Zusammenhang zwischen der Aggressivität des Tumors und der Kondition eines Patienten, an der Studie teilzunehmen besteht. Eine Verzerrung gibt es nur, wenn Mobilfunkbenutzung besonders stark mit den späten Stadien von Gehirntumoren assoziiert ist.

Eine Verzerrung durch falsche Deklaration der Erinnerung gegenüber der Exposition führt im allgemeinen zu falsch positiven Resultaten. Da die Studie keinen Effekt fand, sei dies nicht besonders relevant.

Bezüglich Latenzzeit hält der Autor die Einwände für berechtigt. Die Studie kann nur Kurzzeitriskiken ausschliessen.

In Hinsicht auf die Finanzierung durch eine Telekomgesellschaft macht Muscat darauf aufmerksam, dass das Industrie-Sponsoring in der Gesundheitsforschung nicht unüblich ist. Die Studie sei mit gleichen Studienprotokollen durchgeführt worden wie unabhängig finanzierte Studien. Zudem sei sie von unabhängigen Wissenschaftlern begutachtet (peer reviewed) worden.

Petrides M.

Exposure to electromagnetic fields by using cellular telephones and its influence on the brain.

Neuroreport 2000; 11 (15): F15-F15

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zu den experimentellen Studien, die den Einfluss des Gebrauchs von Mobilfunktelefone auf die Gehirnaktivität untersuchten.

Methode: Insbesondere die Studien über Gehirnaktivitäten, die im selben Heft publiziert wurden, werden diskutiert. (Koivisto: 1379, 1380; Eulitz: 1133; Huber: 1406)

Resultat: Gehirnaktivität scheint beeinflusst von den Strahlungsemissionen von Mobilfunktelefonen. Der Wirkungsmechanismus ist unklar. Als möglicher Wirkungsmechanismus wird eine kleine Erwärmung des Hirngewebes diskutiert, die die Transmission der Synapsen beeinflusst.

Schlussfolgerung: Diese Studien über die unmittelbaren Wirkungen auf die Gehirnaktivität lassen keine Aussagen über längerfristige Gesundheitsauswirkungen zu. Huber hat gezeigt, dass die Effekte eine Zeitlang nach der Exposition weiter bestehen können (30 Minuten), nach einer längeren Periode (3 Stunden) waren die Effekte jedoch verschwunden.

Petrides M.

Use of cellular telephones and performance on tests of attention.

Neuroreport 2001; 12 (4): A21-A21

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Lee et al. (1387) im selben Heft.

Resultat: Wirft die Frage auf, ob Befund von Lee et al. ein Langzeiteffekt ist oder auf Selbstselektionsbias beruht.

Rothman KJ, Chou CK, Morgan R, Balzano Q, Guy AW, Funch DP, Preston-Martin S, Mandel J, Steffens R, Carlo G.

Assessment of cellular telephone and other radio frequency exposure for epidemiologic research.

Epidemiology 1996; 7 (3): 291-298

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht zur Hochfrequenzexposition und Diskussion im Hinblick auf epidemiologische Forschung.

Resultat: Anhand einiger Studien von Tell, Balzano und Gandhi wurde die Spitzen-SAR und die mittlere spezifische Absorptionsrate (SAR) für verschiedene Radiofrequenzstrahlungsquellen abgeschätzt. Die höchsten Werte ergaben sich für Mobiltelefone, gefolgt von handgehaltenen Funkgeräten. Am geringsten waren die SAR-Werte bei Rundfunksendern. Beim Mobiltelefon lag die Spitzen-SAR etwa 200 bis 300 Mal höher als die über den ganzen Körper gemittelte SAR. In etwa 5 cm Gewebetiefe reduziert sich die Strahlung des Telefons um etwa 90%.

Zusammenfassung von Leukämie- und Hirntumorstudien mit unterschiedlichen Resultaten.

Schlussfolgerung: Die grösste Schwäche der Untersuchungen ist im Allgemeinen die Expositionsabschätzung. Die meisten alten Studien waren auf niederfrequente Strahlung fokussiert. Wenn man ausgehend von Telefonrechnungen auf die Höhe der Exposition schliesst, können Fehler entstehen.

Rothman KJ.

Cellular telephones and risk of brain tumours - Reply.

Lancet 2001; 357 (9260): 961-961

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobildfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf Kommentar zu Hardell (1373)

Resultat: Rothman wiederholt seine Aussage, dass es unwahrscheinlich sei, im Zusammenhang mit Mobiltelefonbenutzung eine Seitenabhängigkeit der Entstehung von Hirntumoren zu beobachten, insgesamt aber kein erhöhtes Tumorrisiko. Diese Inkonsistenz bedeutet, dass eines der beiden Resultate (oder beide) sehr wahrscheinlich nicht real sind. Ein überzeugender Nachweis für einen kausalen Zusammenhang wäre eine Studie, die eine Assoziation zwischen Mobildfunk und Tumorfrequenz findet, aber nur auf der Seite des Kopfes, an der telefoniert wird.

Stepansky R, Jahn O, Windischbauer G, Zeitlhofer J.
Biological effects of electromagnetic fields.
Acta Medica Austriaca 2000; 27 (3): 69-77

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Frequenz: statisch
Stromleitungen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Melatonin und andere Hormone
Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Risikowahrnehmung
Land:
Schlafphasen und Schlafqualität
Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über gesundheitliche Auswirkungen der EMF-Exposition.

Resultat: Physikalische Grundlagen: Übersicht über Quellen statischer, niederfrequenter und hochfrequenter Felder (umfassende Tabelle mit Strahlungsquellen im ganzen Frequenzspektrum). Mögliche Interaktionen beim Menschen. Erläuterung der europäischen Grenzwerte.
Einige Gesundheitseffekte werden evaluiert: Leukämierate in der Nähe von Hochspannungsleitungen, Einfluss niederfrequenter Felder auf Melatoninhaushalt/Zirbeldrüse und EEG. Zur Auswirkung der Hochfrequenzstrahlung: thermische Effekte, Veränderung der Blut-Hirnschranke, schlaffördernde Wirkung, Reduktion von REM-Phasen, psychosomatische Aspekte. Probleme der Risikokommunikation.

Swerdlow AJ.

Measurement of radiofrequency radiation exposure in epidemiological studies.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 149-153

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Radar

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenstellung der Anforderungen an die Expositionsabschätzung in epidemiologischen Studien, mit denen Gesundheitseffekte der Hochfrequenzstrahlung untersucht werden sollen. Im Zentrum stehen Arbeitsplatz- und Militärstudien mit den Zielparametern Krebserkrankungen und Todesfälle.

Resultat: Die Problematik der Expositionsabschätzung in ökologischen Studien wird anhand von einigen Fallbeispielen diskutiert: Zum Beispiel berechnete die Radiosenderstudie von Hocking et al. die Strahlung mit Sendeleistung und Sendewinkel. Reflexionen, Hindernisse etc. wurden nicht berücksichtigt. Die gemessenen Werte sind fünfmal tiefer als die berechneten. Fall-Kontroll- und Kohortenstudien können die Exposition auf individuellem Level bestimmen.

Generell wäre die Evaluation einer Dosis-Wirkungsbeziehung wünschenswert und nicht nur eine binäre Ja/nein-Expositionsgrösse.

Bei der Bestimmung des Expositionsausmasses auf der Basis des Berufes muss unter Umständen auch die nichtberufliche Exposition berücksichtigt werden. Oft ist sie aber vernachlässigbar im Vergleich zur beruflichen Exposition. Alle möglichen Störgrössen müssen berücksichtigt werden, insbesondere aber die Exposition gegenüber Strahlung anderer Frequenz (z.B. niederfrequente Immissionen).

Schlussfolgerung: Die ideale Expositionsabschätzung umfasst Level, Dauer, Messmethode und Exposition gegenüber anderer Strahlung. Epidemiologische Studien haben im allgemeinen eine ungenügende Expositionsabschätzung. Schlechte Expositionsabschätzung verunmöglicht das Feststellen eines möglichen gesundheitlichen Effektes und die Überprüfung, ob ein kausaler Zusammenhang besteht.

Vijayalaxmi, Pickard WF, Bisht KS, Leal BZ, Meltz ML, Roti JLR, Straube WL, Moros EG.
Cytogenetic studies in human blood lymphocytes exposed in vitro to radiofrequency radiation at a cellular telephone frequency (835.62 MHz, FDMA).
Radiation Research 2001; 155 (1): 113-121

Stichwörter	Kollektiv: Kein Kollektiv	Zielgrösse: Zellbiologie, DNA-Schäden
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Kurz (Tage bis Wochen)	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Mobilfunkstrahlung auf die Zellgenetik von menschlichen Lymphozyten.

Exposition: Bestrahlung mit 835.62 Hz, analoges Signal (FDMA), Strahlung 68W, Strahlungsdichte in der Mitte der Petrischale 860 W/m². Dies entspricht einer spezifischen Absorptionsrate (SAR) von 4.4 oder 5 W/kg. Zusätzlich Scheinexposition als negative Kontrolle und Gamma-Strahlungsexposition von 1.5 Gy als positive Kontrolle. Temperatur bei 37 ±0.3°C stabilisiert.

Methode: Frische, periphere Blutproben von vier gesunden Probanden wurden mit RPMI-1640-Kulturgewebe verdünnt und 24 h in vitro schein-/strahlenexponiert. Sofort nach Exposition wurden die Lymphozyten mit einem Mitogen (Substanz zur Induktion der Zellteilung: Phytohämagglutinin) stimuliert und für 48 oder 72 h kultiviert, um das Ausmass der genetischen Schäden zu bestimmen. Das Ausmass der Schäden wurde anhand der mitotischen Indizes, der Indizes der Austausch-Abweichungen, der zusätzlichen Fragmente, der zweizelligen Zellen und der Mikronukleole bestimmt.

Resultat: Bezüglich aller Indizes zeigte sich praktisch keine Differenz zwischen schein- und hochfrequenzexponierten Zellen. Ein signifikanter Unterschied bestand im Vergleich mit den gammastrahlenexponierten Lymphozyten.

Schlussfolgerung: Die Studie liefert keine Evidenz für Chromosomen- und Zellschäden in menschlichen Lymphozyten durch EMF-Exposition mit SAR-Werten von 4 bis 5 W/kg.

Bemerkungen: Die elektrische Feldstärke ist sehr hoch (umgerechnet aus der Strahlungsdichte [Fernfeld]: 569 V/m). Wie bei den meisten In-vitro-Studien stellt sich die Frage, ob und inwiefern die 24-Stunden-Exposition von

isolierten Zellen mit einer längeren oder wiederholten Exposition in realen Lebenssituationen vergleichbar ist (mehrere Zellzyklen betroffen).

Die Publikation enthält eine Übersichtstabelle zu Studienresultaten in diesem Forschungsbereich (Tab. 3). Die Schlussfolgerung dieser Mini-Review ist, dass die meisten Studien keinen Zusammenhang zwischen Zellschäden und Radiofrequenzbestrahlung fanden. Vereinzelte positive Resultate können aus technischen Gründen in Frage gestellt werden.

Finanzierung: Air Force Scientific Research Grant, und persönliches Stipendium der Motorola für Bisht

Wiat J, Dale C, Bosisio AV, Le Cornec A.

Analysis of the influence of the power control and discontinuous transmission on RF exposure with GSM mobile phones.

Ieee Transactions On Electromagnetic Compatibility 2000; 42 (4): 376-385

Stichwörter	Kollektiv: Alle, generell	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa

Studientyp:
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Analyse der Leistungskontrolle und der diskontinuierlichen Transmission von Mobiltelefonen im Zusammenhang mit der Strahlungsexposition der Nutzer.

Methode: Vergleich der Exposition durch GSM- (Global System Mobile) und DCS-(Digital Communication System)-Telefone. Mit Hilfe eines Testtelefons wurde der Datenfluss entlang von Strassen in Paris und Umgebung gemessen. In Paris sind Basisstationen und Mikrozellen vorhanden. Statistische Parameter (Mittelwert, Standardabweichung etc.) wurden berechnet und daraus die mittlere Exposition bei einem typischen Benutzerverhalten abgeschätzt. Diese Abschätzungen wurden auf ein typisches Telefon angewendet und daraus die absorbierte Strahlung von biologischem Gewebe (SAR) mit der finiten Differenzen-Zeit-Methode (FDTD) berechnet.

Resultat: Ein GSM-Telefon Klasse 3 emittiert idealerweise im Maximum 2 W (± 2.5 dB) bei 900 MHz, und ein DCS-Telefon Klasse 1 emittiert 1 W (± 2.5 dB = 78%) bei 1800 MHz. Uplink-Frequenz= 890 (880) - 915, Downlink-Frequenz= 935 (925) - 960 bzw. 1710 - 1785 (up) und 1805 - 1880 (down). Frequenzhüpfen führt zu einem regelmässigen Wechsel der Kommunikationsfrequenz. Ein TDMA-Fenster ist definiert als ein Set von 8 Schlitten à 577 μ s (577 μ s ist äquivalent zu 1734 Hz). Aus den TDMA Fenstern leitet sich eine Pulsfrequenz von 217 Hz ab. 26*4 TDMA-Fenster sind zu einer Einheit (super frame) zusammengefasst (entspricht 2 Hz). Davon werden 24 Fenster für die Gesprächsübermittlung gebraucht, jeweils das 13. pro 26 Fenster für Übermittlungsinformationen (SACCH) und jeweils das 26. Fenster wird nicht gebraucht (Kontrolle) (8Hz). Bei Leistungskontrolle wird die ausgesendete Leistung in Schritten von 2 dB (=1.58) geändert. Die Kommunikation wird immer mit Maximalleistung gestartet. Es gibt insgesamt 15 Emissionsstufen (PWC), wobei momentan meistens nur 10 gebraucht werden. Die zehnttiefe Stufe ist 0.02 W, 15. tiefste Stufe ist 0.003 W. Theoretisch kann Änderung durch jedes 13. TDMA Fenster ausgelöst werden (16.7 Hz). Üblicherweise wird die

Minimalleistung nach 30 bis 60 Sekunden erreicht. Diskontinuierliche Transmission (DTX) erlaubt der Unterbruch der Strahlungsemission während der Gesprächspausen. Informationen dazu werden über die SACCH-Fenster (=8Hz) sowie die SID-Fenster (=2 Hz) übermittelt. SID umfassen die Fenster 52-59 in jedem Superfenster.

Die diskontinuierliche Transmission führt dazu, dass bei Stille nur 12 von 104 Fenster übermittelt werden, was die Strahlungsemission auf etwa 10% reduziert. Gewöhnliche Gespräche dürften in erster Näherung zu 50% aus Pausen bestehen, d.h. Reduzierung der ausgesendeten Strahlung auf 56%. Messungen ergaben in der Praxis eine Reduktion auf 70% der Normalleistung.

Anhand von 6 Datensätzen, die beim Fahren in Strassen aufgenommen wurden, ergab sich eine mittlere Verteilungsfunktion bei der die Medianemission 0.2 W betrug und in 77% der Fälle weniger als 1 W emittiert wurde. Die Mittelwerte der 6 Datensätze lagen zwischen 0.37 und 0.84 W. Beim Gehen waren die Emissionen geringer. Am geringsten waren sie in einer Fussgängerzone mit Mikrozellen. Dort betrugen sie im Durchschnitt 0.23 W.

Wenn die Verbindung zu einer anderen Antenne besser ist als die gegenwärtige (oder bei grosser Auslastung), wird die Antenne gewechselt (Handover). Das Telefon startet die Kommunikation wieder mit der Maximalleistung. Deshalb ist die mittlere Leistung höher, wenn man sich bewegt.

Es wurde ein Modell für eine mittlere Verteilungsfunktion entwickelt, das auf der Annahme beruht, dass das Telefon während 40% der Zeit während des Fahrens benützt wird, und je 30 % als Fussgänger, entweder gehend oder unbeweglich. Von den Daten wurden gleitende Mittelwerte mit einem Fenster von jeweils 6 Minuten berechnet. Daraus ergab sich ein mittlerer Spitzenwert von 0.5 W bei einer Standardabweichung von 0.2 W. (Die mittlere Emission während eines Telefonates ist also 8 Mal tiefer.) Mit diesen Emissionsdaten ergaben numerische Berechnung der Strahlungsabsorption in einem inhomogenen Kopf einen maximalen SAR-Wert (gemittelt über 10g) von 146mW/kg für die Haut und 68 mW/kg für das Gehirn.

Schlussfolgerung: Die Benutzungssituation (fahrend, statisch) und die Antennendichte beeinflusst die Emissionen eines Telefons. Je mobiler desto mehr Antennenwechsel und desto höher im Durchschnitt die Emission. Bei grosser Antennendichte ist die Wahrscheinlichkeit für tiefe Emission höher aber mehr Antennenwechsel, was die Emissionen erhöht.

Bemerkungen: Der Artikel bezieht das effektive Nutzungsverhalten der Telefonierenden nicht in die Analyse mit ein. Wenn vor allem kurze Telefonate gemacht werden, dürfte die Belastung eher höher sein (jedes Gespräch beginnt mit der Maximalleistung) als bei den präsentierten Daten, die auf langen kontinuierlichen Messungen beruhen. Keine Angaben ist über die Emissionen während des Rufaufbaus enthalten. Es bleibt die Frage offen, ob mit einem dichten Antennennetz insgesamt die Emission erhöht oder erniedrigt wird.

Insgesamt zeigt aber der Artikel, dass die effektive Belastung beim Telefonieren deutlich tiefer ist als die maximal ausgesendete Leistung. Ganz grob kann geschätzt werden, dass aufgrund der Leistungskontrolle und der diskontinuierlichen Transmission die mittlere Leistung rund 0.05 W beträgt statt 0.25 W (mittlere Maximalleistung). Die Daten zeigen auch, dass die effektiv gemessenen Emissionsunterschiede durch die Leistungskontrolle ungefähr um den Faktor 3 bis 5 unterscheiden. Dies ist deutlich weniger als der Unterschied zwischen der höchsten und der tiefsten Emissionsleistung (Faktor 100).

Finanzierung: Französische Telekom

Zimmerman SM, Zimmerman RW.

Handheld cellular telephones and brain cancer risk.

Jama-Journal of the American Medical Association 2001; 285 (14): 1838-1838

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Brief zum Artikel von Muscat et al (Artikel 1021). Dort abgelegt!

Resultat: Zimmerman und Zimmerman sind besorgt, dass die Studie von Muscat von einer Telekomgesellschaft finanziert wurde. Die Schlussfolgerung von Muscat et al., dass Mobilfunktelefonbenützung nicht mit einem erhöhten Krebsrisiko assoziiert sei, müsse unter diesem Gesichtspunkt in Zweifel gezogen werden.

Zook BC, Simmens SJ.

The effects of 860 MHz radiofrequency radiation on the induction or promotion of brain tumors and other neoplasms in rats.

Radiation Research 2001; 155 (4): 572-583

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von kontinuierlicher und gepulster Mobilfunkstrahlung auf das Tumorwachstum bei Ratten.

Kollektiv: 15 Gruppen à 60 Ratten

Exposition: Strahlung mit Dipolantenne mit 1 W Ausgangsleistung 2 cm (± 0.5 cm) von der Nase entfernt. Frequenz war 860 MHz, gepulst oder kontinuierlich, SAR= 1 W/kg.

Methode: Die Ratten wurden 6h/Tag, 5 Tage/Woche, vom 2. Lebensmonat bis ins Alter von 24 Monaten exponiert. Das Tumorwachstum wurde mit gruppenspezifisch unterschiedlichen Konzentrationen von ENU induziert. Alle Ratten bis auf zwei wurden getötet und das Gewebe histopathologisch untersucht.

Resultat: Kein signifikanter Zusammenhang zwischen Tumorwachstum und Bestrahlung gefunden. Ein statistisch nicht signifikanter Zusammenhang für erhöhte Hirntumorinzidenz bestand bei Ratten, die eine hohe Dosis und ENU verabreicht bekamen ($p=0.14$).

Finanzierung: teilweise durch Motorola

Hardell L, Nasman A, Pahlson A, Hallquist A .

Case-control study on radiology work, medical x-ray investigations, and use of cellular telephones as risk factors for brain tumors.

MedGen Med 2000; 2 (2): E2

<http://www.medscape.com/Medscape/GeneralMedicine/journal/2000/v02.n03/mgm0504.hard/pnt-mgm0504.hard.html>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Hirntumorrisikos im Zusammenhang mit Strahlenexposition (ionisierende und nichtionisierende Strahlung) bei Personen in medizinischen Berufen.

Resultat: Es wurden erhöhte Hirntumorisiken gefunden für Ärzte allgemein (OR=6.00; 95%CI= 0.62-57.7), Radiotherapeuten (OR=3.61;95%CI=0.65-19.9), Röntgendiagnostiker (OR=2.10; 95%CI=1.25-3.53) und chemische Industriearbeiter (OR=4.10; 95% CI, 1.25-13.4). Auf der Seite der Telefonbenutzung war das Risiko für Tumore in den am stärksten exponierten Bereichen des Gehirns erhöht (OR für Schläfen-, Seiten- und Hinterhauptslappen: 2.42; 95%CI: 0.97-6.05). Multivariat analysiert war dieser Zusammenhang statistisch signifikant (OR=2.62; 95%CI: 1.02-6.71). Für andere Hirntumore wurde kein Zusammenhang gefunden.

Bemerkungen: Die Daten zum Krebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzung sind die gleichen wie in Hardell et al. 1999 (Id.Nr. 1137) publiziert. Die Resultate basieren auf einer geringen Fallzahl (13), und sind daher vorsichtig zu interpretieren. Jedoch ist die Lokalisation des erhöhten Risikos in den Bereichen des Gehirns, die am stärksten bestrahlt werden, ein Hinweis, dass eine kanzerogene Wirkung durch Mobilfunkstrahlung möglich ist. 12 Fälle verwendeten analoge Telefone. Analoge Telefone emittieren einerseits eine grössere Strahlungsleistung, andererseits wurden sie schon seit den 80er-Jahren benutzt (im Gegensatz zu den digitalen Systemen).

Finanzierung: Krebs- und Allergiefonds, Schwedischer Medizinischer Forschungsrat, Örebro Krebsfonds

Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, Matter D, Schuderer J, Kuster N, Borbely AA, Achermann P.

Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG.

Neuroreport 2000; 11 (15): 3321-3325

<http://www.unizh.ch/phar/sleep/handy/>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Kollektiv: 16 Männer, 20-25 Jahre alt, Rechtshänder.

Exposition: Die Exposition erfolgte während 30 Minuten vor einer dreistündigen Schlafphase. Die Probanden sassen auf einem Stuhl, Kopf zwischen 2 Platten, die ein homogenes Feld erzeugten, die Distanz zwischen Antenne und Ohr war 11 cm. Die Modulationsfrequenzen waren typisch für GSM (2, 8, 217 und 1736 Hz). Der Spitzen-SAR-Wert betrug rund 1 W/kg, der durchschnittliche SAR-Wert ca. 0.3 W/kg.

Methode: Um genügend Tagschlaf sicherzustellen, wurde der Schlaf in der Nacht vorher auf 4 Stunden eingeschränkt (ab 22.45 oder 23.15 Uhr). Die Schlafphase fand morgens um 9.45 oder 10.15 Uhr statt. Die Zeit zwischen Exposition und Lichter löschen betrug 10 Minuten. Die Probanden wurden während beiden Schlafphasen überwacht. Das Experiment umfasste drei Sitzungen in wöchentlichem Abstand (doppelblind mit Scheinexposition, Cross-over-Design). Mittels einer Probenacht wurden Personen mit schlechtem Schlafverhalten aussortiert. In den drei Tagen vor dem Experiment waren Kaffee und Alkohol nicht erlaubt.

Resultat: In den ersten 30 Minuten der nicht REM-Phasen war die Leistungsdichte im Alpha-Band bei Exposition erhöht. Danach fand eine Angleichung an die Scheinexpositionssituation statt. Als Folge davon war bei (vorheriger) Exposition ein Unterschied in der Leistungsdichte zwischen der ersten und letzten Nicht-REM-Phase zu beobachten, nicht aber bei Scheinexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass EMF-Exposition im Wachzustand die darauffolgende Schlafphase beeinflusst. Die Adaptation erfolgte aber relativ rasch, so dass nach 30 Minuten keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr bestanden.

Finanzierung: Schweizerischer Nationalfonds, Human Frontiers Science Program, Bundesamt für Gesundheit.

Hocking B, Westerman R.

Neurological abnormalities associated with mobile phone use.

Occupational Medicine-Oxford 2000; 50 (5): 366-368

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Methode: Fallbeispiel: Auftreten von Dysästhesie (Sensibilitätsstörung) auf der rechten Gesichtsseite nach Gebrauch des Mobiltelefons

Resultat: Ein 72-jähriger Geschäftsmann führte an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je ein einstündiges Telefongespräch mit einem Mobiltelefon (rechts). Anschliessend traten die Dysästhesie-Symptome auf, die er mit dem Gefühl bei einem Bluterguss verglich. Die Sensibilitätsstörung befand sich an der Aussenseite des Kopfes, nicht im Kopf, und war nicht mit Kopfschmerzen vergleichbar. Bei Sonne und Wind wurden die Symptome stärker, nicht aber beim Telefonieren mit einem gewöhnlichen Telefon. Nachts traten auch 'Blitze' im rechten Auge auf.

Bei der Untersuchung wurde ein Stück Stoff auf der rechten Gesichtshälfte schlechter wahrgenommen als links. Die Testung der Wahrnehmungsschwelle mit einem Neurometer (CPT/C) ergab links normale Werte, rechts 3-fach erhöhte Werte. Diagnose: neuropathische Schmerzen.

Schlussfolgerung: Die Umstände dieses spezifischen Falles sprechen für einen kausalen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonexposition und der Sensibilitätsstörung. Das Auftreten der Symptome kann nicht über thermische Effekte der Exposition erklärt werden.

Bemerkungen: Es stellt sich die Frage, ob das Telefon einen Defekt hatte, und die Strahlenbelastung viel grösser war als üblich. In diesem Fall könnten die Symptome doch durch eine thermische Wirkung ausgelöst worden sein. Auf diese Frage wird im Artikel nicht eingegangen. Unabhängig vom Wirkungsmechanismus ist von Interesse, wie häufig solche Beobachtungen gemacht werden.

Oftedal G, Wilen J, Sandström M, Mild KH.

Symptoms experienced in connection with mobile phone use.

Occup Med Lond 2000; 50 (4): 237-45

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen dem Auftreten subjektiver Gesundheitssymptome und dem Gebrauch des Mobilfunktelefons

Kollektiv: 12'000 Mobilfunktelefonbenutzer in Schweden und 5'000 aus Norwegen. Alle verwendeten das Mobiltelefon bei ihrer beruflichen Tätigkeit. Es nahmen etwa gleich viele GSM- wie NMT-Benutzer an der Studie teil.

Methode: Es handelt sich um eine Fragebogenerhebung mit anschliessender telefonischer Kurzbefragung von einem Teil der Nicht-Antwortenden. Die korrigierten Antwortraten auf den Fragebogen sind 76% (Schweden) und 64% (Norwegen). Es wurde gefragt nach Arbeitsbelastung, Symptomen bei Gebrauch von konventionellen und von Mobilfunktelefonen sowie bei Bildschirmarbeit. Eine Person wurde als symptomatisch bezeichnet, wenn ein Symptom mind. einmal pro Woche auftrat. Bei statistischer Analyse des Mobiltelefoneffekts wurde für den Bildschirmanteil kontrolliert.

Resultat: In Schweden hatten 13% der Befragten Symptome im Zusammenhang mit Mobiltelefonbenützung; in Norwegen 31%. Die Häufigkeitsreihenfolge war fast gleich in den beiden Ländern. Am häufigsten war ein Wärmegefühl am/um das Ohr, brennende Haut, gefolgt von Kopfweg, Schwindel, Unbehagen und Müdigkeit. Abgesehen von Wärme und brennender Haut waren die Symptome im Zusammenhang mit Mobilfunk etwa gleich häufig wie im Zusammenhang mit Bildschirmen. Nur wenige Probanden schrieben ihre Symptome beiden Expositionsquellen zu.

Das Wärmegefühl/Brennen trat schon während des Gesprächs auf, die anderen Symptome generell eher später. Meistens verschwanden die Symptome innerhalb von zwei Stunden, manchmal dauerten sie aber länger als 6

Stunden an. Nach längeren Telefonaten (>5 Minuten) waren die Symptome am häufigsten. Stress beim Telefonieren und Hörschäden wurden als symptomverstärkend angegeben. Ungefähr 45% der Personen mit Beschwerden unternahmen Schritte zur Symptomreduzierung: 1. weniger lang telefonieren; 2. Gebrauch nicht handgehaltener Geräte; 3. Seitenwechsel beim Telefonieren. Ärztlichen Rat suchten 1.6 bzw. 0.5% der Personen (Norwegen bzw. Schweden).

Assoziierter Arbeitsausfall: 1.1% (Norwegen) und 0.13% (Schweden). Die multivariate Analyse ergab mehr Symptome bei Benutzern des NMT-Systems sowie einen signifikanten Effekt der Anzahl an Telefonaten und der Gesprächsdauer auf die Symptommhäufigkeit, die Arztbesuche, auf den Arbeitsausfall und die getroffenen Massnahmen. Der Ausschluss der Symptome Wärmegefühl/Brennen aus den statistischen Analysen veränderte die Resultate nicht.

Bemerkungen: Tendenziell scheint aus den Daten eine Dosis-Wirkungsbeziehung erkennbar zu sein (NMT-Effekt stärker als GSM-Effekt, Einfluss von Gesprächsdauer und Anzahl der Gespräche). Denkbar wäre aber auch, dass Art und die Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung Indikatoren für unterschiedliche Lebensstile sind (soziodemographische Faktoren werden in der Analyse nicht berücksichtigt). Leider gibt es auch keinen Vergleich mit Benutzern von konventionellen Telefonen. Interessant ist der grosse Unterschied zwischen den beiden Ländern hinsichtlich der Symptomprävalenz. Welchen Einfluss hat die öffentliche Diskussion? (siehe auch Publikationen 1350, 1409.)

Finanzierung: Universität und Industrie

Sandström M, Wilen J, Oftedal G, Mild KH.

Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones.

Occupational Medicine-Oxford 2001; 51 (1): 25-35

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Unterschied in den subjektiv wahrgenommenen Gesundheitssymptomen zwischen GSM- und NMT-Benützern

Kollektiv: 6379 GSM- und 5613 NMT-Benutzer aus Schweden, sowie je 2500 aus Norwegen. Korrigierte Antwortrate: 76% (Schweden) und 64% (Norwegen).

Exposition: NMT: analoges Telefon mit 2 Stufen für die Leistungskontrolle: 0.1 oder 1 W. Stromfluss durch Batterie: reines Gleichstromfeld

GSM: digitales Telefon mit 10 Stufen für die Leistungskontrolle zwischen 20 mW und 2 W. Magnetisches Feld in der Größenordnung von einigen μT , Pulsrate 217 Hz.

Methode: Es handelt sich um eine Fragebogenerhebung mit anschliessender telefonischer Kurzbefragung von einem Teil der Nicht-Antwortenden. Gefragt wurde nach Arbeitsbelastung, Symptomen bei Gebrauch von konventionellen und Mobilfunktelefonen sowie bei Bildschirmarbeit. Drei Symptomgruppen wurden evaluiert: 1. neurasthenische Symptome ("Nervenschwäche"), 2. Wärmewahrnehmung, 3. Symptome auf der Gesichtshaut. Als symptomatisch galten Personen, bei denen das Symptom mind. einmal pro Woche auftrat. Bei der statistischen Analyse des Mobiltelefoneffekts wurde für den Bildschirmanteil kontrolliert.

Resultat: Am häufigsten war ein Wärmegefühl am/um das Ohr oder ein Brennen auf der Haut, gefolgt von Kopfweg, Schwindel, Unbehagen und Müdigkeit. Generell fand sich kein Unterschied zwischen GSM- und NMT-Benützern, nur das Wärmegefühl am Ohr war bei GSM-Benützern weniger stark vorhanden. Zunahme der Symptome in Abhängigkeit von der Anzahl an Telefonaten bzw. der Gesprächsdauer.

Schlussfolgerung: Die Wahrnehmungsschwelle für Wärme bei 900 MHz lag bei rund 1000 W/m². Daher ist das Wärmegefühl kaum durch Hochfrequenzstrahlung beeinflusst. Die Studie deutet darauf hin, dass nicht ein bestimmtes Charakteristikum der Strahlung für die Gesundheitseffekte verantwortlich ist. Neben der Strahlungscharakteristik unterscheiden sich NMT- und GSM-Telefone durch ihr Gewicht (NMT schwerer), ihren Akku (stärkere Wärmeentwicklung des NMT-Akkus) sowie ihr Verhalten bei schlechter Verbindung (NMT: Rauschen; GSM: Stille [Gesprächslücken]).

Bemerkungen: Oftedal (Publikation 1408) fand für alle Symptome zusammen einen stärkeren Effekt bei NMT-Benutzern im Vergleich zu GSM-Verwendern. In der aktuellen Studie wurde für einzelne Symptome kein Unterschied gefunden. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass nicht bestimmte Charakteristika der GSM-Strahlung (z.B. Pulsfrequenz) für die Gesundheitssymptome verantwortlich sind. Das Wärmegefühl wird wahrscheinlich durch den Akku verursacht. Die Ursache der anderen Symptome bleibt unklar: Handelt es sich um einen Strahlungseffekt oder ist die Mobiltelefonbenutzung ein Indikator für andere Stressoren?

Finanzierung: Universität und Industrie

Alm H, Nilsson L.

The use of car phones and changes in driver behaviour.

International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 4-11

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Bemerkungen: Sonderheft zu Verkehrssicherheit

de Waard D, Brookhuis KA, Hernandez-Gress N.
The feasibility of detecting phone-use related driver distraction.
International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 85-95

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Bemerkungen: Sonderheft zu Verkehrssicherheit

Erman M, Celik I, Kars A.
Cellular telephones and brain tumors.
New England Journal of Medicine 2001; 344 (17): 1331-1331

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Hirntumorstudie von Inskip et al. im selben Heft (Id.Nr. 1020)

Resultat: Die Studie hat einige Schwächen: Ein Hirntumor kann die Gedächtnisfunktion des Patienten beeinträchtigen. Dies kann zu einem Erinnerungs-Bias führen. Daher hätte man Daten von den Telefongesellschaften benutzen sollen.

French PW, Penny R, Laurence JA, McKenzie DR.
Mobile phones, heat shock proteins and cancer.
Differentiation 2001; 67 (4-5): 93-97

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der Hypothese, dass Hochfrequenzstrahlung über die Induktion von Hitzeschockproteinen das Krebsrisiko erhöhen könnte.

Resultat: Hitzeschockproteine (Hsps) sind eine physiologische Antwort der Zelle auf Stress (Hitze, Alkohol, oxid. Stress, Schwermetalle etc.). Es gibt verschiedene Gruppen von Hsps, die gemäss ihrem molekularen Gewicht in Gruppen eingeteilt werden. Hsps entfalten falsch gefaltete Proteine oder eliminieren denaturierte Proteine. Sie spielen aber auch eine Rolle im Zusammenhang mit der Zellproliferation, -differenzierung und -apoptose (=natürlicher Zelltod). In Tumorgewebeproben wurden Abweichungen von der normalen Hsps-Konzentrationen nachgewiesen. Die Forschergruppe von De Pomerai fand eine Hitzeschockantwort bei Nematoden (=Würmern) der Gattung *Caenorhabditis elegans* bei Hochfrequenzexposition mit SAR-Werten von 0.001 W/kg (Nature 2000; 405: 417 - 418, Id.Nr. 1349). Daher ist vorstellbar, dass eine wiederholte Exposition auch die Hsps-Konzentrationen beim Menschen chronisch verändern könnte. Dies könnte zur Krebsentstehung beitragen.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine interessante Hypothese, deren Gültigkeit schwierig zu überprüfen ist. Die Befunde von De Pomerai (2000) sind als "Brief Communication" publiziert worden, d.h. weder peer reviewed noch repliziert. Sie wurden von verschiedenen Seiten in Frage gestellt, und ihre Übertragbarkeit auf den Menschen erscheint fraglich. Korrelationen alleine lassen noch nicht auf eine kausale Beziehung schliessen.

Frey AH.

Cellular telephones and brain cancer: Current research.

Environmental Health Perspectives 2001; 109 (5): A200-A200

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zu den Studien von Muscat (Nr. 1021), Inskip (Nr. 1020) und Johansen (Nr. 1025)

Resultat: Die beiden Studien von Muscat und Inskip führten zu einem grossen Medienecho mit der generellen Aussage, das Mobiltelefonieren sei harmlos. Diese Schlussfolgerung kann aber aus diesen Studien aus folgenden Gründen nicht gezogen werden:

- Bei Muscat et al. verwendeten 86% der Telefonierenden ein Auto- oder Koffertelefon, bei dem die Antenne weit vom Kopf entfernt ist.
- Bei Inskip et al. benutzten 82% der Probanden kein oder nur sehr selten ein Mobiltelefon.
- Hirntumoren haben eine lange Latenzzeit. Bei beiden Studien lag der durchschnittliche Telefongebrauch unter drei Jahren.

Alle diese Einwände gelten auch für die Studie von Johansen et al. Zusätzlich werden bei deren Analyse Auto-, Koffer- und handgehaltene Telefone vermischt, so dass gar kein Effekt beobachtet werden kann.

Fuse T, Matsunaga K, Shidoji K, Matsuki Y, Umezaki K.

The cause of traffic accidents when drivers use car phones and the functional requirements of car phones for safe driving.

International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 48-56

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Methode: Reaktionszeitmessungen bei verschiedenen Situationen im Zusammenhang mit Mobiltelefongebrauch.

Schlussfolgerung: Erhöhtes Unfallrisiko scheint durch visuelle Ablenkung zustande zu kommen, und nicht wegen Abgelenktheit durch Gesprächsinhalte

Bemerkungen: Sonderheft zu Verkehrssicherheit

Gandhi OP, Li QX, Kang G.

Temperature rise for the human head for cellular telephones and for peak SARs prescribed in safety guidelines. Ieee Transactions On Microwave Theory and Techniques 2001; 49 (9): 1607-1613

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Berechnung der Temperaturerhöhung im Kopf beim Gebrauch des Mobiltelefons.

Methode: Berechnung anhand eines anatomischen Modells mit einer Auflösung von 3*3*3 mm basierend auf der 'Bio-Hitze-Formel'.

Resultat: Das wegen dem Akku auf 39°C erwärmte Telefon verursacht auf der Hautoberfläche beim Ohr ('Pinna') Temperaturerhöhungen bis zu maximal 4.5 °C aufgrund der Wärmeleitung und reduzierter Luftkonvektion. Diese Erwärmung führt im Gehirn oder den Augen zu einer Erhöhung von etwa 0.1 - 0.2 °C unter Einbezug eines SARs von 1.6 W/kg pro 1 g Gewebe bzw. 2 W/kg pro 10 g Gewebe. IEEE Standards sind 80% der ICNIRP-Werte.

Präsentation von Wärmeeigenschaften verschiedener Gewebetypen im Kopf als Basis für das anatomische Modell. Wärmegleichgewicht wird nach 20-30 Minuten Exposition erreicht, ausser im Pinna, wo 99.5% der Temperatur nach 5-6 Minuten erreicht ist. Von der gesendeten Strahlung wird rund (frequenzabhängig) die Hälfte im Kopf absorbiert, 13-20% im Gehirn, 6 - 14% im Pinna und rund 0.1 % im Auge

Die Temperaturerhöhungen durch einen 2 W/kg SAR alleine (ohne Telefon) betrug im Pinna etwa 0.2 °C, Im Gehirn etwa 0.1°C und im Auge rund 0.025°C bei einer Frequenz von 835 MHz. Bei höherer Frequenz war die Temperaturzunahme mit zunehmender Eindringtiefe schwächer. Bei einem 10 W/kg SAR war die Erwärmung rund 5 Mal stärker.

Finanzierung: University of Utah

Gil F, Claro AR, Ferreira JM, Pardelinha C, Correia LM.
A 3D interpolation method for base-station-antenna radiation patterns.
Ieee Antennas and Propagation Magazine 2001; 43 (2): 132-137

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung einer Abschätzungsmethode für die Strahlung von Basisstationen

Methode: Beim Vergleich von Messungen mit Berechnungen ist oft ein nicht unerheblicher Teil der Nicht-Übereinstimmung auf die falsche Abschätzung des dreidimensionalen Strahlungsmuster der Antenne zurückzuführen, das bei der Berechnung als Grundlage dient. Meistens ist nur das horizontale und vertikale Strahlungsmuster vom Antennenhersteller gegeben. Deshalb wird hier eine zuverlässigere Abschätzungsmethode vorgestellt.

Resultat: Beim Vergleich des theoretischen Antennenspektrums mit dem abgeschätzten Spektrum wurden die grössten Fehler (in dB) bei den kleinsten Strahlungsleistungen gefunden, d.h. bei hohen vertikalen Winkeln (nach oben und unten). Die kleinsten Fehler im Hauptstrahl. Der Vergleich mit Messungen zeigte, dass die vorgeschlagene Methode besser abschneidet, als andere, bisher verwendete, Methoden.

Godward S, Sandhu M, Skinner J, McCann J.

Re: Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (11): 878-878

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Johansen et al., Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207 (Id.Nr.1025).

Resultat: Die Mobiltelefonbenutzer sind in der dänischen Bevölkerung enthalten, die als Referenz diente (15% der Gesamtbevölkerung). Dies führt zu einer Unterschätzung einer allfälligen Assoziation.

Mithilfe der Postleitzahl hätte bei der statistischen Auswertung für den sozioökonomischen Standard kontrolliert werden können.

Mit zunehmender Dauer der Benützung eines Digitaltelefons war ein statistisch nicht signifikanter Trend für ein zunehmendes Hirntumorrisiko ersichtlich. Die Macht der Studie war für einen statistischen Nachweis zu gering. 70% der Studienteilnehmer benutzten erst seit 1.5 Jahren ein Mobiltelefon. Diese Zeitspanne ist im Vergleich zur Latenzzeit für Krebs zu kurz.

Graham R, Carter C.

Voice dialling can reduce the interference between concurrent tasks of driving and phoning.

International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 30-47

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Methode: Anhand von 48 Probanden wurde experimentell der Unterschied zwischen einem Stimm-Wählverfahren und dem üblichen Tastaturverfahren verglichen.

Schlussfolgerung: Das Stimm-Wählverfahren führte zu geringerer Ablenkung und wurde von den Probanden bevorzugt. Es wird erwartet, dass dieses Verfahren die Verkehrssicherheit erhöht.

Bemerkungen: Sonderheft zu Verkehrssicherheit

Gurney JG, Kadan-Lottick N.

Brain and other central nervous system tumors: rates, trends, and epidemiology.

Current Opinion in Oncology 2001; 13 (3): 160-166

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion von Inzidenz und Trends für Tumore des Zentralnervensystems sowie Diskussion von Risikofaktoren mit Schwerpunkt elektromagnetische Felder (Strom und Mobiltelefon).

Resultat: Inzidenz: Durchschnittliche Inzidenz der ZNS-Malignome zwischen 1992 und 1997 war in den USA 7.4/100'000 Personenjahre (standardisiert nach Bevölkerung US 2000, im Vergleich zum bisherigen Standard US 1970 leicht höhere Werte, da Population im Durchschnitt älter). Inzidenz ist alters- und geschlechtsabhängig. Im Jahr 2000 sind in den USA etwa 13'000 Personen an ZNS-Tumoren gestorben. Das Lebenszeitrisiko beträgt für Frauen 0.52% und für Männer 0.67%. In den Krebsregistern sind nur bösartige Tumore (Malignome) registriert, nicht aber gutartige, die ebenfalls zum Tode führen können. Geschätzte Inzidenz für beide zusammen (ZNS-Tumore): 12.7/100'000 Personenjahre. Die Überlebensrate beträgt 31% für die nächsten 5 Jahre ab Diagnose. Prävalenzen und Sterberaten werden diskutiert. Trends: Bei unter 15-Jährigen Anstieg von 2.4/100'000 im Jahre 1975 auf 3.0/100'000 im Jahre 1995. Der Anstieg ist höchstwahrscheinlich auf die Einführung verbesserter Diagnostik zurückzuführen (Computer- und Magnetresonanztomographie). Bei den 15- bis 70-Jährigen blieb die Rate konstant. Bei den über 70-Jährigen zeigt sich ebenfalls ein Anstieg aufgrund der besseren Diagnostik. Bei jungen Männern und bei älteren Personen wurde eine Zunahme der ZNS- Lymphome festgestellt. Bei ersteren ist dies durch AIDS erklärbar, bei den Älteren durch Immunsuppression nach Organtransplantationen.

Schlussfolgerung: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder durch elektrischen Strom und Mobilfunk werden als mögliche Ursachen für ZNS-Tumore diskutiert. Aus der bisherigen Forschung ergibt sich wenig Evidenz für einen Zusammenhang.

Bemerkungen: Die Diskussion von EMF als möglicher Risikofaktor beruht auf einigen wenigen Studien.

Hardell L, Mild KH.

Re: Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (12): 952-952

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Johansen et al., Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207 (Id.Nr.1025).

Resultat: Diese Studie darf nicht dahin gehend interpretiert werden, dass kein Zusammenhang zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumoren bestehen kann. Benutzer von Analogtelefonen waren im Durchschnitt 3.5 Jahre bei Telefongesellschaften registriert, Benutzer von Digitaltelefonen 1.9 Jahre. Nur 3.7% der Studienpopulation bestand aus Digitaltelefonbenutzern, die länger als drei Jahre eingeschrieben waren. Von den 154 Personen mit Hirn- oder Nervensystemtumoren hatten 24 eine Latenzzeit von ≥ 5 Jahren. Von den 144 Patienten mit intrakraniellen Tumoren hatten nur 11 einen Tumor in der Schläfenregion und 5 einen Tumor in der Nähe des Hinterhauptbeins (Regionen mit höchster Exposition). Einige Angaben zur Exposition fehlen (Kopfseite der Telefonbenutzung, externe Antenne).

Benutzer von Analogtelefonen müssten separat evaluiert werden, da dabei die Exposition höher ist. Die Fallzahlen wären aber wahrscheinlich sehr klein.

Ev. systematisch weniger Gebrauch von Mobiltelefonen ein Jahr nach Diagnose.

Angaben zum Sozialstatus sind im dänischen Bevölkerungsregister vorhanden, wurden aber nicht verwendet.

Hocking B.

Re: Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (11): 877-878

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Johansen et al., Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207. Id.Nr.1025.

Resultat: Die Ausschlussung aller geschäftlichen Kunden (28% der Kohorte) aus dem untersuchten Kollektiv ist nachvollziehbar. Sie kann aber einen Bias verursachen, da sicher viele Geschäftsleute sowohl zu den ersten als auch zu den intensivsten Benutzern von Mobiltelefonen gehören. In der Studie tragen diese am stärksten exponierten Personen zu den Daten der Referenzpopulation bei. Es fehlen Daten zur Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung sowie über die Verwendung von handfreien Geräten. Personen unter 18 Jahren sind von der Studie ausgeschlossen. Aus diesen Gründen sollten die Resultate vorsichtig interpretiert werden. Es wurde ein erhöhtes Risiko für Hodenkrebs gefunden (SIR=1.12; 95%CI: 0.97-1.30). Dieses könnte durch eingeschaltete Telefone in den Hosentaschen verursacht worden sein und sollte weiter untersucht werden.

Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH.

Re: Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark - Response.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (12): 952-953

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf den Brief von Hardell L. et al., Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (12), 952-952 (Id.Nr.1446) zur Studie von Johansen et al., Cellular telephones and cancer - A nationwide cohort study in Denmark. Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207 (Id.Nr.1025).

Resultat: Der Autor ist einverstanden, dass seine Studie nicht als endgültige Antwort auf die Frage nach einem Zusammenhang zwischen Hirntumoren und Mobiltelefongebrauch interpretiert werden kann. Dies sei auch so kommuniziert worden. Wenn hochfrequente elektromagnetische Strahlen zur Tumorpromotion beitragen würden, hätte man wahrscheinlich trotz der kurzen Beobachtungszeit einen Effekt gesehen. Es wurden 11 Patienten mit einem Hirntumor im Schläfenlappenbereich gefunden statt der erwarteten 12.8. Bei den Personen mit einem Tumor in der Hinterkopfregeion des Gehirns fanden sich 5 statt 2.8 Fälle. Für eine weitere Stratifizierung waren die Fallzahlen zu klein. Eine Kombination der Daten mit sozioökonomischen Informationen war zur Zeit der Studie nicht möglich. Bei einer Follow-up-Untersuchung ist dies aber vorgesehen.

Kane RC.
Cellular telephones and brain tumors.
New England Journal of Medicine 2001; 344 (17): 1332-1332

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Inskip P.D. et al.: Cellular telephones and brain tumors. New England Journal of Medicine 2001: 344 (17), 1332. (Id.Nr.1020)

Resultat: Die Studie von Inskip et al. hat ein möglicherweise um 60 Prozent erhöhtes Gliomrisiko bei Mobiltelefonexposition ergeben (oberes Vertrauensintervall). Angesichts der niedrigen statistischen Power der Studie fällt es schwer, dies als unbedenklich zu akzeptieren, wie es der Autor interpretiert.

Kundi M.

Cellular telephones and brain tumors.

New England Journal of Medicine 2001; 344 (17): 1331-1332

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Hirntumorstudie von Inskip P.D. et al., New England Journal of Medicine 2001: 344 (17), 1332. (Id.Nr.1020)

Resultat: Es wäre denkbar, dass bei der Diagnose von Herz-Kreislaufkrankheiten den Kontrollpatienten empfohlen wurde, ein Mobiltelefon zu benutzen. Das würde zur Unterschätzung eines eventuell bestehenden Zusammenhanges zwischen EMF-Exposition und Hirntumorrisiko führen.

Die Latenzzeit von Hirntumoren ist viel länger als die Expositionszeit. Die Studie hat zu wenig Power, um einen möglichen Effekt zu finden.

Mapleston P.

High-speed production cells could cure - Mobile phone maker headache.

Modern Plastics 2001; 78 (4): 39-39

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Verlagerung der Produktion zur Kostensenkung (keine Gesundheitseffekte betrachtet)

Murray J, Ayres T, Wood C, Humphrey D.

Mobile communications, driver distraction and vehicle accidents.

International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 70-84

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung der Forschung im Bereich Verkehrssicherheit und Mobiltelefongebrauch.

Diskussion der Schwierigkeiten bei der Datenanalyse. Einsatz von Fahrsimulatoren als wichtiges Forschungsinstrument.

Bemerkungen: Sonderheft zur Verkehrssicherheit

Redelmeier DA, Tibshirani RJ.

Car phones and car crashes: some popular misconceptions.

Canadian Medical Association Journal 2001; 164 (11): 1581-1582

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Studie von Redelmeier D.A. et al., Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions. The New England Journal of Medicine 1997: 336 (7), 453-458 (Id.Nr.1491).

Resultat: Die Wissenschaft tendiert generell zu einer konservativen Haltung, methodische Einschränkungen in Studien werden stets betont. Für die Gegner eines Telefonierverbots während der Fahrt finden sich deshalb genügend Argumente. Aus verschiedenen Gründen könnte die eigene Studie von 1997 (Id.Nr.1491) das wahre Risiko aber unterschätzt haben:

1. Für das Telefonieren ergab sich ein vierfach erhöhtes Risiko im Vergleich zur normalen Fahrsituation, die normalerweise auch Ablenkungen beinhaltet (Radio hören, Gespräche mit Mitfahrern etc.).
2. Nicht-systematische Misklassifikationen führen zu einer Unterschätzung des Risikos.
3. Unfallverursachende Personen mussten mit der Teilnahme an der Studie einverstanden sein. Möglicherweise beteiligten sie sich seltener an der Studie, wenn sie sich wegen des Telefonierens schuldig fühlten.
4. Nicht nur Fahrer sind von Verkehrsunfällen betroffen, sondern auch Beifahrer und Fussgänger.
5. Die Erhöhung des relativen Risikos war bei verschiedenen Umständen stabil: Winter/Sommer, Tag/Nacht etc. Die Assoziation ist daher kaum durch Störgrössen (Confounder) verursacht.
6. Beim Fahren mit hohem Tempo wurde ein höheres relatives Unfallrisiko gefunden als bei langsamer Fahrt.

Schlussfolgerung: Aus wissenschaftlicher Sicht und aufgrund der Erfahrungen in anderen Ländern sollte das Telefonieren während der Fahrt verboten werden.

Repacholi MH.

Health risks from the use of mobile phones.

Toxicology Letters 2001; 120 (1-3): 323-331

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung der Reviews der WHO und der unabhängigen englischen Expertengruppe.

Resultat: Anforderungen an Studien, die für Gesundheitsrisikoabschätzungen verwendet werden können werden diskutiert (wissenschaftlich mit klaren Hypothesen). Mechanismen der Interaktion werden diskutiert: Vibration, Rotation und Reorientierung von Elektronen, Ionen und dipolaren Molekülen. Diese werden bei tiefer Intensität von den natürlichen, zufälligen Teilchenbewegungen überdeckt. Daraus wird die Präsenz eines Schwellenwertes für die Strahlungsleistung (kein Effekt unterhalb) und der Frequenz (kein Effekt oberhalb) abgeleitet.

4 Frequenzbereich bezüglich der Strahlungsabsorption im Menschen werden vorgestellt (gemäss ICNIRP). Das Konzept des SAR wird vorgestellt. Eine Übersicht über einige in vitro und in vivo Studien werden gegeben. Das Mikrowellen-Hören und Effekte auf lichtempfindliche Sehzellen werden kurz angesprochen. Für diese Effekte ist Puls-Modulation ein wichtiger Einflussfaktor. Epidemiologische Studien werden bezüglich Krebs und anderen gesundheitlichen Effekten separat diskutiert.

Sagberg F.

Accident risk of car drivers during mobile telephone use.

International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 57-69

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode: Befragung von 9000 norwegischen Autofahrer, die kürzlich in einen Unfall verwickelt worden waren.

Resultat: Auffahrunfälle waren am häufigsten. Der Anteil des Mobiltelefongebrauchs war bei den Unfallverursachern grösser als bei den unschuldigen Fahrern. Mobiltelefongebrauch während des Unfalls war 72% höher als erwartet aufgrund des durchschnittlichen Telefongebrauchs beim Fahren. Zwischen hand-freien und handgehaltenen Telefonen konnte keinen signifikanten Unterschied in der Unfallhäufigkeit festgestellt werden. Manipulationen am Radio oder CD-Spieler verursachte mehr Unfälle als Mobiltelefongebrauch.

Bemerkungen: Sonderheit zu Verkehrssicherheit

Santini R, Seigne M, Bonhomme-Faivre L, Bouffet S, Defrasne E, Sage M.

Symptoms experienced by users of digital cellular phones [Symptôme rapportés par des utilisateurs de téléphones mobiles cellulaires].

Pathologie Biologie 2001; 49 (3): 222-226

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Hautreaktionen

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Subjektive Symptome im Zusammenhang mit dem Gebrauch eines Mobiltelefons.

Methode: Fragebogenstudie bei 161 Studenten und Arbeitern an einer französischen Ingenieursschule. Es wurde nach Kopfweh, Konzentrations- und Gedächtnisschwierigkeiten, Müdigkeit, Schlafstörungen, Unbehagen und Wärmegefühl im Gesicht/am Ohr gefragt. 83% der Teilnehmer waren jünger als 40 Jahre, 55% waren Männer. Von den 78 Mobiltelefonbenutzern verwendeten 70% GSM und 30% DCS. 95% der Benutzer führten pro Tag maximal 5 Gespräche und bei 85% war die tägliche Gesprächsdauer maximal 15 Minuten.

Resultat: Bezüglich der untersuchten Symptome gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen Nicht-Benutzern und Benutzern von Mobiltelefonen. Benutzer von 1800-MHz-Telefonen hatten im Vergleich zu Nutzern von 900-MHz-Telefonen signifikant häufiger Konzentrationsschwierigkeiten und nicht signifikant, aber deutlich häufiger Kopfweh und Müdigkeit. Von den Mobiltelefonbenutzern hatten Frauen signifikant häufiger Schlafprobleme als Männer. Dieser Unterschied wurde bei Nicht-Telefonierern nicht gefunden. Die Benutzung von Bildschirmen und Mobiltelefonen war signifikant mit Konzentrationsschwierigkeiten assoziiert. Benutzer von Digitaltelefonen beklagten sich statistisch signifikant häufiger über Unbehagen und Wärmegefühl am Ohr während des Telefonierens. Dieses Symptom stand in Abhängigkeit von der Anzahl an Telefonaten pro Tag und ihrer Dauer.

Bemerkungen: Es ist schwierig zu bewerten, dass auf der einen Seite der Telefontyp einen Zusammenhang mit den Symptomen aufweist, auf der anderen Seite aber keine Unterschiede zwischen Nicht-Benutzern und Benutzern festgestellt wurden. Sind Personen, die kein Mobiltelefon benutzen, eine Selektion von Personen mit bestimmten Eigenschaften? Bei Symptomen, die nur bei Telefonierern erhoben wurden (Wärmegefühl etc.),

zeigte sich eine Dosis-Wirkungsbeziehung.

Finanzierung: keine Angaben

Stecker MM, Bush WW.

Interference from cellular phones and the EEG.

American Journal of Electroneurodiagnostic Technology 2001; 41 (2): 156-163

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Tunbridge R.

Mobile phones and driving - the UK perspective on government policy.

International Journal of Vehicle Design 2001; 26 (1): 96-99

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Diskussion von Risiko und Vorteil der Verfügbarkeit eines Mobiltelefons in einem Auto (Unfälle, Alarmierung, Pannenhilfe). Diskussion der englischen Politik diesbezüglich.

Bemerkungen: Sonderheft zu Verkehrssicherheit

Minder CE, Pfluger DH.

Leukemia, brain tumors, and exposure to extremely low frequency electromagnetic fields in Swiss railway employees.

American Journal of Epidemiology 2001; 153 (9): 825-835

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Angestellten der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) zur Untersuchung, ob Mitarbeiter, die länger und häufiger elektromagnetischen Feldern ausgesetzt waren, häufiger an Leukämien oder Gehirntumoren erkrankten. Eine weitere Frage war, ob zwischen der Dauer der Exposition gegenüber niederfrequenten magnetischen Feldern mit einer Stärke von 10 μ T oder mehr und dem Erkrankungsrisiko eine Dosis-Wirkungsbeziehung bestehen könnte.

Kollektiv: 6879 Lokomotivführer, 1314 Rangierarbeiter, 5720 Zugbegleiter (Kondukteure) und 4157 Stationsvorsteher der SBB, die 1972, 1974 und 1978 oder zwischen 1980 und 1993 im Personal- oder Pensionskassenverzeichnis der Schweizerischen Bundesbahnen verzeichnet waren.

Exposition: Niederfrequenz 16 2/3 Hz. Die Lokomotivführer waren im Jahr 1990 durchschnittlich 25.8 μ T ausgesetzt bzw. 47.5% ihrer Arbeitszeit einer Belastung von 10 μ T oder mehr, die Rangierarbeiter 13.4 μ T bzw. 9.7% der Arbeitszeit 10 μ T oder mehr, die Zugbegleiter 3.3 μ T bzw. 3.6% der Arbeitszeit >10 μ T. Als Referenzgruppe dienten die Stationsvorsteher, deren durchschnittliche Exposition im Jahr 1990 bei 1 μ T lag.

Methode: Von allen SBB-Angestellten waren Beginn und Ende des Arbeitsverhältnisses und Berufskategorie bekannt. Diese Angaben wurden mit dem Sterberegister verknüpft und bezüglich Todesursache ergänzt. Im Führerstand aller von 1905 bis 1995 benutzten Lokomotiven wurden in Kopf-, Brust- und Schuhhöhe Messreihen der Magnetfeldexposition über vollständige Fahrzyklen von 20 Minuten bis 4 Std. durchgeführt. Für die am häufigsten verwendeten Maschinentypen wurde der Einfluss des Zugtyps (Güter-, Personen-, Schnellzug) und der Route geprüft. Da Lokführer mehrmals täglich die Lokomotiven wechseln und über die ganze Lebensarbeitszeit immer wieder eine andere Mischung von Typen fahren, wurde für jede Fünfjahresperiode von 1905 bis 1995 die

durchschnittliche Magnetfeldexposition im Führerstand berechnet.

Auf ähnliche Art ermittelte man die Exposition der Rangierarbeiter. Dabei wurde der Anteil an Dampflokomotiven zwischen 1905 und 1965 sowie der Anteil an Diesellokomotiven von 1954 bis 1995 als Null gewertet. An den Arbeitsorten von Zugbegleitern und Stationsvorstehern erfolgten Punktmessungen. Die Häufigkeit von Leukämien und Hirntumoren wurde mit Poisson-Regression in Fünfjahresaltersgruppen und Zehnjahreskalenderperioden für die vier Berufskategorien untersucht. Zur Berechnung einer Dosis-Wirkungsbeziehung unterteilte man die kumulierte Belastung in Mikrottesla-Jahren in fünf Kategorien.

Resultat: Unter den Lokomotivführern waren 19 an Leukämien und 4 an Gehirntumoren gestorben, bei den Rangierarbeitern 3 an Leukämien und 5 an Gehirntumoren, bei den Zugbegleitern 9 an Leukämien und 11 an Gehirntumoren sowie bei den Stationsvorstehern 6 an Leukämien und 3 an Gehirntumoren. Insgesamt gab es 37 Todesfälle an Leukämien und 23 an Gehirntumoren.

Das Sterberaten-Verhältnis (mortality rate ratio) für Leukämie war bei den Lokomotivführern 2.4 (95%CI: 1.0-6.1) im Vergleich zu den Stationsvorstehern, bei den Rangierarbeitern 2.0 (95%CI: 0.5-8.07) und bei den Zugbegleitern 1.09 (95%CI: 0.39-3.05).

Das Sterberaten-Verhältnis für Gehirntumore war bei den Lokomotivführern 1.0 (95%CI: 0.2-4.6), bei den Rangierarbeitern 5.1 (95%CI: 1.2-21.2) und bei den Zugbegleitern 2.67 (95%CI: 0.75-9.62) im Vergleich zu den Stationsvorstehern.

Die Leukämiersterblichkeit stieg pro μT und Jahr kumulierte Belastung um 0.9% (95%CI: 0.2-1.7%). Die Zunahme der Leukämiersterblichkeit pro Arbeitszeit mit einer Belastung von mindestens 10 μT war noch ausgeprägter, sie betrug 62% pro Jahr (95%CI: 15-129%). Bei der Sterblichkeit an Gehirntumoren zeigte sich keine Dosis-Wirkungsbeziehung hinsichtlich der Magnetfeldexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Resultaten auf einen wahrscheinlich kausalen Zusammenhang zwischen einer starken Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern und Leukämie.

Bemerkungen: Die Exposition war relativ hoch im Vergleich zum Schweizerischen Anlagegrenzwert von 1 μT (für den niederfrequenten Bereich). Die Auswertungen zur Dosis-Wirkungsbeziehungen legen einen kausalen Zusammenhang zwischen Exposition und Leukämie nahe, während eine Assoziation mit Hirntumoren eher fragwürdig erscheint.

Kommentar von Savitz DA, Am J Epidemiol 2001; 153, 836-38: Der grösste Nachteil der Studie ist die nicht auf die Bevölkerung übertragbare Belastung mit einer Frequenz von 16.66 Hz. Das Ergebnis spricht eher für einen Berufseffekt als für eine Dosis-Wirkungsbeziehung. In Zukunft braucht man eher experimentelle Studien zur Aufklärung möglicher Wirkungsmechanismen als weitere (riesige) epidemiologische Studien.

Replik von Minder CE, Pfluger DH, Am J Epidemiol 2001; 153: 830-840: Es gibt solide Erkenntnisse über die Wirkungsweise der extrem niederfrequenten Felder: Resonanzphänomene in den Zellen, die den Kalziumionentransport beeinflussen, Wirkungen auf die Zellapoptose, auf Melatoninspiegel, Chromosomenschäden und Krebsentstehung. Die hier beobachteten Erhöhung des Leukämierisikos bei Exposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung ist im Ausmass etwa gleich stark wie der Zusammenhang zwischen Lungenkrebs und Passivrauchen. Die Autoren empfehlen, dass die Society for Epidemiological Research eine Übersicht aller bekannten Studien zu Wirkungsmechanismen und Gesundheitseffekten der Exposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung initiiert.

Finanzierung: Schweizerischer Nationalfonds

Graham C, Cook MR, Gerkovich MM, Sastre A.

Examination of the melatonin hypothesis in women exposed at night to EMF or bright light.

Environmental Health Perspectives 2001; 109 (5): 501-507

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Drei experimentelle Studien zur Untersuchung, ob eine nächtliche Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern oder hellem Licht bei Frauen den Melatoninspiegel senkt und ob dadurch die Östrogenspiegel ansteigen. Beide Effekte kämen als Ursachen für das in westlichen Ländern beobachtete zunehmende Brustkrebsrisiko in Frage.

Kollektiv: 1 und 2. Studie: 22 resp. 15 gesunde Frauen von 19 bis 35 Jahren am 3. bis 8.Tag nach Beginn ihrer Menstruationsblutung (follikuläre Phase). 3. Studie: 16 gesunde Frauen zwischen 19 und 26 Jahren. Die Hälfte der Studienteilnehmerinnen befanden sich am 3. bis 8.Tag der Periode, die übrigen am 18. bis 23.Tag (Lutealphase).

Exposition: Niederfrequentes Magnetfeld, 60 Hz, 28.3 μ T, in stündlichen Intervallen während einer Versuchsnacht (siehe "Methode").

Methode: Die ersten beiden Studien wurden doppelblind durchgeführt. Die Studienteilnehmerinnen wurden zwischen 23 Uhr und 7 Uhr morgens im Bett des Versuchslabors in stündlichen Intervallen einem zirkulär polarisierten, sinusoidalen 60-Hz-Magnetfeld von 28.3 μ T ausgesetzt. Bei den Kontrollversuchen wurde kein Magnetfeld generiert (Scheinexposition). Der Kontrollversuch folgte in der ersten Studie einen Monat später, in der zweiten Studie noch in der gleichen Follikulärphase. In stündlichen Blutentnahmen wurde die Melatonin- und die Östradiolkonzentration im Blut bestimmt. In der dritten Studie wurden die Frauen während der Nacht hellem oder gedämpftem Licht ausgesetzt und es wurden wiederum die Melatonin- und Östradiolspiegel bestimmt. Einflussfaktor: Lichtexposition.

Resultat: Die Magnetfeldexposition während der Nacht hatte keinen Einfluss auf die Melatonin- oder

Östradiolwerte im Blut. Dagegen wurde die Melatoninausschüttung durch die Lichtexposition um etwa 4 Std. verzögert, unabhängig davon, ob sich die Frauen in der follikulären oder lutealen Phase ihres Menstruationszyklus befanden.

Die Östradiolwerte waren während den Lichtexpositionen in beiden Zyklusphasen nicht signifikant höher als bei gedämpftem Licht. Bei den 44 Frauen in der follikulären Phase bestand keine Korrelation zwischen den Östradiol- und den Melatoninwerten.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Resultaten, dass die nächtliche Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern wenig oder keinen Einfluss auf die Melatonin- und Östradiol-Blutwerte von Frauen hat.

Finanzierung: National Institute of Environmental Health Sciences

de Bruyn L, de Jager L, Kuyl JM.

The influence of long-term exposure of mice to randomly varied power frequency magnetic fields on their nocturnal melatonin secretion patterns.

Environ Res A 2001; 85: 115-121

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob die nächtliche Melatoninsekretion bei Mäusen, die gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern exponiert sind, geringer ist als bei Mäusen ohne Magnetfeldexposition.

Kollektiv: Je 9 bis 10 junge Mäuse von zwei Stämmen in der Expositions- und in der Kontrollgruppe, insgesamt 38 Tiere. Alle Versuchstiere waren männlich und stammten von Elterntieren, die ebenfalls der Magnetfeldexposition ausgesetzt waren; d.h. Belastung der Jungtiere seit Konzeption. Einer der beiden Mausstämme war leukämieanfällig, der andere leukämieresistent.

Exposition: Die Tiere wurden während 24 Std. pro Tag im Käfig entweder einem zufällig variierenden elektromagnetischen Feld von 50 Hz ausgesetzt (zwischen 0.5 und 77 μ T, Durchschnitt 2.75 μ T) oder unter gleichen Bedingungen in einem Kontrollkäfig ohne Exposition gehalten.

Methode: Während der experimentellen Studienphase wurde die Umgebungsbeleuchtung während jeweils 12 Std. ein- bzw. ausgeschaltet. Die Jungtiere wurden mit 19 Tagen von den Müttern entfernt und untersucht, sobald sie ein Gewicht von 28 bis 34 g erreichten. Der Melatoninspiegelverlauf wurde mit halbstündlichen Blutentnahmen zwischen 23.30 Uhr und 2 Uhr während der Nacht untersucht. Die Tiere blieben dabei bis kurz vorher im Dunkeln, die Blutentnahme erfolgte bei Fluoreszenzlicht.

In der Pilotstudie beobachtete man bei einem Mäusestamm für Kontroll- und Versuchstiere zwei Melatoningipfel pro Nacht, beim anderen Stamm nur einen. Verglichen wurden die Melatoninwerte im Plasma von Versuchs- und Kontrolltieren des gleichen Stammes, dabei wurde sowohl die Konzentration als auch der Zeitpunkt des höchsten Wertes berücksichtigt.

Resultat: Beim leukämieresistenten Stamm waren die nächtlichen Melatoninwerte bei exponierten Tieren und

Kontrollen gleichermassen erhöht. Der Maximalwert trat aber bei den exponierten Tieren etwa eine Stunde später auf.

Bei den leukämieanfälligen Mäusen hatten die Kontrolltiere um 1 Uhr einen Gipfel von 387 pg Melatonin/ml Plasma, die exponierten Tiere um 00.30 Uhr ein Maximum von 309 pg/ml. Dieser Unterschied war (wegen der geringen Zahl der Tiere) nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen, dass die Langzeitexposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern nicht zu einer Abnahme der nächtlichen Melatoninsekretion bei Mäusen führt. Sie weisen aber auf die geringe Anzahl der Versuchstiere hin.

Bemerkungen: Bei den leukämieresistenten Kontrollmäusen fehlt die Messung um 1.30 Uhr, d.h. gerade zur Zeit der maximalen Melatoninsekretion der exponierten Tiere. Weder aus der Abbildung noch aus den Tabellendaten ist ein Maximalwert bei diesen Kontrolltieren ablesbar.

Finanzierung: ESKOM TRI, South African Electricity Supply Body

Hillert L, Flato S, Georgellis A, Arnetz BB, Kolmodin-Hedman B.

Environmental illness: Fatigue and cholinesterase activity in patients reporting hypersensitivity to electricity.

Environ Res A 2001; 85: 200-206

Stichwörter	Kollektiv: Personen mit Elektrohypersensibilität	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Physiologische oder biochemische Parameter
	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen		
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Klinische Untersuchung der Azetylcholinesterase in den Erythrozyten und im Blutplasma von Personen, welche starke Müdigkeit wegen elektromagnetischen Feldern angaben zur Abklärung, ob eine niedrige Cholinesterasekonzentration die Symptome erklären könnte.

Kollektiv: 9 Frauen und 5 Männer ohne objektivierbare Krankheit mit starker Müdigkeit, die sie auf eine Überempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Felder zurückführen. Schweden.

Methode: Die Personen waren gründlich medizinisch untersucht worden. Es wurden bei jeder Person drei Blutentnahmen durchgeführt, zu Hause oder am Arbeitsplatz. Einmal, wenn sich die Versuchsperson wegen einer EMF-Exposition (Bildschirm, Fluoreszenzlicht etc.) sehr müde fühlte, einmal, wenn sie sich wohl fühlte (diese Zeitpunkte wurde durch die Versuchsperson bestimmt), und einmal nach dem Zufallsprinzip. Die Blutprobe, bei deren Entnahme sich die Person wohl fühlte, wurde als Basiswert genommen. Eine Aktivität von weniger als 21nmol/s und ml wurde für die Azetyl- und Butyrylcholinesterase als subnormal betrachtet. Als auffällig wurde ein Unterschied in der Azetylcholinesterase von 15% und in der Butyrylcholinesterase von 20% definiert, da die Cholinesterasewerte auch normalerweise so stark schwanken können. Ferner wurden weitere Blutanalysen (z.B. Leberwerte, Thyroxin, Cortisol etc.) bestimmt, um Hinweise auf allfällige Erkrankungen, Alkohol oder Medikamentenkonsum zu gewinnen. Klinische Studie. Schweden.

Resultat: In keinem einzigen Fall war die Cholinesterase mehr als 15% erniedrigt im müden Zustand. Zwei Personen hatten eine mehr als 20%ige Verminderung der Butyrylcholinesterase, wenn sie Müdigkeit angaben. Zwei andere Personen hatten bei einer der anderen Blutentnahmen eine subnormale Butyrylcholinesteraseaktivität. Zwei Personen hatten bei Müdigkeit eine signifikante Zunahme der Cholinesteraseaktivität.

Über alle Versuchspersonen hinweg war die Cholinesteraseaktivität bei Müdigkeit nicht niedriger. Die den elektromagnetischen Feldern zugeschriebene Müdigkeit war nicht physisch, sondern zeigte einen Zusammenhang mit den Konzentrationsschwierigkeiten.

Die Resultate stützen die Hypothese nicht, dass die Überempfindlichkeit auf elektromagnetische Felder durch eine Änderung der Cholinesteraseaktivität zustande kommen könnte.

Bemerkungen: vgl. Datenbank Luftschadstoffe LUDOK Nr. 3961

Kundi M, Hutter HP.
Grenzwertermittlung bei hochfrequenten Feldern.
Sichere Arbeit 2001; 2: 35-40

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Die Risikoabschätzung der Wirkung hochfrequenter Felder im Niedrigdosisbereich wirft trotz vieler Indizien, die für eine Auslösung gesundheitlich relevanter Effekte sprechen, derzeit noch eine Menge Fragen auf.

Methode: Schema zum Vorgehen bei der Ableitung von Richtwerten für typische Expositionen gegenüber Hochfrequenzfeldern. Übersicht und Diskussion. Deutschland.

Resultat: Obwohl zahlreiche Untersuchungen Indizien dafür sind, dass hochfrequente Felder im Niedrigdosisbereich gesundheitlich relevante Effekte auslösen und trotz Vorliegen entsprechender epidemiologischer Befunde, die diese Wirkungen untermauern, kann das damit verbundene Risiko derzeit noch nicht endgültig abgeschätzt werden. Denn das würde voraussetzen, dass zwischen der Entstehung einer Erkrankung und der Expositions-dosis oder -intensität eine quantitative Beziehung bestünde. Dazu gibt es aber noch keine Daten.

Ausreichende Hinweise liegen vor, um bei der Exposition durch gepulste und amplitudenmodulierte Hochfrequenzfelder dem Minimierungsprinzip zu folgen. Hier sollte präventiv eine massive Absenkung des Grenzwertes etwa auf Basis des beschriebenen Schemas erfolgen.

Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA for the Childhood Leukemia-EMF Study Group.
A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia.
Epidemiology 2000; 11 (6): 624-634

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Gepoolte Analyse der Daten von Fall-Kontrollstudien zu niederfrequenten elektromagnetischen Feldern und Leukämie bei Kindern.

Kollektiv: 15 Fall-Kontrollstudien, aus deren Daten die individuelle Belastung durch Magnetfelder für die teilnehmenden Kinder abgeschätzt werden konnten.

Methode: 12 Studien lieferten Schätzungen für die individuelle Magnetfeldexposition, bei acht Studien gab es entsprechende Messungen, bei vier anderen wurde die Exposition anhand der Distanz zu Stromleitungen und anhand des Stromflusses berechnet. Bei vier Studien lagen nur Angaben zum "wire code" vor. Als Belastungsindikator wurde die zeitgewichtete durchschnittliche Exposition in den drei Monaten vor der Leukämiediagnose gewählt. Alle Magnetfeldmessungen wurden in Mikrotesla umgerechnet und Kategorien von bis zu $0.1\mu\text{T}$, 0.1 bis $0.2\mu\text{T}$, 0.2 bis $0.3\mu\text{T}$ und mehr als $0.3\mu\text{T}$ gebildet. Metaanalyse mit der Woolf-Methode (gewichtete inverse Varianz der Effektschätzer der Einzelstudien) und der gepoolten Daten mit der Mantel-Haenszel-Methode und mit einer ML-logistischen Regressionsanalyse. Metaanalyse. USA.

Resultat: Für die Analysen mit den gemessenen oder geschätzten Magnetfeldexpositionen lagen Angaben von 2656 Kindern mit Leukämie und 7084 Kontrollkindern vor. Für die Kategorien 0.1 bis $0.2\mu\text{T}$ und 0.2 bis $0.3\mu\text{T}$ ergaben sich keine erhöhten Risiken im Vergleich zur Kategorie von 0 bis $0.1\mu\text{T}$. Die Odds-Ratio der Kategorie mit einer Belastung von mehr als $0.3\mu\text{T}$ betrug 1.7 (95%CI: 1.2 - 2.3), auch wenn weitere Einflüsse einbezogen oder andere Regressionsmodelle verwendet wurden. Diese Beziehung erwies sich trotz unterschiedlicher Studienmethodik als konsistent. Die Beziehung der "wire codes" (Leitungsnetzkonfiguration und Lage) zum Leukämierisiko zeigte grössere Unterschiede zwischen den Studien: Die Odds-Ratios für stark Exponierte variierten zwischen 0.7 und 3.0 . Eine Abschätzung des magnetfeldassoziierten Anteils von Leukämiefällen bei

Kindern ergab für die USA etwa 3% (95%CI: -2% bis 8%).

Schlussfolgerung: Diese Resultate widersprechen der Ansicht, dass die Assoziation zwischen Leukämie und gemessenen Magnetfeldern weniger konsistent sei als zu den "wire codes". Allerdings zeigen Studien mit beiden Expositionsindikatoren, dass die Effekte der "wire codes" nicht durch gemessene Magnetfelder erklärt werden können. Es hat sich auch gezeigt, dass Magnetfeldeffekte, wenn überhaupt, bei relativ hohen und seltenen Belastungen vorkommen. Studien zur Untersuchung des Zusammenhangs mit dem Leukämierisiko müssten daher an stark exponierten Bevölkerungsgruppen durchgeführt werden.

Bemerkungen: Kritik von Jaffa KC (Pacific Corp) und Replik von Greenland S et al. in Epidemiology 2001; 12 (4): 472-474

Anderson LE, Morris JE, Sasser LB, Löscher W.

Effects of 50- or 60-Hertz, 100 μ T magnetic field exposure in the DMBA mammary cancer model in Sprague-Dawley rats: possible explanations for different results from two laboratories.

Environ Health Perspect 2000; 108 (9): 797-802

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der Studienanlagen der Tierstudien zweier Forschungsteams, welche unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich Brustkrebsentstehung durch elektromagnetische Felder erhalten hatten.

Methode: Elektromagnetische Felder. Tierstudien. Abstammung und genetische Anlage der Tiere, Unterkunft, Haltung und Ernährung, Dosierung des Karzinogen. Expositionsschema. Kollektivgrösse. Quantitative Definition von Brustkrebs. Vergleich zweier Studienanlagen mit unterschiedlichem Resultat. Krebs. Deutschland, USA.

Resultat: In den Langzeit-Tierstudien von Löscher W et al. hatten niederfrequente (50 Hz) elektromagnetische Felder von 0.1-100 μ T mit 13 oder 27 Wochen Exposition bei Ratten, welche mit Dimethylbenz(a) anthrazen behandelt worden waren, von 10 μ T an einen dosisabhängigen Effekt auf die Brustkrebsentstehung. Diese Ergebnisse konnten vom Battelle Institut in den USA bei fast gleicher Studienanlage nicht reproduziert werden. Unterschiede zwischen den Studienanlagen betrafen genetische Subgruppen der Sprague-Dawley Ratten (die Tiere in den USA waren stärker auf DMBA empfindlich), andere Ernährung, andere Herkunft des DMBA, etwas andere Haltungsbedingungen und andere (höhere) Exposition. Überdies waren die Effekte der Magnetfeldexposition bei den Tieren der Forscher um Löscher gering. Die Autoren diskutieren das Problem der Bedeutung und Replikation schwacher Effekte.

Finanzierung: US Government, Forschungsverbund elektromagnetische Verträglichkeit biologischer Systeme (Braunschweig)

Grayson JK.

Radiation exposure, socioeconomic status, and brain tumor risk in the US Air Force: a nested case-control study.

American Journal of Epidemiology 1996; 143 (5): 480-486

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie innerhalb der amerikanischen Luftwaffe zur Untersuchung, ob Männer mit bösartigen Gehirntumoren häufiger erhöhter radioaktiver Strahlung oder Strahlung von niederfrequenten oder hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt waren.

Kollektiv: 230 Männer, die mindestens ein Jahr zwischen November 1970 und 31.12.1989 in der amerikanischen Luftwaffe gedient hatten, und bei denen ein primärer bösartiger Gehirntumor diagnostiziert worden war. Pro Patient wurden vier Kontrollpersonen aus den Angestellten der Luftwaffe mit gleichem Jahrgang und Ethnizität ausgewählt. Ausschlusskriterien für Kontrollpersonen waren Erkrankungen an Leukämie, Brustkrebs oder malignem Melanom.

Methode: Für Fälle und Kontrollen waren vollständige Angaben über die berufliche Arbeit vorhanden, inkl. militärischem Rang (als Indikator für den Sozialstatus), Art der Arbeit und Dauer an jedem Arbeitsort. Diese Angaben wurden auch für die Kontrollpersonen bis zum Diagnosezeitpunkt des Falles berücksichtigt. Für die Belastung mit niederfrequenten Feldern wurden auf Grund der Art der Tätigkeiten die Kategorien "sicher belastet", "wahrscheinlich belastet", "möglicherweise belastet" und "nicht belastet" gebildet. Für die Belastung mit hochfrequenten Feldern (Radiofunk, Mikrowellen) wurde die Wahrscheinlichkeit, bei einem Ereignis eine Exposition von mehr als 10 mW/cm² gehabt zu haben, als "wahrscheinlich", "möglich" oder "unwahrscheinlich" kategorisiert. Solche Unfälle waren registriert worden. Für jede Person wurde die kumulierte Wahrscheinlichkeit über die Zeit berechnet. Für 3% der Teilnehmer gab es Dosimetrieangaben aus dem Register für Belastungen mit ionisierender Strahlung. Statistische Auswertung mittels bedingter logistischer Regressionsanalyse.

Resultat: 48% der Teilnehmer hatten einen bis 885 Expositionsmonate mit Niederfrequenzbelastung, 30% der

Teilnehmer hatten 6 bis 610 Monate mit Hochfrequenzbelastung. Der militärische Rang war eng mit dem Hirntumorrisiko verbunden, höhere Offiziere hatten ein Hirntumorrisiko von 3.3 (95%CI: 1.99-5.45). Die Personen mit Hirntumoren hatten nach Korrektur für Alter, Rasse und militärischen Rang ein OR von 1.28 (95% CI: 0.95-1.74) für eine Exposition mit niederfrequenten Feldern und ein OR von 1.39 (95%CI: 1.01-1.9) für eine Exposition mit hochfrequenter Strahlung. Weder für die niederfrequente, noch für die hochfrequente Strahlung ergaben sich eindeutige Dosis-Wirkungsgradienten, wenn der Belastungsscore (Wahrscheinlichkeit der Belastung mal Dauer in Monaten) in 5 Kategorien unterteilt wurde. Für die Exposition mit ionisierender Strahlung ergab sich keine Assoziation mit dem Risiko für bösartige Hirntumoren (OR: 0.58, 95%CI: 0.22-1.52). Es bestand keine Interaktion zwischen der niederfrequenten Strahlung und anderen Belastungen.

Holly EA, Aston DA, Ahn DK, Smith AH.

Intraocular melanoma linked to occupations and chemical exposure.

Epidemiology 1996; 7: 55-61

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob intraokuläre Melanome bei bestimmten Berufsgruppen oder beruflichen Expositionen gehäuft vorkommen.

Kollektiv: 221 männliche Patienten mit Uvealmelanom, 20-74 Jahre alt, im Augenkrebzentrum der Universität San Francisco von Jan. 1978 bis Feb. 1987 registriert, und 447 Kontrollpersonen aus der selben Wohngegend und in der selben 5-Jahresaltersgruppe, ausgewählt mit random digit dialing.

Methode: Die Männer mit Uvealmelanom und die Kontrollpersonen wurden telefonisch nach demographischen Angaben, beruflicher Laufbahn, Chemikalienexposition und nach phänotypischen Aspekten wie Haar- und Augenfarbe, nach der Anamnese, Rauchgewohnheiten, Ernährung, Wohnort und Sonnenexposition gefragt. Bei den Berufen wurden die sechs am längsten inne gehabten Stellen codiert. Die Analyse erfolgte einerseits nach Berufskategorien, andererseits nach den angegebenen chemischen Stoffen. Logistische Regressionsanalyse unter Berücksichtigung u.a. des Alters und der Zahl grosser Muttermale auf der Haut (Naevi).

Resultat: Es wurden erhöhte Risiken gefunden für die Gruppe der Chemiker, Chemieingenieure und Chemietechniker (OR 5.9, 95%CI: 1.6-22.7, neun Fälle, drei Kontrollen in diesen Berufen), für Personen in Gesundheitsberufen (OR 3.3, 1.3-8.2), für UV-exponierte Matrosen, Schiffsoffiziere und Fischer (OR 3.0, 1.2-7.8) und für Schweissarbeiten (ebenfalls UV-Exposition, OR 2.2, 1.3-3.5). Auch für die Stoffgruppen Asbest (OR 2.4, 1.5-3.9), Frostschutzmittel, Formaldehyd, Pestizide und Tetrachlorkohlenstoff sowie für Tätigkeiten mit Exposition gegenüber Mikrowellen (ohne Kochen) und Radar (OR 2.1, 95%CI: 1.1-4.0, 21 Fälle, 22 Kontrollen exponiert) war das Relative Risiko signifikant erhöht. Die Autorinnen nehmen jedoch an, dass die Stoffexposition stärker einer Erinnerungsverzerrung unterliegen könnten.

Ebenso gehen sie davon aus, dass die Übervertretung der Gesundheitsberufe auf einem Zuweisungsbias beruhe. Keine Unterschiede zwischen Patienten und Kontrollen gab es hinsichtlich Tätigkeit auf einem Bauernhof, als Elektriker, im Militär, durch Rauchen, Alkoholkonsum, Lösungsmittel, Farben, Lacke, Plastik, Arsen, Herbizide, organischen Staub, Schwermetalle.

Bemerkungen: Die Effekte bezüglich Gesundheitsberufen und hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung sind nicht im Abstract erwähnt, letztere wird überhaupt nicht diskutiert.

De Roos AJ, Teschke K, Savitz DA, Poole C, Grufferman S, Pollock BH, Olshan AF.

Parental occupational exposures to electromagnetic fields and radiation and the incidence of neuroblastoma in offspring.

Epidemiology 2001; 12 (5): 508-517

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie an Kindern in Kanada und den USA zur Untersuchung, ob Neuroblastome (Tumor nicht ausgereifter Nervenzellen) bei Kindern von Eltern mit beruflicher Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern gehäuft vorkommen. Im Gegensatz zu früheren Studien wird die berufliche Exposition aus der genauen Beschreibung der Tätigkeit abgeleitet, nicht aus der Bezeichnung der Arbeitsstelle.

Kollektiv: 538 Patienten mit Neuroblastom im Alter von 0 bis 19 Jahren aus einem von 139 US-amerikanischen und kanadischen Spitälern. Erhebungszeitraum: Mai 1992 bis April 1994. Mittels zufälligem Telefonwahlverfahren wurden 504 Kontrollpersonen im selben Alter rekrutiert. Das mittlere Alter betrug 2.2 Jahre.

Methode: In Telefoninterviews wurden die Eltern der Studienteilnehmer nach demographischen Angaben, beruflicher Laufbahn, Exposition mit Chemikalien und nach ihrer Anamnese gefragt. Bei den Berufen 2 Jahre vor der Geburt des Kindes wurde gefragt, ob sie in weniger als 10 m Abstand von einem elektrischen Gerät oder einer Strahlungsquelle gearbeitet hatten. Es wurden 47 Strahlungsquellen aufgelistet. Berücksichtigt wurde sowohl die selbst angegebene Exposition als auch die Expositionsbeurteilung durch einen Industriehygieniker. Diese Einschätzung erfolgte aufgrund der Berufsangabe und ohne das Wissen, ob es sich um die Eltern eines erkrankten oder eines gesunden Kindes handelte. Als Kofaktoren für Neuroblastome und mit den elektromagnetischen Feldern korrelierte Belastungen im Beruf wurde die Exposition der Eltern gegenüber halogenierten Kohlenwasserstoffen, nichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen PAK, VOC, Metallen und Farben berücksichtigt.

Resultat: Zwischen der Einschätzung der Eltern und der Einschätzung der Industriehygieniker bezüglich Exposition bestanden ziemlich grosse Unterschiede. Die Mütter waren selten exponiert, die resultierenden Zahlen

sind deshalb klein. Hinsichtlich Verwendung von Mobiltelefonen durch die Mütter (7 Exponierte mit wahrscheinlicher Exposition laut Experte) ergab sich eine Odds Ratio (OR) von 2.1 (95%CI: 0.4-11.0) für Neuroblastome. Die Exposition durch Röntgenapparate mit 6 nach Einschätzung des Experten wahrscheinlich Exponierten ergab eine OR von 2.1 (0.4-11.4), wogegen 45 Mütter sich selbst als röntgenstrahlenexponiert betrachteten (OR 1.0). Insgesamt ergab sich ein Risiko von 2.8 (0.9-8.7) bei Betrachtung der Strahlenbelastung der Mütter durch eine beliebige Strahlungsquelle. Bei den Vätern zeigten sich hohe ORs für die Tätigkeit des (Bogen)schweissens, die wegen der kleinen Fallzahl nicht signifikant waren. Die Exposition durch batteriebetriebene Gabelstapler war nicht signifikant mit dem Neuroblastomrisiko assoziiert (OR 1.6, 95%CI: 0.8-3.2). Bei der Exposition durch Geräte, die Hochfrequenzstrahlung emittierten, lag die OR bei circa 2. Die drei grossen Gruppen der niederfrequenten Felder, hochfrequenten Strahlung und der ionisierenden Strahlung waren nicht mit dem Neuroblastomrisiko assoziiert. Die Magnetfeldbelastung der Väter mit mehr als 0.4 μ T war nicht signifikant mit den Neuroblastomerkrankungen bei Kindern verknüpft (OR 1.6, 95%CI: 0.9-2.8, nach Korrektur für chemische Belastungen noch OR 1.3). Für die Belastungen der Mütter ab 0.3 μ T fand sich überhaupt keine Korrelation.

Finanzierung: Staatlich

Cooper D, Hemmings K, Saunders P.

Re: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter; II. All high power transmitters.

American Journal of Epidemiology 2001; 153 (2): 202-204

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Leserbrief mit neuen Daten zu den Sutton-Coldfield-Studien (Dolk H. et al, American Journal of Epidemiology 1997: 145 (1), 1-9 und 10-17; Id. Nr. 1131 und 1132).

Methode: Zusätzliche Daten wurden in die Analyse miteinbezogen. Berechnung der Relation zwischen der Anzahl erwarteter und beobachteter Fälle. Ob mit zunehmender Distanz eine Abnahme an Leukämiefällen zu beobachten war, wurde mit Stone's-Test sowie einer bayesianischen Glättungstechnik getestet.

Resultat: Bei den Knaben ergab der Stone's Test für alle Kinderleukämien zusammen einen signifikanten Unterschied, nicht aber bei den Mädchen. Ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko wurde im Bereich von 0 bis 10 km gefunden für: akute myeloische Leukämie, chronisch lymphatische, hämopoetische und lymphatische Leukämie, alle Leukämien zusammen, Leukämie und Non-Hodgkin-Lymphome zusammen (für Mädchen); weiter für akute lymphatische Leukämie sowie für Leukämie und Non-Hodgkin Lymphome zusammen (für Knaben). Im inneren Entfernungsradius (0 bis 2 km) war das Verhältnis von beobachteten zu erwarteten Leukämiezahlen generell höher, wegen der kleinen Fallzahlen aber statistisch nicht signifikant. Die Glättungstechnik ergab Evidenz für erhöhte Leukämieraten im Studiengebiet bei Mädchen.

Schlussfolgerung: Antwort von Dolk: In Anbetracht der grossen Konfidenzintervalle ist derzeit noch keine definitive Antwort möglich. Falls ein kausaler Zusammenhang besteht, ist mit einer Zunahme des zusätzlichen Risikos zu rechnen.

Bemerkungen: Die Resultate deuten auf einen schwachen, aber klaren Zusammenhang zwischen Kinderleukämien und der Strahlung von Radio-/Fernsehtanten hin. Dies ist der Fall, obwohl die Analysen implizit auf einer stetigen Abnahme der Feldstärke mit der Distanz beruhen (insbesondere der Stone's Test).

Schon die beiden Sutton-Coldfield-Studien ergaben, dass mit zunehmender Distanz keine stetige Abnahme des Feldes gemessen werden kann. Die präsentierten Resultate scheinen daher das Risiko tendenziell eher zu unterschätzen.

Cherry N.

Re: Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter; II. All high power transmitters.

American Journal of Epidemiology 2001; 153 (2): 204-205

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Radio-/TV-Sendetürme strahlen generell horizontal ab mit einem Seitenlappen, der innerhalb von 6 km um die Antenne herum den Boden berührt. Die genaue Entfernung ist abhängig von der Trägerfrequenz. Für VHF-Signale (very high frequency, 30 bis 300 MHz) ist der grösste Wert innerhalb eines Kilometers um die Antenne herum zu erwarten. Für UHF-Signale (ultra high frequency, 300 bis 3000 MHz) liegen die Maximalwerte ausserhalb von 1 km. Gemischte Antennen haben mehrere Spitzenwerte. Für statistisch signifikante Studienresultate innerhalb eines Kilometers muss daher eine VHF-Antenne untersucht werden, die in einem dicht besiedelten Gebiet steht. In den Dolk-Studien ist nur der Sutton-Coldfield-Sender ein starker VHF-Sender. Für alle anderen Sender liegen die grössten Strahlungswerte ausserhalb der 1km-Zone. Daher unterstützen diese Studien die Hypothese, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen Leukämie und Radiostrahlung besteht.

Schlussfolgerung: Antwort von Dolk: Die Ergebnisse der Studien seien entsprechend kommentiert worden: Entweder besteht keine kausale Beziehung oder das Modell der Strahlungsabnahme ist falsch. In den Ausführungen von Cherry fehlt eine Erklärung, warum Fernsehtürme ein anderes Strahlungsmuster haben sollen, wenn sie zusammen mit einem Rundfunksender strahlen im Vergleich zu Rundfunksendern allein.

Boscolo P, Di Sciascio MB, D'Ostilio S, Del Signore A, Reale M, Conti P, Bavazzano P, Paganelli R, Di Gioacchino M.

Effects of electromagnetic fields produced by radiotelevision broadcasting stations on the immune system of women.

Science of the Total Environment 2001; 273 (1-3): 1-10

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Immunsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Strahlung von einem TV-/Radiosender auf das Immunsystem von Frauen, die in der Umgebung des Senders wohnen.

Kollektiv: 19 Frauen im durchschnittlichen Alter von 35 Jahren (22-49 Jahre), Bewohnerinnen von San Silvestro, die mindestens 2 Jahre (Durchschnitt: 13 Jahre) gegenüber der Strahlung von einem TV-/Radiosender exponiert waren. Die meisten Studienteilnehmerinnen waren Hausfrauen. 6 Probandinnen waren Raucherinnen und bei 7 war eine allergische Erkrankung bekannt. Die Kontrollgruppe bestand aus 47 Frauen mit ähnlichem Alter, Rauchgewohnheiten (14 Raucherinnen) und Allergiestatus (17 Allergikerinnen) aus den Nachbarstädten Pescara und Chieti. Ausschlusskriterien waren Schwangerschaft und therapiebedürftige Allergien.

Exposition: Messung der Hochfrequenzstrahlung (500 kHz-3 GHz) auf den Balkonen der Wohnhäuser ergaben bei dem exponierten Kollektiv eine mittlere Belastung von 4.3 V/m (SD: ± 1.4 V/m). Die Werte der Innenmessungen waren etwa 30 - 50% tiefer. Aussenmessungen in anderen Gebieten von San Silvestro ergaben Werte zwischen 11 und 40 V/m. Von den Exponierten war nur eine Person etwa gleich gering exponiert wie die Kontrollen (1.2 V/m). Generell lag die Belastung in der Kontrollgruppe unter 1.8 V/m.

Methode: Frauen wurden ausgewählt, weil sie sich im Allgemeinen mehr zu Hause aufhalten als Männer. Der Allergiestatus wurde unter Berücksichtigung der IgE-Bestimmung, der allergischen Krankheitsgeschichte und von Hauttests festgestellt. Statistik: Der Kolmogorov-Smirnov-Test ergab, dass die Parameter nicht normalverteilt waren, deshalb wurden nicht-parametrische Analysemethoden verwendet. Bei den Frauen in der Kontrollgruppe wurden höhere Bleikonzentrationen im Blut und höhere Werte eines Benzol-Metaboliten im Urin festgestellt, d.h. es bestand eine grössere Verkehrsexposition bei den Kontrollen.

Resultat: Die IgE-Serumkonzentrationen waren nicht signifikant verschieden zwischen dem exponierten und dem nicht exponierten Kollektiv. Lymphozyten, CD3- und CD4-Zellen waren bei den Exponierten leicht (nicht signifikant) höher als beim Kontrollkollektiv. Statistisch signifikant niedriger waren bei den Exponierten verschiedene T-Lymphozyten-Typen. Bei keinem Typ wurde jedoch eine Dosis-Wirkungsbeziehung innerhalb des exponierten Kollektivs gefunden. Die In-vitro-Produktion von IL-2 und Interferon-Gamma war bei den Exponierten signifikant geringer. Keine Differenz gab es in der Produktion von Interleukin-4 und -5. Der Stimulationsindex der Proliferation von PBMC (periphere einkernige Blutzellen) war beim exponierten Kollektiv signifikant geringer. Jedoch bestand bei den Exponierten eine positive Assoziation zwischen dem Stimulationsindex und der Höhe der auf dem Balkon gemessenen Exposition.

Schlussfolgerung: Die Studie zeigt, dass Hochfrequenzstrahlung die zytotoxische Immunantwort über TH1-Zellen unterdrückt. Eine Dosis-Wirkungsbeziehung konnte nicht festgestellt werden. Ein Anstieg der Immunantwort über TH2-Lymphozyten war nicht zu beobachten. Aufgrund anderer Untersuchungen ist nicht auszuschliessen, dass Effekte der Hochfrequenzstrahlung auf das Immunsystem über das Nervensystem vermittelt sind. So steuert der zirkadiane Biorhythmus nicht nur die Neurohormone, sondern auch die Aktivität bestimmter Lymphozyten. Einige Befunde scheinen darauf hinzuweisen, dass die elektromagnetische Strahlung einen grösseren Einfluss auf das Immunsystem allergiekranker Personen hat als auf dasjenige von Personen ohne Allergie.

Bemerkungen: Das verwendete Studiendesign erlaubt keine sichere Etablierung eines kausalen Zusammenhanges. Die beobachteten Differenzen könnten auch durch andere Unterschiede in den beiden Kollektiven verursacht sein. Die exponierten Frauen hatten einen leicht höheren Anteil an Atopikerinnen und statistisch nicht signifikant höhere IgE-Konzentrationen im Blut sowie eine weniger starke Verkehrsexposition. Ob dies die Resultate erklären kann, lässt sich nicht beurteilen. Eventuell gibt es noch andere Unterschiede zwischen den Kollektiven, die nicht erhoben wurden. Die fehlende Dosis-Wirkungsbeziehung kann einerseits bedeuten, dass kein kausaler Zusammenhang besteht. Sie kann aber auch dadurch verursacht sein, dass die Messung auf dem Balkon eines Wohnhauses ein schlechtes Mass für die langjährige Strahlenexposition der Bewohner ist. In diesem Fall wäre ein kausaler Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und T-Lymphozyten-Aktivität möglich, wenn die Bewohner von San Silvestro insgesamt stärker exponiert sind als das Kontrollkollektiv. (Siehe Nr. 1508)

Finanzierung: Italienisches MURST und ISPESL

Dasdag S, Balci K, Kaya H, Celik MS.

Hormone levels of people occupationally exposed to radiofrequencies.

Biochemical Archives 1999; 15 (3): 255-260

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hormonkonzentrationen von Arbeitern, die beruflich Radio- und Mikrowellen exponiert sind.

Kollektiv: 43 Techniker zwischen 20 und 59 Jahren waren beruflich RF-Strahlung exponiert. 10 Personen arbeiten bei einer Fernsehantenne, 15 bei einer Radorundfunkantenne und der Rest bei einer Radio-Verbindungsstelle

20 nicht-exponierte Personen desselben Alters, Geschlecht, Art der Arbeit und Arbeitsdauer dienten als Kontrollen.

Exposition: Fernsehantenne emittierte im Frequenzbereich 202-209 MHz (60 kW), 694-701 MHz (450 kW), 750-757 MHz (450 kW) und 774-781 MHz (450 kW).

Radioantenne emittierte im Frequenzbereich 1062 kHz (300 kW), 88.4 MHz (30 kW), 95.5 MHz (30 kW), und 98.4 MHz (30 kW).

Radio-Verbindungsstelle im Bereich 167 MHz (200 W), 420 MHz (10 W), 2 GHz (1.5 W), und 6 GHz (4 W).

Feldmessungen ergaben in den Stationen Feldstärken im Bereich 65-85 dB Mikrovolt (3.2-320 V)

Methode: Blutproben wurden während der Arbeitszeit abgenommen. Folgende Hormonkonzentrationen wurden bestimmt: Trijodthyronin (T3), Tetrajodthyronin (Thyroxin, T4), Thyroideastimulierendes Hormon (Thyreotropin, TSH), freies T4, Estradiol, Dehydroepiandrosteron (DHEA), Testosterone, Kortisol und Progesteron (Gelbkörperhormon). Unterschiede zwischen exponierten und nicht exponierten Personen wurden mit dem T-Test analysiert.

Resultat: Techniker der Radiostationen besaßen signifikant unterschiedliche T3-, T4-, TSH-, Estradiol- und Progesteron-Konzentrationen im Vergleich zu den Kontrollgruppen. Die anderen untersuchten Hormone waren nicht signifikant verschieden. Bei den Technikern der Radio-Verbindungsstelle und der Fernsehsender unterschieden sich die T3-, T4-, Estradiol-, Progesteron- und Testosteron-Konzentrationen nicht signifikant von der Kontrollgruppe.

Schlussfolgerung: Die Studie zeigt gemäss Autoren, dass das neuroendokrine System durch Radio- und Mikrowellenstrahlung beeinflusst wird. Die Ergebnisse stimmen mit denjenigen Studien überein, die eine erhöhte Schilddrüsenaktivität mit verstärkter Jodaufnahme, festgestellt haben. Der Mechanismus für Wirkungen auf das neuroendokrine System ist noch unbekannt. Diskutiert wird eine mögliche Beeinflussung über die Hypophyse oder den Hypothalamus.

Bemerkungen: Die Publikation enthält wenig Informationen zu methodischen Details. Es wird nicht erwähnt, um welche Tageszeit die Proben bei den Kontrollpersonen abgenommen wurden, und es gibt keine Angaben über das Geschlechterverhältnis bei den Probanden oder die Zyklusphase bei den Frauen (Progesteron) etc. Diese Angaben wären nötig, um zu bewerten, ob die Studie sorgfältig durchgeführt wurde. Die drei unterschiedlich exponierten Gruppen werden immer mit dem gleichen Kontrollkollektiv verglichen. Es ist unwahrscheinlich, dass dieses Kontrollkollektiv mit allen 3 Expositionsgruppen bezüglich Alter, Geschlecht, Arbeitssituation etc. übereinstimmt. Sowohl T3 als auch TSH sind bei den Exponierten erhöht, obwohl diese 2 Hormone negativ rückgekoppelt sind. Dazu gibt es keinen Kommentar in der Publikation. Erstaunlich ist auch, dass die Hormonkonzentrationen der 3 exponierten Kollektive sehr ähnlich sind, obwohl die Expositionssituation recht verschieden ist. Es ist fragwürdig, ob mit diesem Studiendesign und nur einer Hormonbestimmung pro Person Aussagen gemacht werden können. Das gilt vor allem in Anbetracht der Tatsache, dass Hormonkonzentration bei verschiedenen Personen in einem Normbereich der Grössenordnung Faktor 10 schwanken können.

Erdreich LS, Klauenberg BJ.

Radio frequency radiation exposure standards: Considerations for harmonization.

Health Physics 2001; 80 (5): 430-439

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion verschiedener Grenzwerte in bezug auf eine mögliche Harmonisation

Fabbro-Peray P, Daures JP, Rossi JF.

Environmental risk factors for non-Hodgkin's lymphoma: a population-based case-control study in Languedoc-Roussillon, France.

Cancer Causes & Control 2001; 12 (3): 201-212

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Non-Hodgkin Lymphomen und verschiedenen beruflichen Expositionen

Methode: Fall-Kontrollstudie. 445 Fälle zwischen 1992 und 1995 aus dem Gebiet Languedoc-Roussillon und 1025 Kontrollen wurden untersucht. 72 Fälle mit Hodgkin-Lymphomen wurden ebenfalls untersucht aber in dieser Publikationen wurden Daten dazu nicht veröffentlicht. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Bildung, städtische Wohnlage, Arbeitsexpositionen, Pestizide, elektromagnetische Strahlung, Krankengeschichte.

Resultat: Non-Hodgkin Lymphome waren signifikant assoziiert mit einem vorherigen hämopoetischem (blutbildendem) Melanom, Krankengeschichte von Nesselsucht, Benzolexposition > 810 Tage, tägliches Schwitzen, und Aktivität als Radiotechniker. Grenzfall bezüglich statistischer Signifikanz war es, in der Landwirtschaft zu arbeiten und gegenüber Teer exponiert zu sein. Verschiedene andere Krankheiten und Expositionen wurden ebenfalls untersucht und waren nicht assoziiert mit NHL (z.B. Ekzem, vorherige Radiotherapie, Rauchen).

Assoziation bezüglich elektromagnetischer Felder wurde anhand des Berufes evaluiert: Bei Schweißer und Radiooperatoren erfolgte die erste Exposition bei Fällen früher als bei Kontrollen, Expositionsdauer war aber insgesamt kürzer. Tram- und Eisenbahnfahrer hatten ein OR von 2.6 (95%-CI: 0.7-9.3). Es wurde nach Interaktionen zwischen EMF und Chemikalien gesucht, aber keine gefunden bei der limitierten Anzahl Exponierter.

Schlussfolgerung: Der paradoxe EMF-Effekt ist ev. damit zu erklären, dass bei als gefährlich erachteten Berufen in Frankreich ein Jobwechsel propagiert wird.

Bemerkungen: Ob es sich bei den Radiooperatoren- und Schweissereffekten um EMF-Effekte handelt oder ob andere Gründe dafür verantwortlich sind, kann nicht abgeschätzt werden. Leider gibt es keine Expositionsmessungen zu den untersuchten Agenzien.

Finanzierung: 3 staatliche Forschungsfonds

Lalic H, Lekic A, Radosevic-Stasic B.

Comparison of chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes from people occupationally exposed to ionizing and radiofrequency radiation.

Acta Medica Okayama 2001; 55 (2): 117-127

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Chromosomenschäden in Lymphozyten bei Personen, die beruflich ionisierender oder hochfrequenter Strahlung ausgesetzt sind.

Kollektiv: 25 Ärzte, Krankenschwestern und Röntgentechniker aus Spitälern waren gegenüber ionisierender Strahlung exponiert. Es handelte sich um 14 Männer und 11 Frauen im Alter von 27 bis 63 Jahren (Mittelwert: 44.6 Jahre).

Eine Hochfrequenzexposition hatten 18 Männer und 2 Frauen, die bei einer Radio-Relais-Station arbeiteten. Alter: 31 bis 60 (Mittelwert: 48.6 Jahre). Zu den Kontrollpersonen werden keine Angaben gemacht.

Exposition: Die Hochfrequenzstrahlung kann durchschnittlich 10 W/m² erreichen bei Frequenzen bis 8 GHz. Die jährliche Dosis an ionisierender Strahlung betrug generell 3000 bis 4000 µSv. Die maximale kumulative Dosis lag bei 39'000 µSv.

Methode: Alle exponierten Personen wurden mittels Fragebogen zur Dauer der Exposition und ihrem gesundheitlichen Zustand befragt. Mittels Film-Dosimeter berechnete man bei den Spitalangestellten die durchschnittliche und die kumulative Exposition gegenüber ionisierender Strahlung.

Die Analyse der Chromosomenschäden erfolgte mit Hilfe einer Giemsa-Färbung, die Untersucher kannten den jeweiligen Expositionsstatus nicht.

Statistische Methoden: Mann-Whitney-U-Test, Personen-Produkt-Moment-Korrelation, Poisson-Verteilung, Kolmogorov- und Chi-Quadrat-Test.

Resultat: Bei den Personen, die gegenüber ionisierender Strahlung exponiert waren, wurden durchschnittlich

4.08 Chromosomenschäden pro 200 Metaphasen registriert. Bei den Exponierten gegenüber nichtionisierender Strahlung waren es 4.35. Beide Werte waren höher als der entsprechende Wert der Kontrollgruppe (Wert nicht angegeben). Umgerechnet ergaben sich 11.8 azentrische Fragmente pro 1000 Zellen bei den Exponierten gegenüber ionisierender Strahlung, 14.8 azentr. Fragmente pro 1000 Zellen bei Hochfrequenzexposition und 4.2 pro 1000 Zellen bei den Kontrollpersonen. Chromatidenbrüche waren häufiger bei Exposition gegenüber ionisierender Strahlung: 3.8/1000 Zellen versus 0.7/1000 (nicht-ionisierend) und 0.26/1000 (Kontrollen). Dizentrische Fragmente lagen bei 4.8/1000 (ionisierend) bzw. 6.3/1000 (nicht-ionisierend) und 0.52/1000 (Kontrollen).

Die kumulative Dosis an ionisierender Strahlung war signifikant positiv mit Chromosomenschäden assoziiert. Es fand sich kein Zusammenhang zwischen der Anzahl an Chromosomenanomalien und der jährlichen Dosis an ionisierender Strahlung sowie der Zeitdauer, die eine Person nicht-ionisierender Strahlung ausgesetzt war.

Bemerkungen: Da keine Angaben zu den Kontrollpersonen gemacht werden, ist die Aussagekraft dieser Studie eingeschränkt. In den Vergleich müsste unbedingt das Alter und das Rauchverhalten der Personen einbezogen werden. Die präsentierten Abweichungen von der erwarteten Verteilung der Chromosomenschäden sind wenig aussagekräftig, da nur wenig Datenpunkte für die Bestimmung der Verteilung zur Verfügung stehen. Ausserdem kann es verschiedene Gründe für die Abweichung von der erwarteten Verteilung, z.B. einer Poissonverteilung, geben. (Die Poissonverteilung ist ein theoretisches Modell für unabhängige Zufallsgrößen.)

Maes A, Collier M, Slaets D, Verschaeve L.

Cytogenetic Effects of Microwaves From Mobile Communication Frequencies (954 Mhz).

Electro- and Magnetobiology 1995; 14 (2): 91-98

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte	Immunsystem
	Erwachsene (alle)	Zellbiologie, DNA-Schäden

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa
	Unmittelbar	Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der genotoxischen Wirkung von Mobilfunkstrahlung.

Exposition: Die Basisstation wurde mit einer Innenraumantenne verbunden, Frequenz: 954 MHz, Feldstärke in 5 cm Distanz: 49 V/m, Leistungsdichte: 15 W/m², berechnete spezifische Absorptionsrate (SAR): 1.5 W/kg.

Methode: Es wurden zwei Untersuchungen durchgeführt:

1.) Blutzellen von acht gesunden männlichen und weiblichen Spendern im Alter von 21 bis 63 Jahren (Durchschnitt: 39 Jahre) wurde auf drei Teströhrchen verteilt. Eines (A) wurde bei 17 °C (+/- 1°C) während 2 h in einer Box in 5 cm Distanz von der Antenne platziert. Das zweite Röhrchen (B) wurde in derselben Box im selben Raum platziert, aber durch einen Metallbehälter geschützt. Das dritte Röhrchen (C) wurde in einem anderen Raum aufbewahrt. Nach der Exposition wurden nach einem standardisierten Vorgehen 48-Stunden-Kulturen angesetzt.

Die zweite Pilotstudie umfasste die Blutproben von sechs für die Wartung der Antennen zuständigen Arbeitern. Die Arbeiter waren für die Dauer von mindestens einem Jahr mindestens eine Stunde pro Tag exponiert. Ihre Blutproben wurden mit denjenigen von sechs gesunden, nicht beruflich exponierten Männern verglichen, die bezüglich Alter und Lebensstil übereinstimmten.

Resultat: Chromosomen-Anomalien waren am häufigsten in den Zellen der exponierten Blutproben (A) zu beobachten, am wenigsten bei den Blutzellen in Röhrchen C. Bei den Chromosomen- oder Chromatidenlücken und den azentrischen Fragmenten sowie bei den Chromosomenbrüchen war dieser Gradient klar ersichtlich, ebenfalls bei den dizentrischen Chromosomen, die nur in den A- und B-Proben auftraten. Bei den

Chromatidenbrüchen bestand kein Unterschied zwischen exponierten und nicht exponierten Proben. Der Vergleich der In-vivo-Blutproben ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beruflich exponierten und den nicht exponierten Personen. Lücken waren häufiger bei den Kontrollen. Chromatidenbrücken, azentrische Fragmente und Chromosomenbrüche traten bei den beruflich Exponierten häufiger auf. Dizentrische Chromosomen waren in keiner Probe zu finden.

Schlussfolgerung: Es scheint, dass die metallgeschützten B-Proben ebenfalls Strahlung abbekommen haben. Dizentrische Chromosomen gelten als Indikator für Exposition gegenüber ionisierender Strahlung. Die Energie der Hochfrequenzstrahlung ist zu schwach für eine direkte Schädigung. Indirekte Schäden erfolgen möglicherweise über eine Veränderung des Verhältnisses zwischen Oxidanzien und Antioxidanzien. Dieses ist bei Mikrowellenbestrahlung nachgewiesenermassen erhöht und kann über selbstbeschleunigende Kettenreaktionen von freien Radikalen zu DNA-Schäden führen. Die Blutproben waren nur 5 cm von der Antenne entfernt. Aus diesem Grund liefert die Untersuchung keine Evidenz, dass Schäden bei der Allgemeinbevölkerung zu erwarten sind, da sie viel weiter von Basisstationen entfernt ist.

Bemerkungen: Bei der In-vivo-Studie fehlen Angaben zum Mobiltelefongebrauch sowohl der Kontrollen als auch der Arbeiter. Dies beeinflusst die Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung stark. Ob die Expositionssituation für die Allgemeinbevölkerung wirklich nicht relevant ist, erscheint fraglich. Die gemessenen Werte liegen unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte, und SAR-Werte von $>1.5 \text{ W/kg}$ können bei der Benutzung eines Mobiltelefons durchaus auftreten. Zudem wurden auch bei den abgeschirmten B-Proben teilweise höhere DNA-Schadensraten gefunden als bei den nicht exponierten Blutproben.

Savopol T, Moraru R, Dinn A, Kovacs E, Sajin G.

Membrane Damage of Human Red-Blood-Cells Induced By Low-Power Microwave Irradiation.

Electro- and Magnetobiology 1995; 14 (2): 99-105

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von Hochfrequenzstrahlung (2.45 GHz, 0.025 bis 10000 mW/cm²) auf menschliche Erythrozyten (=rote Blutkörperchen).

Resultat: Bei dieser hohen Bestrahlung der Zellen wurde ein signifikanter Verlust an Hämoglobin festgestellt. Die Zahl der roten Blutzellen blieb unbeeinflusst.

Schlussfolgerung: Der Hämoglobinverlust ist auf eine Änderung der Membrandurchlässigkeit zurückzuführen, nicht auf die Lyse der Zellen.

Westermarck A, Wisten A.

Miniplate osteosynthesis and cellular phone create disturbance of infraorbital nerve.

Journal of Craniofacial Surgery 2001; 12 (5): 475-478

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Interferenzerscheinung bei einem 37-jährigen Mann mit Metallplatten-Implantat nach Jochbeinfraktur und Sensibilitätsstörungen im Bereich des Nervus infraorbitalis (=Ast des N. trigeminus).

Resultat: Die Messungen ergaben bei Exposition gegenüber einem Mobiltelefon einen Stromfluss auf der Metalplatte. Dieser Stromfluss könnte den Infraorbitalnerv stimuliert haben.

Inskip PD, Tarone RE, Linet MS.
Cellular telephones and brain tumors.
New England Journal of Medicine 2001; 344 (17): 1332

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort der Autoren auf die Kommentare von Erman M., Kundi M. und Kane R. (N Engl J Med, Vol. 344, No. 17; Id.Nr.1437, 1450 und 1449) zur Studie von Inskip et al., Cellular-telephone use and brain tumors. New England Journal of Medicine 2001: 344 (2), 79-86 (Id.Nr. 1020).

Methode: Leserbrief.

Resultat: Die oberen Werte der Vertrauensintervalle einiger Risikoschätzer, z.B. 1.3 oder 1.6, weisen darauf hin, dass eventuell vorhandene Effekte nicht sehr gross sind. Das Fehlen jeglicher Dosis-Wirkungsbeziehung für verschiedene Expositionsmasse spricht gegen eine Assoziation zwischen Exposition und Hirntumorrisiko. Es ist möglich, dass die Studie in Anbetracht der langen Latenzzeiten der Hirntumoren zu früh durchgeführt wurde. Dass den Kontrollen mit Herzkreislaufbeschwerden empfohlen wurde, ein Mobiltelefon zu benutzen, ist unwahrscheinlich, da sich die Risikoschätzungen nicht änderten, wenn verschiedene Subgruppen als Kontrollen verwendet wurden und 90% der Kontrollpersonen ein Jahr zuvor noch keine Symptome hatten. Bei jungen Hirntumorpatienten ist die Gedächtnisleistung kaum beeinträchtigt. Die Erhebung von Expositionsdaten anhand von Telefonrechnungen hat methodisch grosse Schwächen (nur eingehende Anrufe werden registriert, die Daten werden nur ein Jahr gespeichert etc.).

Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Olsen JH.

Re: Cellular telephones and cancer - a nationwide cohort study in Denmark - Response.

Journal of the National Cancer Institute 2001; 93 (11): 878-879

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Tumoren: weitere Zentralnervensystem
Exposition:		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	Wirkungsdauer:	Land:
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf die Leserbriefe von Hocking B. und Godward S. im Journal of the National Cancer Institute 2001 zur Studie von Johansen et al., Cellular telephones and cancer - A nationwide cohort study in Denmark. Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207 (Id.Nr.1025).

Resultat: Der Anteil der Krebsfälle in der Kohorte an der Gesamtbevölkerung liegt unter 1%. Dadurch ist kein grosser Einfluss zu erwarten. Die Postleitzahl ist in Dänemark (Wohlfahrtsstaat) ein sehr schlechter Indikator für den sozioökonomischen Standard.

Es ist möglich, dass Geschäftskunden eine stark exponierte Personengruppe repräsentieren. Der daraus eventuell resultierende Bias ist aber sicher nicht gross. Kinder müssten noch speziell untersucht werden. Die Strahlenbelastung der Hodenregion durch das Tragen eines Telefons in der Hosentasche ist gering. Abgesehen davon sind die meisten älteren Telefonmodelle zu gross für die Hosentasche.

Bemerkungen: Die Aussage "Anteil unter 1%" bezieht sich auf alle Krebspatienten. Zur Erkrankungsrate der häufigsten (nikotinassoziierten) Tumoren tragen die Mobiltelefonbenutzer aufgrund des ihres sozioökonomischen Status wenig bei. Dennoch scheint es ein Widerspruch, dass die Mobiltelefonbenutzer 15% der dänischen Bevölkerung ausmachen, aber nur 1% zu den Krebsfällen beitragen. Interessant wäre, wie diese Zahlen aussehen, wenn man nur Hirntumoren betrachtet.

Die Argumentation, dass Geschäftskunden in der Referenzpopulation nur einen unwesentlichen Bias verursachen können, ist nicht plausibel.

Radon K, Maschke C.

Gibt es Elektrosensibilität im D-Netzbereich?.

Umweltmed Forsch Prax 1998; 3 (3): 125-129

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der Hypothese zur Elektrosensibilität.

Kollektiv: Elf Personen, die sich als elektrosensibel einstufen. Median des Alters lag bei 48 Jahren (28 bis 66 Jahre). Alle Studienteilnehmer gaben körperliche Beschwerden an.

Exposition: Die Antenne befand sich in der Mitte des Raumes, sichtbar auf 1.2 m Höhe. Distanz zu den Probanden: 1.9 m. Intensität: 0.24 W/m² (=9.5 V/m), GSM-Strahlung.

Methode: Die Freiwilligen nahmen an 12 über einen Tag verteilten, doppelblinden Versuchen teil. Dabei sassen je vier Personen in einem Raum, in dem eine Antenne während jeweils zwei Minuten Reize aussandte. Signalgenerator und Verstärker befanden sich in einem zweiten Raum, so dass weder Teilnehmer noch Versuchsleiter wussten, bei welchem der Reize ein elektromagnetisches Feld erzeugt worden war. Die Erholungsphase betrug mindestens 30 Minuten.

Der Schwellenwert wurde mit dem psychophysikalischen 3-ACF-Verfahren ermittelt. Drei Reize wurden angeboten, einer bestand in einer effektiven Bestrahlung, die anderen beiden waren Leerwerte. Nach allen drei Reizen entschied der Proband, welches die reale Exposition war.

Resultat: Die Wahrnehmungsschwelle wurde weder im Gruppenmittel noch von einzelnen Probanden überschritten. Die exakten Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Verteilung um den Mittelwert einer erwarteten (geratenen) Wahrscheinlichkeit asymmetrisch war. Zwei Personen schnitten schlechter ab als erwartet, sechs Personen besser.

Zwei von elf Personen besaßen eine Wahrnehmungshäufigkeit, deren Wahrscheinlichkeit 0.04 betrug. Diese beiden Personen überschritten in der ersten Hälfte der Versuche die klassische Wahrnehmungsschwelle, schnitten

also deutlich besser ab als in der zweiten Hälfte. Beim Gesamtkollektiv war es umgekehrt, obwohl 9 von 12 Personen angaben, mit zunehmender Versuchsdauer grössere Schwierigkeiten in der Differenzierung zu haben. Drei Probanden meldeten sich in den Tagen nach dem Versuch und gaben an, starke Nachwirkungen zu verspüren. Darunter befanden sich auch die beiden Personen, die am häufigsten richtig geraten hatten.

Schlussfolgerung: Die Studie liefert keine Hinweise auf die Existenz von Elektrosensibilität.

Bemerkungen: Die Signifikanz wird in dieser Studie tendenziös interpretiert. Bei Anwendung entsprechender statistischer Methoden hätten sich mit diesen Daten sehr wahrscheinlich signifikante oder zumindest nahezu signifikante Resultate ergeben. Diese Studie liefert gewisse Evidenz, dass es Personen gibt, die elektromagnetische Felder wahrnehmen können, dass dies aber nicht für alle Personen zutrifft, die sich als elektrosensibel bezeichnen. Wie die Autoren selbst betonen, müssten die Versuche mit grösserer statistischer Power reproduziert werden. Die niederfrequente Grundbelastung im Raum war bei 50 Hz für das elektrische Feld ca. 5.1 V/m und für das magnetische Feld 58 nT. Dies ist relativ hoch im Vergleich zum angewendeten Feld.

Finanzierung: keine Angabe zum Funding.

Maier M, Blakemore C, Koivisto M.

The health hazards of mobile phones. The only established risk is of using one while driving..

British Medical Journal 2000; 320: 1288-1289

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zum Bericht "Report of the independent expert group on mobile phones". Auswirkungen der elektromagnetischen Strahlung von Mobiltelefonen auf Zellen und Gewebe, im Tierexperiment und in epidemiologischen Studien.

Resultat: Es gibt Studien, die Veränderungen in der Blut-Hirnschranke oder im EEG, Blutdruckschwankungen, Schlafstörungen, Gedächtnisstörungen, Kopfschmerzen und Schwindel durch Mikrowellen der Frequenzen von 900 bis 1800 MHz beschrieben haben. Mechanismen und Stellenwert solcher Ergebnisse sind noch nicht geklärt. Der Bericht der Expertengruppe empfiehlt weitere Studien. Die englischen Richtlinien basieren auf den thermalen Effekten der Mikrowellenstrahlung. Heutige Mobiltelefone geben etwa 1 W ab, entsprechend einem Temperaturanstieg im Gehirn von 0.1 Grad Celsius, was nicht schädlich sein sollte. In einigen anderen Ländern, zum Beispiel in Russland, sind die Limiten strenger, sie basieren auch auf nichtthermischen Wirkungen. Grenzwerte für beruflich Exponierte wurden von der "International Commission on Non-ionizing Radiation Protection" (ICNIRP) festgelegt. Diese Kommission fordert für die Allgemeinbevölkerung fünfmal tiefere Werte. Der genannte Bericht schliesst sich diesen Empfehlungen an und empfiehlt weiter, die Energieabstrahlung auf den Mobiltelefonen anzugeben.

Die Ergebnisse vieler experimenteller Studien an Zellen und Tieren sind schlecht auf Menschen übertragbar. Die Langzeitstudie an Ratten von M. Repacholi, die ein gehäuftes Auftreten von Lymphomen gefunden hat, wird zur Zeit repliziert. Das einzige gesicherte Risiko ist die erhöhte Unfallgefahr, wenn am Steuer telefoniert wird. Dabei spielt es keine Rolle, ob ein Freisprechsystem oder ein handgehaltenes Telefon verwendet wird. Andererseits betonen die Autoren den Nutzen von Mobiltelefonen im Auto, da bei Unfällen rascher Hilfe herbeigerufen werden kann.

Finanzierung: M. Koivisto wird von Nokia unterstützt.

Fritzer G, Göder R, Friege L, Pannier G, Wachter J.

Kurz- und Langzeitauswirkung elektromagnetischer Hochfrequenzfelder auf die Qualität des menschlichen Schlafes und der hieraus resultierenden Tagesbefindlichkeit.

2000;

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Kurz (Tage bis Wochen) Unmittelbar	Land: Schlafphasen und Schlafqualität Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Mobilfunkstrahlung auf das Schlafverhalten und die Befindlichkeit/Leistungsfähigkeit am nächsten Tag.

Kollektiv: 20 männliche Probanden (25-44 Jahre, Durchschnitt: 31 Jahre) eingeteilt in 2 Gruppen à 10 Personen, die entweder real- oder scheinexponiert wurden.

Exposition: Exposition mittels spezieller Antenne, 900 MHz, 217 Hz gepulst. SAR < 2 W/kg. (Keine weiteren Angaben.)

Methode: Die Probanden verbrachten 8 Nächte im Schlaflabor. Zuerst eine Adaptionsnacht ohne Feld (A), dann eine Kontrollnacht, ebenfalls für alle ohne Feld (B), danach 6 Nächte, bei denen eine Gruppe exponiert war, die andere nicht (C bis H). Die Kontrollnacht B wurde mit der Nacht C verglichen, um Kurzzeiteffekte zu analysieren. Zur Untersuchung von Langzeit-/Adaptationseffekten wurden die Nächte B und H verglichen. Nach den Nächten B, C und H füllten die Probanden jeweils einen Fragebogen aus und führten neuropsychologische Tests durch (Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Befindlichkeit). Während der Nacht wurde ein EEG aufgezeichnet und die Schlafphasen bestimmt.

Resultat: Es zeigte sich kein Einfluss der Exposition auf die untersuchten Parameter. Einzig die Leistungsspektren im EEG veränderten sich bei der Kontrollgruppe zwischen Nacht B und H, nicht aber bei der exponierten Gruppe.

Bemerkungen: Angaben zur Feldstärke des Expositionsfeldes fehlen.

Da das ganze Experiment mindestens 160 Tage dauerte, könnten auch saisonale Einflüsse auf das Schlafverhalten

eine Rolle spielen. Dieser Aspekt wird in der Publikation nicht diskutiert.

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk

Lerchl A.

Die Melatonin-Hypothese. Eine Einführung.
1997;

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Studientyp:

Mobilfunk allgemein

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Einführung/Übersicht über den Zusammenhang zwischen EMF und Melatonin.

Resultat: Melatonin wird im Menschen bei Dunkelheit produziert. Licht führt zu einem Unterbruch der Produktion. Die Melatoninsekretion weist einen charakteristischen diurnalen und saisonalen Verlauf auf. Der Verlauf bleibt unter Umständen ohne äussere Reize bestehen (zirkadian).

Bedeutung von Melatonin: i) an der Thermoregulation beteiligt (neg. rückgekoppelt), ii) diurnale und zirkadiane Rhythmen, iii) Onkostatikum (unterdrückt Tumorstadium), iv) Fänger von Sauerstoffradikalen.

Es gibt eine Reihe von Hinweisen, dass Melatonin die Bildung oder die Funktion anderer Hormone beeinflussen kann. Hierzu gehören Östrogene, Testosteron, Progesteron, Prolaktin, Gonadotropine (LH, FSH) und Wachstumshormone (GH). Insbesondere scheint eine Phasenbeziehung zwischen Melatonin und der Synthese von Prolaktin und Wachstumshormonen zu bestehen.

Der Begriff Melatonin-Hypothese geht auf Stevens zurück. Die ursprüngliche Idee, die inzwischen verfeinert und abgewandelt wurde, beinhaltet eine Verringerung der Melatoninproduktion unter Feldeinfluss. Dies führt zu einer gesteigerten Produktion von Östrogenen und Prolaktin. Dadurch wird die Zellteilungsrate im Brustgewebe erhöht, und die Reaktion dieser Zellen auf Karzinogene verändert sich.

Überblick über einige Studien in diesem Forschungsbereich (v.a. niederfrequente elektromagnetische Felder).

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk

Strahlenschutzkommission Deutschland.

Grenzwerte und Vorsorgemassnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern.
2001;

<http://www.ssk.de>

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Studientyp:

Mobilfunk allgemein

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Grenzwertempfehlung

Resultat: Übersicht über Studien im nieder- und hochfrequenten Bereich, insbesondere ab 1995.
Grenzwertempfehlung auf der Basis der ICNIRP-Werte

Schlussfolgerung: ICNIRP-Werte sind gesundheitspolitisch vertretbar. Unsicherheiten sind aber vorhanden. Es handelt sich um Immissionswerte. Aus diesem Grund dürfen sie nicht von einer Anlage resp. einem Gerät voll ausgeschöpft werden. Die Immissionen sollten so gering wie möglich gehalten werden.

Löscher W, Käs G.

Auffällige Verhaltensstörungen bei Rindern im Bereich von Sendeanlagen.

Praktischer Tierarzt 1998; 79 (5): 437-444

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von Hochfrequenzsendeanlagen auf Milchleistung/Verhalten einer exponierten Rinderherde.

Exposition: Sendeanlagen in unmittelbarer Nähe: 39 Richtfunk- (2.2-18.7GHz), B-,C-,D-Netzentennen (160 -935 MHz), Cityruf (460 MHz), Eurosignal (87 MHz), TV (510-734 MHz) und Modacom (427 MHz).

Messungen ergaben, dass die Fernsehstrahlung am stärksten zur Feldbelastung beitrug. Maximale Werte im Wohnhaus bei offenem Dachfenster waren 2.6 mW/m², in der Umgebung des Hauses 7 mW/m². Im Stall wurden nur geringe Expositionswerte gemessen.

Methode: Diskussion des Verhaltens bzw. der Milchleistung einer Rinderherde in der Nähe von Fernseh- und Mobilfunksendeanlagen und des Effekts einer Stallumsiedelung mit anschliessender Rückverlegung.

Resultat: Neben vermehrter Fehlgeburtenrate, Milchleistungsabfall und beschleunigter Alterung wurden verschiedene Verhaltensweisen bei den Rindern beobachtet, die als Vermeidungsverhalten gegenüber den Sendeanlagen interpretiert werden können. Die Futteranalyse ergab eine adäquate Fütterung. Bei einer verendeten Kuh (akutes Herz-Kreislaufversagen, innere Blutungen) ergab die Sektion keinen Hinweis auf die Ursache. Die Untersuchung des Verwerfungsmaterials ergab keine auffälligen Befunde. Zwei Tiere mit ungewöhnlichem Verhalten wurden umgestallt (20 km entfernt). Nach fünf Tagen waren die Verhaltensauffälligkeiten abgeklungen. Nach 14 Tagen wurden die Tiere an den ursprünglichen Standort zurückgebracht. Dort traten die Symptome nach wenigen Tagen wieder auf.

Bemerkungen: Die Interpretation der Ergebnisse ist schwierig, da solche Cluster immer einen grossen Raum für Spekulationen bezüglich anderer Ursachen bieten. Generell ist anzumerken, dass die gemessenen Strahlenbelastungen sehr niedrig sind. Werte unter 1 mW/m^2 im Stall entsprechen elektrischen Feldstärken von unter 0.6 V/m .

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).
Health issues related to the use of hand-held radiotelephones and base transmitters.
Health Physics 1996; 70 (4): 587-593

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Gesundheit und EMF.

Resultat: Technische Charakterisierung der EMF, Überblick über Dosimetrie, biologische Effekte, krebsassoziierte Studien, amplituden-, und pulsmodulierte Studien, menschliche Gesundheitsstudien, Richtwerte und Abschätzung der Gesundheitsrisiken.

Schlussfolgerung: Epidemiologische Studien bilden zur Zeit eine ungenügende wissenschaftliche Basis für die Gesundheitsrisikoabschätzung. Das gilt auch für die Krebsstudien. Empfehlung der ICNIRP-Werte. Berücksichtigung von Interferenzen mit technischen Geräten.

Bemerkungen: Wenn nur etablierte Wirkungsmechanismen und Effekte in die Evaluation einbezogen werden, entspricht dies nicht dem Vorsorgeprinzip.

Redelmeier DA, Tobshirani RJ.

Association between cellular-telephone calls and motor vehicle collisions.

The New England Journal of Medicine 1997; 336 (7): 453-458

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Verkehrsunfällen.

Methode: Mit einem Case-Crossover-Design wurden die Daten von 699 Personen analysiert, die ein Mobiltelefon benützten und in einen Verkehrsunfall verwickelt waren.

Resultat: Das Unfallrisiko war bei der Verwendung eines Telefons erhöht (RR=4.3; 95%CI: 3.0-6.5). Freisprechanlagen verminderten das Risiko nicht deutlich (RR=3.9; Unterschied statistisch nicht signifikant).

Bemerkungen: Editorial von M. Maclure im selben Heft.

Kommentar zur Studie von Redelmeier et al.: Car phones and car crashes: some popular misconceptions.

Canadian Medical Association Journal 2001; 164 (11), 1581-1582 (Id.Nr.1454).

Linde T, Mild H.

Measurement of low frequency magnetic fields from digital cellular telephones.

Bioelectromagnetics 1997; 18: 184-186

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Beschreibung der niederfrequenten Felder beim Mobiltelefon.

Methode: Bei 2 Telefonmodellen wurden detailliert die niederfrequenten Magnetfelder gemessen, die sich aufgrund der 217-Hz-Pulsung der GSM-Technik ergeben. Messungen wurden mit einer Breitbandsonde im Bereich 40 - 800 Hz durchgeführt. Die magnetische Flussdichte wurden an verschiedenen Punkten auf der Vorderseite des Gerätes im Abstand von 1.6 und 3 cm durchgeführt, entweder mit der Batterie am Gerät oder ohne Batterie (mit Draht verbunden).

Resultat: Die höchste gemessene Magnetflussdichte war 1.6 μT . Daraus wurde eine maximale 'wahre' Magnetflussdichte von 5.2 μT abgeschätzt. Generell lagen viele gemessene Werte zwischen 0.1 und 0.7 μT .

Schlussfolgerung: Ein Mobiltelefon emittiert nicht nur Hochfrequenzstrahlung, sondern auch niederfrequente magnetische Felder.

Hankui E, Harada T, Kuriyama T.

Estimation of current distribution on cellular telephone antennas affected by human body interaction.

Ieice Transactions On Electronics 2001; E84C (9): 1260-1263

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Moustafa YM, Moustafa RM, Belacy A, Abou-El-Ela SH, Ali FM.

Effects of acute exposure to the radiofrequency fields of cellular phones on plasma lipid peroxide and antioxidase activities in human erythrocytes.

Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 2001; 26 (4): 605-608

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von Mobiltelefonen auf oxidativen Stress via freie Radikale.

Kollektiv: 12 gesunde männliche Probanden von 20 bis 25 Jahre; durchschnittliches Körpergewicht: 71 kg.

Exposition: Ericsson Mobiltelefon im Standby-Modus (900 MHz) wurde in der Tasche gehalten.

Methode: Nach 1, 2 und 4 Stunden wurde den Probanden Blut abgenommen. Folgende Parameter wurden analysiert: Lipidperoxid, Superoxid-Dismutase (SOD), Total Glutathion-Peroxidase (GSH-Px) und Katalase. Als Kontrolle diente eine Blutentnahme vor der Exposition. Statistische Unterschiede wurde mittels t-Test berechnet.

Resultat: Nach 1, 2 und 4 Stunden Exposition war die Plasmakonzentration des Lipidperoxids signifikant erhöht. Die Aktivitäten von SOD und GSH-Px in den menschlichen Erythrozyten waren signifikant reduziert. Die Katalase war nicht signifikant erniedrigt.

Schlussfolgerung: Es wurde ein Einfluss der Hochfrequenzstrahlung auf den oxidativen Stress bzw. die freien Radikalen bei menschlichen Erythrozyten gefunden.

Laitinen TA, Vainikainen P, Koskinen T.

Far-field measurements for mobile phones with small number of measurement locations.

Electronics Letters 2001; 37 (20): 1255-1256

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Vijayalaxmi, Bisht KS, Pickard WF, Meltz ML, Roti JLR, Moros EG.

Chromosome damage and micronucleus formation in human blood lymphocytes exposed in vitro to radiofrequency radiation at a cellular telephone frequency (847.74 MHz, CDMA).

Radiation Research 2001; 156 (4): 430-433

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Heidler T, Ebert HH, Spitzer SG.

In vivo-evaluation of possible interference of mobile phones on maximum output in patients with implanted cardiac pacemakers.

European Heart Journal 2001; 22: 185-185

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Hocking B, Westerman R.

Neurological abnormalities associated with CDMA exposure.

Occupational Medicine-Oxford 2001; 51 (6): 410-413

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Fallbeschreibung eines Mannes nach unfallbedingter Bestrahlung durch eine Mobilfunkbasisstation.

Kollektiv: 31-jähriger Mann, der an der Basisstation arbeitete.

Exposition: Exposition durch eine CDMA-Basisstation (878.49 MHz) mit tiefer Leistung während ein bis zwei Stunden. Maximalleistung der Antenne betrug 10 W, die Grundleistung (ohne Telefonverkehr) 4 W. Der Kopf des Patienten war bei der Montagearbeit ca. 10 bis 40 cm von der Antenne entfernt.

Die Nachstellung der Expositionssituation im Labor und die Messung der Felder ergab bei 4 W Antennenleistung eine Leistungsflussdichte von 0.15 (Schulter) bis 0.6 W/m² (Kopf).

Resultat: Der Patient arbeitete am Morgen an einer Mobilfunkantenne, die versehentlich angeschaltet war. Zunächst bemerkte er ein Wärmegefühl im Bauch, dann folgten Kopfschmerzen und schlechter Schlaf in der Nacht. Am nächsten Tag klagte er über Sehstörungen auf dem linken Auge (Sensibilisierungsstörung). Es wurden neurophysiologische Sensitivitätstests durchgeführt, die sechs Monate nach der Exposition immer noch leicht erhöhte, aber wieder weitgehend normale Resultate ergaben.

Francavilla M, Schiavoni A, Bertotto P, Richiardi G.

Effect of the hand on cellular phone radiation.

Iee Proceedings-Microwaves Antennas and Propagation 2001; 148 (4): 247-253

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Hand auf die Strahlungsausbreitung im Kopf bei Gebrauch eines Mobiltetefons.

Methode: Anhand eines dreidimensionalen anatomischen Modells der Hand und des Kopfes wurde der Einfluss der Hand auf die spezifische Absorptionsrate (SAR) untersucht. Zusätzliche Berechnungen erfolgten mit der finiten Differenzen-Zeit-Methode (FDTD).

Resultat: Sowohl Berechnungen als auch Messungen ergaben nur einen kleinen Einfluss der Hand auf den SAR-Wert im Kopf. Bei GSM 1800 gab es überhaupt keinen Unterschied, bei GSM 900 war die SAR mit der Hand leicht tiefer als ohne Hand.

Bemerkungen: In der realen Benutzungssituation wird allenfalls die Leistungskontrolle durch die Hand beeinflusst. Dazu macht die Publikation keine Aussagen.

Jech R, Sonka K, Ruzicka E, Nebuzelsky A, Bohm J, Juklickova M, Nevsimalova S.
Electromagnetic field of mobile phones affects visual event related potential in patients with narcolepsy.
Bioelectromagnetics 2001; 22 (7): 519-528

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle) Patienten-, Registerdaten	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Experimentelle Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss des Mobiltelefons auf das EEG und das ereignisbezogene Potential (ERP)

Kollektiv: 22 Patienten mit Narkolepsie/Kataplexie (zwanghaften Schlafanfällen/Tonusverlust-Syndrom) für die EEG-Versuche. Davon wurde an 17 Personen die ERP-Versuche durchgeführt. (4 Patienten wegen Sehbehinderungen ausgeschlossen, 1 Patient wegen zu extensiven Schlafanfällen.)

Exposition: Exposition erfolgte doppelblind, 45 Minuten gegenüber einem Mobiltelefon am rechten Ohr mit 900 MHz, 2 W Spitzenleistung, (217, 8, 2 Hz gepulst), SAR=0.06 W/kg bezogen auf 10 g.

Methode: Experimente wurden an 2 aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt. Bei den ERP-Messungen mussten auf einem Bildschirm vorgegebene Zielfiguren erkannt und quittiert werden.

Resultat: Beim EEG wurde kein Unterschied zwischen den Expositionssituationen beobachtet. Die Exposition steigerte die positiven Ausschläge im ERP bei Stimulierungen auf der rechten Bildschirmhälfte. Bei allen Stimulierungen war die Reaktionszeit unter Exposition um 20 ms verkürzt.

Schlussfolgerung: Die Mobilfunkstrahlung kann exzessives Schlafbedürfnis unterdrücken und die Leistung bei einem monotonen kognitiven Test verbessern.

Bemerkungen: Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Gesunde erscheint fraglich.

Finanzierung: IGA MZ, MSMT COST, CEZ VZ

Finnie JW, Blumbergs PC, Manavis J, Utteridge TD, Gebiski V, Swift JG, Vernon-Roberts B, Kuchel TR.
Effect of global system for mobile communication (GSM)-like radiofrequency fields on vascular permeability in mouse brain.
Pathology 2001; 33 (3): 338-340

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Schirmacher A, Winters S, Fischer S, Goeke J, Galla HJ, Kullnick U, Ringelstein EB, Stogbauer F.
Electromagnetic fields (1.8 GHz) increase the permeability to sucrose of the blood-brain barrier in vitro.
Bioelectromagnetics 2000; 21 (5): 338-345

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Methode: Am Beispiel von Ratten-Hirnzellen wurde der Einfluss von Mobilfunkstrahlung auf die Blut-Hirnschranke untersucht.

Resultat: Die Permeabilität für ¹⁴C-Sucrose war bei den exponierten Zellen signifikant höher als bei den nicht exponierten Zellen.

Finanzierung: Staat und Universität

Radon K, Parera D, Rose DM, Jung D, Vollrath L.

No effects of pulsed radio frequency electromagnetic fields on melatonin, cortisol, and selected markers of the immune system in man.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (4): 280-287

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Immunsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Strahlung von Mobiltelefonen auf das endokrine System und das Immunsystem.

Kollektiv: Acht 20- bis 30-jährige (Durchschnitt 24.8 J.) gesunde Männer, Nichtraucher.

Exposition: Die Probanden sassen mit Kopf 10 cm von der Antenne entfernt. Das Feld war vergleichbar mit demjenigen eines Mobiltelefons, 900 MHz, 217 Hz gepulst, mit einer Durchschnittsleistung von 1 W. In 10 cm Distanz betrug die Leistungsflussdichte 1 W/m². Anhand eines Phantomkopfes wurde ein maximaler SAR-Wert von 0.025 W/kg bestimmt.

Methode: Bestimmung von Melatonin, Cortison, Neopterin (Indikator für zelluläre Immunaktivität), Speichel-Immunglobulin A (sIgA). Zuerst erfolgten 5 Sitzungen à 4 Stunden ohne Exposition. Danach durchlief jeder Proband 20 Sitzungen à 4 Stunden, mind. 2 Tage Abstand zwischen den Sitzungen bei Tagesexperimenten und 3 bei Nachtexperimenten. Die Tagessitzungen dauerten von 12.00 bis 6.00 Uhr, die Nachtsitzungen von 22.00 bis 2.00 Uhr. Jede halbe Stunde wurde eine Speichelprobe gesammelt. 10 Sessionen mit Exposition, 10 mit Scheinexposition in randomisierter Reihenfolge. Nachts konnten die Probanden schlafen, wurden zur Speichelentnahme aber geweckt. Mittelfristige Effekte wurden mit Speichelproben bis zu 24 h nach Beginn der Experimente untersucht. Melatonin wurde in allen 20 Sitzungen bestimmt, Neopterin und sIgA in 12 Sitzungen.

Resultat: Bei allen untersuchten Zielgrössen zeigte sich kein statistisch signifikanter Einfluss der Strahlungsexposition. Während und nach den Tagesexperimenten war die Melatoninkonzentration bei Exposition durchwegs tiefer (ca. 10-25%), bei den Nachtexperimenten waren die Unterschiede kleiner, mit tendenziell höheren Melatoninwerten für die Expositionssituation. Beim Cortison waren die Unterschiede zwischen den beiden Expositionssituation gering, tendenziell wurden bei Exposition höhere durchschnittliche Konzentrationen

gemessen. Für Neopterin und sIgA waren keine systematischen Unterschiede zu beobachten.

Bemerkungen: Schwierig zu interpretieren sind die unterschiedlichen, aber in sich konsistenten Ergebnisse für Melatonin separiert nach Tages- und Nachtexperimenten. In Anbetracht der nicht signifikanten Ergebnisse müssten Powerberechnungen angegeben werden. Wie gross müsste der Unterschied sein, damit mit einem solch kleinen Kollektiv ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden könnte?

Finanzierung: Deutsche Telekom AG

Grajewski B, Cox C, Schrader SM, Murray WE, Edwards RM, Turner TW, Smith JM, Shekar SS, Evenson DP, Simon SD, Conover DL.

Semen quality and hormone levels among radiofrequency heater operators.

Journal of Occupational and Environmental Medicine 2000; 42 (10): 993-1005

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Samenqualität und Hormonlevel von Männern, die beruflich hohen Hochfrequenzfeldern von dielektrischen Heizern ausgesetzt sind.

Kollektiv: 12 beruflich exponierte Männer, mind. 18 Jahre alt und seit mind. 3 Monaten angestellt bei einer von vier Firmen, die Wassermatratten herstellten. Als Kontrollgruppe dienten 34 Männer, die sowohl gegenüber chemischen Schadstoffen als auch elektromagnetischen Feldern nur schwach exponiert waren.

Exposition: Dielektrische Hochfrequenzheizer arbeiten üblicherweise im Bereich 3 bis 100 MHz. Die Maschinen werden zum Nahtschweissen und zur Abdichtung der Luftmatratten verwendet. Die Arbeiter befinden sich im Nahfeld.

Messungen ergaben für die 4 Fabriken Durchschnittswerte von 35 bis 95 V/m für die elektrische Feldstärke, und für das Magnetfeld 0.14 bis 0.25 A/m. Die mittleren Fussströme (Berührungsströme) lagen zwischen 70 und 130 mA. (Keiner dieser Werte liegt über den U.S.-Grenzwerten.) In den Kontrollfabriken befanden sich alle Werte unterhalb der Detektionsschwelle.

Methode: Die Samenqualität wurde innerhalb einer Stunde nach Ejakulation auf 33 Qualitätsparameter untersucht. Blutproben wurden gesammelt und es wurden FSH, LH, Prolaktin und Testosteron bestimmt. Die Daten wurden mittels Varianzanalyse statistisch getestet. Mögliche Störgrössen (chemische Expositionen) überschritten weder bei den Kontrollen, noch bei den Exponierten die Grenzwerte.

Resultat: Die Spermienkonzentration unterschied sich nicht zwischen nicht exponierten und exponierten Arbeitern. Die absolute Spermienanzahl war bei den Exponierten geringer (gemäss Autoren nicht statistisch

signifikant, jedoch aufgrund der angegebenen Standardabweichungen). Von 33 analysierten Parametern zur Spermienqualität war die Lebensfähigkeit der Spermien der Exponierten leicht höher als erwartet (stat. signifikant.) Die Anzahl doppelköpfiger Spermien war bei den Exponierten geringfügig (statistisch signifikant) tiefer als bei den Kontrollen. TT, LH und Prolaktin unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen. Die FSH-Konzentration war bei den Exponierten signifikant höher als bei den Nicht-Exponierten.

Schlussfolgerung: Gemäss Autoren bestanden nur geringe Unterschiede zwischen exponierten und nicht-exponierten Arbeitern. Das Kollektiv war klein.

Bemerkungen: Andere Einflussgrössen, insbesondere chemische Schadstoffe, können das Ergebnis beeinflusst haben. In Anbetracht der grossen natürlichen Schwankungsbreite von Hormonkonzentrationen, ist die Tatsache, dass nur eine Probe pro Person genommen wurde, als limitierend zu werten. Nicht ganz klar sind die Befunde zur Spermienzahl. Die Angaben zu Mittelwerten, Standardabweichungen und Konfidenzintervallen sind nicht einheitlich.

Finanzierung: NIOSH

de Seze R, Ayoub J, Peray P, Miro L, Touitou Y.

Evaluation in humans of the effects of radiocellular telephones on the circadian patterns of melatonin secretion, a chronobiological rhythm marker.

Journal of Pineal Research 1999; 27 (4): 237-242

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische Parameter

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Strahlung eines Mobiltelefons auf das Melatonin

Kollektiv: 38 freiwillige gesunde Testpersonen zwischen 20 und 32 in 2 Gruppen eingeteilt.

Exposition: Exposition gegenüber GSM 900 oder DCS 1800 Telefon während 2h pro Tag, 5 Tage pro Woche während 4 Wochen. Je 19 Personen wurden gegenüber diesen beiden Telefontypen exponiert. Berechneter SAR im Schläfenhirn: 0.1-0.3 W/kg.

Methode: Exposition erfolgte entweder von 14.00-16.00 oder von 16.30-18.30. Personen schauten einen Film im Fernsehen, der Ton wurde über das Mobiltelefon geliefert. Alle Probanden von jeder Gruppe wurden innerhalb von 3 Monaten untersucht; GSM im Herbst, DCS im Winter/Frühling. Blut wurde in 15-Tagesabständen gesammelt: vor der Exposition, nach 15 Tagen, am Ende der Exposition und 15 Tage nach Exposition. Entnahme erfolgte über Katheter, stündlich von 22.00 bis 10.00 und 3-stündlich von 10.00 bis 22.00. Licht wurde um 23.00 gelöscht und um 7.00 angeschaltet. Es wurde die maximale Serumkonzentration bestimmt, die Zeit des Maximums und die gesamte sezernierte Hormonmenge. Für eine Gruppe von 19 Personen war die Power der Studie 85% um einen intra-individuellen Unterschied von 20 bis 30% zu finden ($\alpha=5\%$).

Resultat: Es wurden keine statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonexposition und dem Melatonin festgestellt. Nicht-signifikante Befunde beim GSM: Grösste Änderung bei der totalen Sekretion war bei der 2 Wochen Expositionssession (-8.4%), grösste Änderung des Maximalwertes war nach 4 Wochen Exposition (-11.6%). Nicht-signifikante Befunde beim DCS: Grösste Änderung bei der totalen Sekretion war bei der Nach-Expositionssession (+10.6%), grösste Änderung des Maximalwertes war nach 4 Wochen Exposition (+11.6%).

Bemerkungen: Die Einflüsse einer Exposition unmittelbar vor dem Schlafen bzw. vor Beginn der Melatoninproduktion müssten noch evaluiert werden. Allenfalls sind die Ergebnisse durch den typischen Jahresgang beim Melatonin beeinflusst. Die unterschiedliche Tendenz der Ergebnisse für GSM und DCS ist unklar. Als Ursache dafür kommen saisonale Einflüsse oder Frequenzeinflüsse in Frage (GSM hat eine grössere Eindringtiefe).

Finanzierung: Motorola

Arnetz BB, Berg M.

Melatonin and adrenocorticotrophic hormone levels in video display unit workers during work and leisure.
Journal of Occupational and Environmental Medicine 1996; 38 (11): 1108-1110

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Bildschirmarbeit auf Melatonin und ACTH

Kollektiv: 47 Bildschirmarbeiter. 19 Arbeiter berichteten von Symptomen auf der Gesichtshaut bei Bildschirmarbeit und 28 hatten keine Symptome.

Methode: Melatonin und ACTH von Bildschirmarbeitern wurde während eines normalen Arbeitstages und während eines Freizeittages, an dem sie sich in der Arbeitsumgebung aufhielten, untersucht und verglichen. Blutproben waren 6 Jahre bei -70°C eingefroren und auf Serum-Prolaktin, Melatonin und ACTH untersucht worden.

Resultat: Während der Arbeit am Bildschirm erniedrigte sich das Melatonin signifikant und das ACTH stieg signifikant an. Am Freizeittag gab es keine statisch signifikanten Änderungen. Mentale Beanspruchung war assoziiert mit der ACTH-Sekretion, aber nicht mit Melatonin. Die beiden Kollektiv mit oder ohne Symptome unterschieden sich nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Bildschirmarbeit hat einen Einfluss auf das Immunsystem.

Bemerkungen: Einer kritischen Beurteilung hält nur der ACTH-Effekt stand. Beim Melatonin ist praktisch die gleiche Änderung am Arbeitstag und am Freizeittag zu beobachten. Ein Vergleich der Änderung am Arbeitstag mit der Änderung am Freizeittag wäre keinesfalls signifikant. Zum Vergleich der Personen mit und ohne Symptome wird nur gesagt, dass die Unterschiede nicht statistisch signifikant sind. Es geht aber nicht hervor, ob nichtsignifikante Unterschiede bestehen. Aufgrund der kleinen Gruppengrösse wäre dies aber auch interessant und relevant.

Del Signore A, Boscolo P, Kouri S, Di Martino G, Giuliano G.

Combined effects of traffic and electromagnetic fields on the immune system of fertile atopic women.

Industrial Health 2000; 38 (3): 294-300

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Immunsystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Stromleitungen	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss des kombinierten Effektes von Verkehr und elektromagnetischen Feldern auf das Immunsystem von Frauen unter dem Blickwinkel, ob es Unterschiede zwischen atopischen und nicht-atopischen Frauen gibt.

Kollektiv: 28 Frauen, davon 10 atopisch, die gegenüber elektromagnetischen Feldern exponiert waren. 9 (3 atopische) waren gegenüber berufsbedingt gegenüber niederfrequenter Strahlung exponiert. Der Rest war gegenüber Hochfrequenz exponiert (siehe Studie 1474). Durchschnittsalter ca. 35 Jahre, beruflich nicht gegenüber Chemikalien exponiert. 17 Kontrollpersonen (davon 9 nicht-atopisch und 8 nicht symptomatisch atopisch) waren Büroangestellte/Wissenschaftler der Universität mit gleichem Alter und Rauchgewohnheiten wie EMF-Exponierte.

Exposition: Niederfrequente Exposition war 0.2-3.6 μ T und 40-120 V/m. Messungen der Radiostrahlung ergaben Werte zwischen 11 und 40 V/m, sowie 6-25 V/m. Bei Ausschaltung aller Sender wurden Werte zwischen 1.2-1.8 V/m gemessen.

Methode: Frauen wurden ausgewählt, weil diese im Vergleich zu Männer öfters zu Hause sind. Allergiestatus wurde unter Berücksichtigung der IgE-Bestimmung, allergische Krankheitsgeschichte und Hauttests festgestellt. Personen wurden in vier Gruppen eingeteilt: A=nichtatopisch+nichtexponiert, B=atopisch+nichtexponiert, C=nichtatopisch+exponiert, D=atopisch+exponiert. Lineare Diskriminanzanalyse wurde durchgeführt, um festzustellen, ob Unterschiede zwischen den 4 Gruppen bestehen. Blei und Benzolmetabolyten wurde als Verkehrsindikator bestimmt, Kupfer und Zink als Enzyme des Immunsystems. Die Konzentration von Blei im Blut und eines Metaboliten von Benzol im Urin war bei der Kontrollgruppe höher, d.h. grössere Verkehrsexposition bei den Nichtexponierten.

Resultat: Unterschiede im Blei, Benzolmetabolyten, Kupfer und Zink waren nicht signifikant zwischen den 4 Gruppen. Die IgE Serumskonzentrationen der Gruppe D waren signifikant höher als in den anderen 3 Gruppen. INF-gamma (in Absenz von PHA) waren bei den EMF-Exponierten signifikant tiefer als bei den Nicht-exponierten; INF-gamma (in Präsenz von PHA) war bei den Atopischen signifikant höher als bei den Nicht-atopischen. Die Diskriminanzanalyse ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Gruppe A und C, d.h. zwischen verschiedenen exponierten nichtatopischen Personen. Jedoch wurde ein deutlicher Unterschied zwischen Gruppe B und D gefunden. Optisch ist auch ein Unterschied zwischen Exponierten und Nicht-Exponierten ersichtlich.

Schlussfolgerung: Die Analyse suggeriert einen grösseren Einfluss der elektromagnetischen Exposition bei atopischen Personen im Vergleich zu nicht-atopischen.

Bemerkungen: Hauptproblem an der Studie ist die Unterscheidung zwischen Effekten durch hoch- und niederfrequente elektromagnetische Feldern sowie denjenigen des Verkehrs.

Kritisch betrachtet werden durch die Diskriminanzanalyse drei Gruppen gebildet: A+B, C,D. Bei den Exponierten wird nicht gesagt, ob es sich um symptomatische oder asymptomatische Atopiker handelt. Falls ersteres zutrifft, wäre das Resultat dieser Studie dadurch erklärbar. Das würde bedeuten, dass die Schlussfolgerung der Studie nicht zutrifft. Die wahre Schlussfolgerung wäre, dass es einen EMF-Effekt gibt, aber nicht, dass dieser Effekt für Atopiker und Nicht-Atopiker unterschiedlich ist. Siehe auch Analyse von Boscolo (1474)

Finanzierung: Italian ISPESL und MURST

Tuschl H, Neubauer G, Garn HK, Duftschmid, Winker N, Brusl H.

Occupational exposure to high frequency electromagnetic fields and its effect on human immune parameters.

Int J Occup Med Environ Health 1999; 12 (3): 239-251

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Immunsystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von beruflicher Exposition gegenüber Diathermie-Geräten auf das Immunsystem

Kollektiv: Physiotherapeuten, die mit Diathermie-Geräten arbeiten. Studienkollektiv umfasste 18 exponierte Personen (16 Frauen, 2 Männer) und 13 Kontrollen (11 Frauen, 2 Männer). Die Profilierung von Lymphozyten wurde bei 16 exponierten und 11 Kontrollen bestimmt. Exponierte arbeiteten vor allem mit Kurzwellengeräten, nur 2 Personen hauptsächlich mit Mikrowellen. Exponierte waren 36 ± 10 Jahre alt, Kontrollen 33 ± 8.5 Jahre. Ähnlich bezüglich Rauchverhalten, keine immunologisch relevanten Krankheiten.

Exposition: Expositionssituation um 7 Kurzwellendiathermiegeräte (27.12 MHz), 10 Dezimeter-(433.92 MHz) und eines Mikrowellendiathermiegerätes (2.45 GHz) wurden evaluiert und die Ganzkörperbestrahlung berechnet.

Resultat: Österreichische GW von 67.9 V/m bzw. 0.18 A/m wurde von Mikrowellen- und Dezimeterwellengeräte nicht überschritten. Bei Kurzwellengeräte wurden z.T. deutlich höhere Werte gemessen: E-Felder bis 1000 V/m und H-Felder bis 1.2 A/m. Dies führte zu einer 95-fachen Überschreitung des GW für die Ganzkörperbelastung.

Zwischen den Exponierten und Kontrollen wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede für Leukozyten-Untergruppen gefunden. In vitro aktivierte Lymphozytentypen waren teilweise leicht verschieden zwischen Kontrollen und Exponierten, aber nicht statistisch signifikant. T h-Helferzellen waren bei den Kulturen der Exponierten tendenziell tiefer und CD4+ Zellen waren in PHA-stimulierten Kulturen ebenfalls geringer ($p=0.07$) bei Exponierten.

Tuschl H, Neubauer G, Schmid G, Weber E, Winker N.

Occupational exposure to static, ELF, VF, and VLF magnetic fields and immune parameters.

Int J Occup Med Environ Health 2000; 13 (1): 39-50

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Immunsystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Frequenz: statisch		
Stromleitungen		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Immunsystems bei medizinischem Personal, die mit Magnetresonanz oder Induktionsheizern arbeiten

Kollektiv: 10 Person, die mit Induktionsheizern arbeiten (Durchschnittsalter: 32 Jahre) und 13 Personen, die Magnetresonanz durchführen (Durchschnittsalter: 42 Jahre). Kontrollen sind 23 Personen desselben Spitals ohne EMF-Exposition (Durchschnittsalter: 40 Jahre).

Exposition: Statische Magnetfeldmessungen in 0 bis 20 cm Distanz des Magnetographen ergaben Werte zwischen 88-317 mT. (Österreichischer Grenzwert: 8.75 mT). Im Nebenraum, wo das Gerät bedient wird, wurde 0.5mT gemessen. Induktionsheizer operieren von 50Hz-21.3 kHz. Magnetfeldmessungen ergaben Höchstwerte von 2 mT.

Resultat: Innerhalb der 3 Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich T-Zellen, T-Suppressorzellen, B-Zellen, und aktivierte T-Zellen (prozentual und absolut). Das Personal am Induktionsheizer hatten signifikant höhere natürliche Killerzellen im Vergleich zu den beiden anderen Kollektiven. Keine Unterschiede in der Produktion von Cytokinen durch die Lymphozyten oder Immunoglobulinkonzentration wurden beobachtet. In der IH-Gruppe war der oxidative Bruch in Monozyten häufiger als bei den anderen Gruppen. Dies scheint mit einem Anstieg bei den Monozyten (mit positiver Phagozytose) kompensiert zu sein. Rauchen war nicht mit den untersuchten Parametern assoziiert ausser T-Zellen/CD69.

Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I.

Microwaves emitted by cellular telephones affect human slow brain potentials.

European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology 2000; 81 (1-2): 18-27

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition:		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	Wirkungsdauer:	Land:
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Erweiterung und teilweise Replikation der Studie von Freude et al.: Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials. Bioelectromagnetics 1998: 19 (6), 384-387. (Art. Nr. 1134). In der Vorläuferstudie wurden Effekte auf das langsame Hirnpotential (SP) untersucht. Zusätzlich soll der Einfluss der Mobiltelefonstrahlung auf das Bereitschaftspotential (BP) und die negative Variation (CNV) untersucht werden.

Kollektiv: 20 Rechtshänder, männlich, zwischen 21 und 30 Jahren für Experiment 1.

19 Rechtshänder zwischen 21 und 26 Jahren, davon 8 Personen aus dem ersten Experiment, für Experiment 2.

Exposition: Die Exposition erfolgte durch Antenne eines Mobiltelefones an der Kopfseite bei 916.2 MHz, Pulsung 217 Hz und einer Spitzenleistung von 2.8 W (=0.35 W Durchschnittsleistung). Gemessene SAR-Werte waren 1.42 W/kg bzw. 0.882 W/kg.

Methode: Experiment 1 (anspruchsvoll): Visueller Bildschirmtest (Stoppen eines drehenden Zeigers bei der 12 Uhr Position mittels Mausclick).

Experiment 2 (anspruchlos) umfasste 2 Tests. BP: 30 Mal einen Knopf drücken in selbstgewähltem Tempo.

CNV: zuerst erscheint der Zeigers auf Bildschirm (S1), nach 2.16 s startet mit Bewegung (S2) und musste sofort gestoppt werden. EEG-Messung gemäss 10:20 System. Statistische Analyse erfolge mittels ANOVA.

Resultat: Genauigkeit der Zeigerposition bei Experiment 1 war nicht unterschiedlich für die Schein- und reale Exposition. Bei Test 1 von Experiment 2 war die Wiederholungsrate nicht abhängig von der Befeldung, beim Test 2 unterschied sich die Reaktionszeit nicht.

Beim anspruchsvollen Experiment war das langsame Hirnpotential (SP) bei EMF-Exposition signifikant tiefer als

bei der Kontrollsituation, insbesondere für die EEG-Aufzeichnungen von zentralen, seitlichen und hinteren Gehirnregionen. In der Stirnregion wurde keine Veränderung beobachtet (Diese Ergebnisse der Studie von Freude et al. 1998 konnten mit dem 2. Kollektiv ein halbes Jahr später repliziert werden. Im zweiten (anspruchsvollen) Experiment blieb das SP von der Exposition unbeeinflusst. Auf das BP hatte die Hemisphäre und Hirnregion einen Einfluss, nicht aber die Exposition. Beim CNV hatte wiederum die Hemisphäre und die Hirnregion einen Einfluss, die Exposition hatte keinen Einfluss aber eine statistisch signifikante Interaktion EMF-Region wurde gefunden. Dies wurde der stärker ausgeprägten CNV-Amplitude bei den Stirnelektroden bei Expositionssituation im Vergleich zur feldfreien Situation zugeschrieben.

Schlussfolgerung: Der konsistent beobachtete Effekt auf das SP bei dem anspruchsvolleren Test muss nicht thermisch verursacht sein, da in 14 mm relevanter Schädeltiefe nur noch ca. 25 % der Strahlung erwartet wird, was zu gering ist für thermale Effekte. Mögliche Erklärungsansätze werden diskutiert (v.a. Einflüsse auf die Zellmembraneigenschaften/Neurotransmitter). Unklar ist, warum die rechte und die linke Hemisphäre gleichmässig betroffen waren. Die Assoziation zwischen EMF-Exposition und SP tritt nur bei Prozessen auf, bei denen die kortikalen Hirnregionen involviert sind. Dies war bei dem relativ anspruchsvollen Reaktionstest der Fall, nicht aber bei den simplen motorischen Tests.

Hocking B.

Symptoms associated with mobile phone use.

Occupational Medicine-London 1998; 48 (6): 357-360

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Umfrage bei Mobiltelefonbenützern mit gesundheitlichen Beschwerden.

Kollektiv: Von 50 Personen, die sich freiwillig auf ein Inserat gemeldet hatten, konnten 40 interviewt werden.

Methode: Die Probanden wurden über ein Inserat in einer medizinischen Zeitschrift rekrutiert. Es erfolgte eine telefonische Befragung zum Auftreten von gesundheitlichen Beschwerden während des Telefonierens mit einem Mobiltelefon.

75% der Teilnehmer waren Männer, die meisten zwischen 30 und 49 Jahre alt. Fast alle bezeichneten ihre Gesundheit als gut. Fünf Studienteilnehmer berichteten in der Anamnese über Kopfschmerzepisoden, 13 hatten Allergien, kein Proband bezeichnete sich als elektrosensibel oder von "multi chemical sensitivity" (MCS) betroffen. 75% der Teilnehmer hatten Zahnfüllungen.

Resultat: Einige Befragte berichteten von brennender Haut und dumpfem Schmerz, hauptsächlich an der Schläfe (17 Personen), in der Ohrengengegend (9) und am Hinterkopf (9). Die Symptome begannen meistens Minuten nach dem Beginn des Telefonats (23 Personen), manchmal aber auch in grösserem zeitlichen Abstand zum Telefonat (11 Personen). Gewöhnlich hörten die Symptome innerhalb der ersten Stunde nach dem Telefonieren auf (19 Personen), konnten aber auch bis zum Abend (15) oder nächsten Tag (5) andauern. Die auftretenden Kopfschmerzen wurden anders empfunden als gewöhnliche Kopfschmerzen. Bei Freisprechgeräten traten keine Symptome auf.

Mehrere Berichte suggerieren einen Effekt innerhalb des Schädels. Drei Personen hatten Beschwerden, wenn Sie das Telefon am Gürtel mittrugen. 75% der Fälle betrafen Benutzer von digitalen Telefonen. 22 Probanden gaben an, mehr als fünf Telefonate pro Tag zu machen. Die meisten erfuhren eine Besserung der Symptome, wenn sie ihre Telefongewohnheiten änderten oder einen anderen Telefontyp verwendeten.

Schlussfolgerung: Mögliche Wirkmechanismen sind unbekannt. Gegen einen psychologischen Effekt spricht, dass die Befragten ihre Mobiltelefone häufig benutzen und dass die Symptome bei der Verwendung von handfreien Geräten verschwinden. Die kurze Latenzzeit der Symptome spricht eher für einen neurologischen Wirkungsmechanismus als einen vaskulären (über die Durchblutung). Letzteres kann aber nicht ausgeschlossen werden.

Tynes T, Hannevik M, Andersen A, Vistnes AI, Haldorsen T.
Incidence of breast cancer in Norwegian female radio and telegraph operators.
Cancer Causes & Control 1996; 7 (2): 197-204

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Tumoren: Brustkrebs

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epi: Kohortenstudie
Epi: Register-Kohorte

Zusammenfassung

Ziel: Brustkrebsraten bei Frauen, die im Radio-/Telegraphiebereich auf Schiffen gearbeitet haben.

Kollektiv: Die Telekom-Kohorte (TC-Kohorte) umfasste 2619 Frauen, die zwischen 1920 und 1980 beim Radio beschäftigt waren. Follow up Periode war 1961-1991. Zusätzlich wurde eine Fertilitätskohorte und eine arbeitsmedizinischen Frauenkohorten untersucht. Die gleichen Frauen waren teilweise in mehreren Kohorten vertreten.

Exposition: Frauen waren möglicherweise gegenüber Licht (nachts), Radiostrahlung (405 kHz-25 MHz) und niederfrequenten Feldern exponiert. Messungen auf 3 Schiffen bei laufenden Geräten ergaben am Arbeitsplatz im Radiobereich Werte von 20V/m, in der Nähe des Gerätes 70-200 V/m und in der Nähe der Antenne bis 1400 V/m. Niederfrequente Felder betrugen zwischen 0.02-6 µT. Normale Exposition für den Körper war 0.1-0.2 µT.

Methode: Die Inzidenz von Brustkrebs in den 3 Kohorten wurde untersucht und es wurden altersstandardisierte Inzidenzverhältnisse berechnet mit den norwegischen Frauen als Vergleichsgruppe. Zusätzlich wurde eine eingebettete Fall-Kontrollstudie auf der Basis der TC-Kohorte durchgeführt. Die Daten der eingebetteten Fall-Kontrollstudie wurde mittels logistischer Regression für paarige (matched) Daten analysiert. Berücksichtigt wurde: Schichtarbeit, Zeitzonenumwechsel, sowie sozioökonomische und Fertilitätsfaktoren. Frauen<50 und Frauen >50 wurden separat analysiert.

Resultat: Während der Follow-up-Periode sind 140 neue Krebsfälle aufgetreten. Für alle Krebsfälle zusammen

war das standardisierte Inzidenzverhältnis (SIR) 1.2 (95%-CI=1.0-1.4). Für Brustkrebs war das SIR 1.5 (1.1-2.0). Erhöhte Raten, aber nicht ganz signifikant, wurde für das Rektum (1.8; 0.7-3.9) und den Uterus (1.9; 1.0-3.2) beobachtet. Für Brustkrebs ergab sich das höchste SIR (2.5; 1.3-4.3) für die Altersgruppe 50-54. In der Fall-Kontrollstudie wurden bei Frauen >50 Jahren signifikante Zusammenhänge zwischen Brustkrebs und der Zeitdauer der Anstellung und Schichtarbeit, wobei im multivariaten Fall nur letzteres bestehen blieb. Für die beiden anderen Kohorten wurden ähnliche SIRs für Brustkrebs gefunden wie für die TC-Kohorte. Aus der arbeitsmedizinischen Kohorte ist ersichtlich, dass für alle anderen angestellten Frauen auf den Schiffen, die SIR für Brustkrebs kleiner waren als bei den Radiooperateurinnen.

Schlussfolgerung: Die Daten unterstützen die Hypothese, dass chronobiologische Störungen das Brustkrebsrisiko erhöhen. Expositionsabschätzung unsicher; Radiooperateurinnen sind potentiell Licht, HF- und NF-Feldern ausgesetzt. Eine mögliche Hypothese ist, dass EMF-Exposition in der Nacht chronobiologische Störungen verstärkt.

Seeleute haben einen etwas anderen Lebensstil als Landleute, Vergleiche mit den anderen Seefrauen (sowie Kontrolle dafür in der Datenanalyse) zeigen aber, dass dies kaum das erhöhte Brustkrebsrisiko erklärt. Radiooperateurinnen arbeiten unregelmässiger und häufiger nachts als die übrigen angestellten Frauen.

Bemerkungen: Die Unterscheidung zwischen den Effekten der Schichtarbeit und denjenigen der potentiellen Exposition ist hier nicht möglich. Theoretisch denkbar ist, dass es sich nur um einen Effekt durch chronobiologische Störungen handelt. Möglich wäre aber auch ein reiner EMF-Effekt oder eine Interaktion der beiden Einflussfaktoren.

Gandhi OP, Kang G.

Calculation of induced current densities for humans by magnetic fields from electronic article surveillance devices.

Physics in Medicine and Biology 2001; 46 (11): 2759-2771

Stichwörter

Exposition:

Diebstahlsicherungen

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Exposition durch EAS-Anlagen

Schlussfolgerung: Exposition von Kindern ist viel grösser als diejenige von Erwachsenen, da Kopf tiefer.

Lyskov E, Sandstrom M, Mild KH.

Provocation study of persons with perceived electrical hypersensitivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (7): 457-462

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Land:

Parameter

Europa

Nichteuropäische

Länder

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsversuch zu elektromagnetischer Sensibilität

Kollektiv: 20 elektrosensible Personen (15 Frauen, 5 Männer, 31 bis 60 Jahre, Mittel 45.8 Jahre) und 20 Kontrollen (15 Frauen, 5 Männer, 31 bis 59 Jahre, Mittel 45.0Jahre).

Exposition: Je 15 Sekunden periodisch an- und abgeschaltetes magnetisches Feld, 60 Hz, 10 μ T.

Methode: Der Test bestand in der Untersuchung des EEGs, von visuell evozierten Potentialen, elektrodermalen Aktivität, EKG und Blutdruck. Die Experimentdauer von 40 Minuten wurde unterteilt in je zweimal 10 Minuten mathematische Aufgaben lösen und zweimal 10 Minuten Pause. Schein- und reale Exposition wurden zufällig auf diese Perioden verteilt. Die Datenanalyse erfolgte mittels Varianzanalyse.

Resultat: Statistisch signifikante Haupteffekte für die Gruppenzugehörigkeit (Elektrosensible bzw. Kontrollgruppe) wurden gefunden für die Pulsrate, das Herzschlagspektrum und die elektrodermale Aktivität. Hinsichtlich EEG war kein Gruppeneffekt zu beobachten. Ein Haupteffekt für den Experimentzustand (Rechnen/Pause) wurde für praktisch alle Parameter gefunden. Die Daten zeigten keinen Effekt der Magnetfeldexposition auf die untersuchten Parameter.

Schlussfolgerung: Der Versuch gibt keinen Hinweis darauf, dass magnetische Felder Personen beeinflussen. Die Haupteffekte werden aber dahingehend interpretiert, dass Elektrosensible eine physiologisch andere Prädisposition haben als Nichtsensible.

Bemerkungen: Scheinexposition und reale Exposition erfolgten sehr rasch nacheinander. Falls eine Feldwirkung

über einige Minuten bestehen bleibt (wie dies in anderen Studien gezeigt wurde), liesse sich mit diesem Untersuchungsprotokoll kein Effekt nachweisen.

Finanzierung: Universitätsspital, National Institute for Working Life

Schüz J, Michaelis J.

Epidemiologie nicht-ionisierender elektromagnetischer Felder - eine Übersicht.

Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2001; 6 (2): 67-76

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobilfunk allgemein	Nicht bestimmt	Europa
Mobiltelefone		
Stromleitungen		
<u>Studientyp:</u>		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über epidemiologische Studien zu elektromagnetischen Feldern.

Methode: Artikel ist strukturiert nach a) Exposition und b) untersuchter Zielgrösse: Krebs bei Kindern, Krebs bei Erwachsenen, andere Erkrankungen (alles hinsichtlich niederfrequenter Strahlung); Krebs in der Umgebung von Sendeanlagen, gesundheitsschädigende Wirkungen von Basisstationen (hochfrequente Strahlung) sowie kanzerogene und nichtkanzerogene Wirkungen durch nichtionisierende Strahlung im Beruf/Hobby

Resultat: Expositionsmasse werden vorgestellt und erklärt (Wire Code, Berufsexpositionsmatrizen, Messungen etc.)

Niederfrequente Strahlung und Leukämierisiko bei Kindern: Effekte von Hochspannungsleitungen bei Expositionen ab 0.4 μ T sind sehr wahrscheinlich. Es bestehen Hinweise auf Effekte durch elektrische Geräte. Mögliche Auswirkungen der niederfrequenten Strahlung bei Erwachsenen: wenig konkrete Hinweise auf Beeinflussung des Krebsrisikos; vereinzelte Hinweise auf eine Assoziation zwischen niederfrequenter Strahlung und anderen Gesundheitsrisiken, z.B. Beeinflussung des Schwangerschaftsverlaufs oder der Fetalentwicklung. Hochfrequente Strahlung von Sendetürmen: Es werden drei Studien mit Hinweisen auf ein erhöhtes Leukämierisiko zitiert; sind aber methodisch schwierig zu interpretieren. Hochfrequenzstrahlung von Basisstationen: keine epidemiologischen Studien publiziert, Einzelfallberichte zu Schlafstörungen, Kopfschmerzen, Stress, Konzentrationsmangel und Müdigkeit. Arbeitsmedizinische Studien fanden teilweise Effekte, sind aber insgesamt wenig konsistent. Viele Studien haben einen explorativen Charakter und sind nur bedingt miteinander vergleichbar.

Schlussfolgerung: Generell wurden im Zusammenhang mit nichtionisierenden elektromagnetischen Feldern gering erhöhte Risiken gefunden. Bei seltenen Krankheiten ist die Anzahl der möglicherweise zu erwartenden

zusätzliche Fälle gering. Publikationsbias, Selektionsbias und Confounding sind im Einzelfall nicht auszuschliessen, als Erklärung aller Resultate aber eher unwahrscheinlich.

Bemerkungen: Ausgewogene Übersicht über epidemiologische Forschung im EMF-Bereich mit Fokussierung auf die Effekte von Hochspannungsleitungen in Hinsicht auf Leukämierisiken (Forschungsbereich des Autors).

Wilén J, Mild KH, Paulsson LE, Anger G.

Induced current measurements in whole body exposure condition to radio frequency electric fields.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (8): 560-567

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung des induzierten Körperstromes durch ein elektrisches Feld mit einer Frequenz von 3 bis 27 MHz mit Hilfe verschiedener Messtechniken.

Methode: Mit zwei Instrumententypen wurde die durch ein vertikal polarisiertes elektrisches Feld der Frequenz 3 bis 27 MHz induzierten Ströme gemessen: parallele Platten und Stromproben. Mit parallelen Platten wird am Boden gemessen. Bei der Verwendung von Stromproben misst man am Fussgelenk. Der induzierte Strom wurde normalisiert für die elektrische Feldstärke (mA/V/m). Für jedes Instrument wurde der Stromfaktor berechnet [$\text{mA} \cdot (\text{V} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MHz})^{-1}$]. Die Werte der Spezifischen Absorptionsrate (SAR) wurden gemäss den Formeln der ICNIRP berechnet.

Resultat: Die induzierten Ströme nahmen mit der Frequenz zu. Trugen die Versuchspersonen Schuhe, war der induzierte Strom geringer. Je dicker die Holzplatte war, auf der die Probanden standen, desto geringer die Ströme. Die normalisierten Ströme lagen im Bereich von 1 bis 7 mA/V/m. Die berechneten SAR-Werte lagen für elektrische Felder zwischen 102 und 61 V/m sowie für Frequenzen von 6 bis 27 MHz zwischen 15 und 86 W/kg.

Schlussfolgerung: Wenn der Proband nicht perfekt geerdet ist (z.B. wenn er auf einer Holzplatte steht oder Schuhe trägt), ist das Resultat stark abhängig von der Messtechnik.

Die Richtwerte der ICNIRP bezüglich SAR können auch überschritten werden, wenn die ICNIRP-Richtwerte für das elektrische Feld eingehalten werden.

Finanzierung: Swedish Radiation Protection Institute

WHO-Working Group.

Evaluation and use of epidemiological evidence for environmental health risk assessment: WHO guideline document.

Environmental Health Perspectives 2000; 108 (10): 997-1002

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Richtlinien zur Verwendung von epidemiologischen Studien bei der Abschätzung von Umweltgesundheitsrisiken.

Resultat: Folgende Empfehlungen werden gemacht:

Expositions-Wirkungsbeziehung so genau wie möglich beschreiben (Form, Steigung, etc.).

Zwischen chronischen und akuten Effekten unterscheiden.

Ein Rating oder Scaling der wissenschaftlichen Evidenz wird nicht empfohlen.

Es gab keine Übereinstimmung, ob das Vorsorgeprinzip schon auf der Stufe der Risikoevaluation eine Rolle spielen soll.

Vor einer Review soll ein detailliertes Protokoll für eine systematische Evaluation erstellt werden.

Alle relevanten Studien berücksichtigen.

Abschätzung der Validität von epidemiologischen Studien.

Überblick über mehrere Studien mittels Meta-Analyse (nicht nur statistisch, sondern auch konsistente bzw. inkonsistente Muster zwischen den Studien evaluieren).

Bei quantitativen Abschätzungen ist die Prävalenz/Inzidenz in der Zielbevölkerung zu berücksichtigen.

Hutter H-P, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M.

Zur Frage gesundheitlicher Wirkungen von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks.
Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2001; 6 (6): 309-320

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Risikowahrnehmung
Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zur Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks (v.a. GSM).

Methode: Diskussion der generellen Schwierigkeiten bei der Abschätzung gesundheitlicher Risiken.

Vergleich der Expositionssituationen Mobiltelefon bzw. Basisstation.

Berücksichtigt werden Studien mit Exposition gegenüber expliziter Mobilfunkstrahlung: epidemiologische Studien an Menschen und Langzeituntersuchungen an Tieren. Diese Studien werden einzeln diskutiert und bewertet. Zudem werden experimentelle Studien am Menschen erörtert, hauptsächlich bezüglich Auswirkungen auf das Zentralnervensystem.

Resultat: Alle fünf Tierstudien weisen erhebliche Mängel auf und sind für sich genommen nur als Voruntersuchungen anzusehen. Hauptkritikpunkte sind, dass nur eine Expositionsdosis verwendet wird, dass es keine Positivkontrollen gibt (z.B. Exposition gegenüber einer niedrigen Dosis eines bekannten Tumorpromotors) und dass teilweise weder die Kinetik der Tumorentwicklung noch der Angriffspunkt berücksichtigt wurde. Bei epidemiologischen Studien von Telefonbenutzern ist die Beobachtungszeit sehr kurz. In einigen relevanten Laborstudien zeigten sich Effekte.

Schlussfolgerung: Bezüglich physiologischer Studien ist nicht der Effekt an sich bedeutend, sondern die Tatsache, dass so geringgradige Expositionen überhaupt einen Effekt auslösen können. Es erscheint unwahrscheinlich, dass solche Effekte auf rein energistischem Weg zustande kommen. Da der Wirkungsmechanismus noch unbekannt ist, ist das das Vorsorgeprinzip dringend angeraten: ALARA- ("as low as reasonable achievable") und ALATA-Prinzip ("as low as technically achievable"). Offenbar sind nur bei bestimmten Expositionssituationen Effekte zu beobachten. Solange der Wirkmechanismus

unbekannt ist, kann nicht per se von einer Hochfrequenzexposition auf alle anderen geschlossen werden. Zur Beurteilung des Gesundheitsrisikos von hochfrequenter elektromagnetischer Mobilfunkstrahlung können nach Ansicht der Autoren nur wenige Studien herangezogen werden, die meisten repräsentieren nicht die GSM-Exposition oder haben andere Mängel.

Bemerkungen: Möglicher Kritikpunkt: Die Auswahl der Studien, die für den Übersichtsartikel evaluiert wurden, erfolgte nicht systematisch. Leserbrief von W. Irnich, Uni Giessen, zu diesem Artikel (Umweltmed. Forsch Prax 7 (1), 4-6): Kritisiert die Schlussfolgerung, dass im Sinne der Vorsorge die Grenzwerte erniedrigt werden sollen. Solche Aussagen trügen nur zur Besorgnis der Bevölkerung bei. Diathermie beruht auf ähnlichen Frequenzen und wurde bei Millionen von Patienten nebenwirkungsfrei eingesetzt. Antwort der Autoren: Abwarten und Verharmlosungen verursachen eher Ängste in der Bevölkerung. Röntgenstrahlen sind auch gefährlich, obwohl sie millionenfach angewendet werden, ohne dass der einzelne Nebenwirkungen spürt. Offenbar wird bei der Argumentation der Unterschied zwischen Langzeiteffekt und Langzeitbeobachtung nicht beachtet.

Moshammer H, Hutter H-P, Wallner P, Kundi M.
Standortwahl und Anrainerschutz bei Mobilfunk-Basisstationen in Österreich.
Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2001; 6 (5): 257-261

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Vorgehen bei der Bewilligung neuer Sendeanlagen.

Methode: An der Salzburger Konferenz wurden Fragebögen an die Teilnehmenden verteilt, in denen sie nach dem Vorgehen der Behörden und nach ihrer persönlichen Meinung zum Thema Sendeanlagen befragt wurden.

Resultat: Von 293 Fragebögen wurden 75 retourniert, davon 27 von Behördenvertretern.
Es gibt erheblich regionale Unterschiede bei der Bewilligung von neuen Sendeanlagen. Im Kollektiv ergaben sich klare Beziehungen zwischen dem Ausmass der Besorgnis und der Verwendung eines Mobiltelefons. Auf individueller Ebene gab es in dieser Hinsicht Widersprüche, deren sich die meisten Befragten bewusst waren.

Schlussfolgerung: Sinnvoll wäre ein einheitliches Vorgehen unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzipes für die Bewilligung von Basisstationen.

von Klitzing L .

"Elektromagnetische Verträglichkeit" - auch ein Thema der Medizinischen Physik.

Wien. Tierärztl. Mschr. 1995; 82: 289-291

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion von EMF-Effekten, die nicht mit reiner Übertragung von Joule'scher Energie erklärt werden können.

Resultat: Erklärung zum Zustandekommen von kapazitiven und induktiven Strömen.

Verschiedene Studien fanden Zusammenhänge unterhalb der thermischen Richtwerte.

Es scheint, dass die Rechteck- oder gepulsten Felder mit grossem dB/dt den grössten biologischen Effekt haben.

Leukämieeffekte aber auch für sinusförmige Felder der Stromversorgung.

Eventuell gibt es bei der Wechselwirkung mit biologischen Systemen Energiefenster/Frequenzfenster, die zu scheinbar widersprüchlichen Aussagen führen. Zum Beispiel erfolgt erhöhter Kalziumausstrom in einem engen Frequenzbereich von 16 Hz (Bahnstrom). Ähnliches gilt für 100 Hz-Frequenz.

Bei gepulsten Magnetfeldern ist unklar, ob die niederfrequente Pulsfrequenz oder das hochfrequente Trägersignal die entscheidende Rolle spielen.

Adair ER, Mylacraine KS, Cobb BL.

Human exposure to 2450 MHz CW energy at levels outside the IEEE C95.1 standard does not increase core temperature.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (6): 429-439

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Adair ER, Mylacraine KS, Cobb BL.

Partial-body exposure of human volunteers to 2450 MHz pulsed or CW fields provokes similar thermoregulatory responses.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (4): 246-259

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Aldrich TE, Andrews KW, Liboff AR.

Brain cancer risk and electromagnetic fields (EMFs): Assessing the geomagnetic component.

Archives of Environmental Health 2001; 56 (4): 314-319

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bernardi P, Cavagnaro M, Pisa S, Piuze E.

Power absorption and temperature elevations induced in the human head by a dual-band monopole-helix antenna phone.

Ieee Transactions On Microwave Theory and Techniques 2001; 49 (12): 2539-2546

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Cano MI, Pollan M.

Non-Hodgkin's lymphomas and occupation in Sweden.

International Archives of Occupational and Environmental Health 2001; 74 (6): 443-449

Stichwörter

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhang zwischen verschiedenen Berufen und dem Risiko, an einem Non-Hodgkin-Lymphom zu erkranken.

Kollektiv: 17 796 46 schwedische Männer und 11 016 69 schwedische Frauen, die sowohl 1960 als auch 1970 bei der Volkszählung eine hundertprozentige Berufstätigkeit angegeben hatten.

Methode: Die Volkszählungsdaten wurden mit dem nationalen schwedischen Krebsregister kombiniert und für verschiedene Berufskategorien altersstandardisierte Inzidenzverhältnisse (SIR) für Non-Hodgkin-Lymphome berechnet. Bei den Poisson-Regressionsanalysen berücksichtigte man die Wohnregion. Die Daten wurden für Frauen und Männer separat ausgewertet. Zusätzliche Analysen erfolgten für die Personen, die 1960 und 1970 den gleichen Beruf angaben. Einflussfaktoren: Alter, Wohnregion.

Resultat: Es werden nur die Berufsgruppen präsentiert, die ein um mindestens 20% erhöhtes Risiko für Non-Hodgkin-Lymphome hatten. Das waren bei den Männern rund 40 Berufsgruppen und bei den Frauen etwa 30. Zu den Berufsgruppen mit einem erhöhten Lymphomrisiko und einer möglichen EMF-Exposition gehörten bei den Männern: Eisenbahn- und Strassentransportarbeiter (SIR=5.91; 95%-CI: 1.48-23.65), Telegraph- und Radiooperateur (SIR=2.32; 95%-CI: 0.75-7.19) sowie Radio- und Fernsehmechaniker (SIR=1.46; 95%-CI: 0.73-2.92). Bei den Frauen war es Arbeit mit elektronischen Geräten (SIR=1.17; 95%-CI: 0.44-3.12). Diese Zahlen beruhen auf der Auswertung der Daten von Personen, die 1960 und 1970 im gleichen Beruf arbeiteten. Wenn alle Daten der Volkszählung von 1970 berücksichtigt wurden, waren die Ergebnisse ähnlich, z.T. ergaben sich etwas engere Vertrauensintervalle, da mehr Fälle in die Analyse eingingen.

Schlussfolgerung: Die erhöhten Risiken für Berufe im Telekommunikationsbereich und im Transportwesen können auf EMF zurückgeführt werden. Im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Studien war das Non-Hodgkin-Lymphomrisiko im Landwirtschaftsbereich nicht erhöht.

Bemerkungen: Die Höhe der EMF-Exposition in den einzelnen Berufsgruppen ist schwierig zu quantifizieren. Das erschwert Aussagen über ihre Bedeutung für das erhöhte Lymphomrisiko in bestimmten Berufsgruppen. Vor allem im Transportbereich stellt sich die Frage nach dem Einfluss von Luftschadstoffen.

Gandhi OP, Lazzi G, Tinniswood A, Yu QS.

Comparison of numerical and experimental methods for determination of SAR and radiation patterns of handheld wireless telephones.

Bioelectromagnetics 1999; 20 (S4): 93-101

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich numerischer und experimenteller Methoden zur Bestimmung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) im Kopf eines Mobiltelefonbenutzers.

Methode: Anhand eines anatomischen Modells und eines numerischen Berechnungsverfahrens wurden SAR-Werte im Kopf bei Telefonbenutzung für verschiedene Haltungen und Telefone abgeschätzt und verglichen. Für die numerischen Berechnungen wurde als realistische Telefonimitation ein Pro-Engineer-CAD verwendet. Die Berechnungen erfolgten anhand von zwei FDTD-Methoden (finite-difference time-domain). Die experimentelle Bestimmung erfolgte mit Hilfe eines eigens entwickelten automatischen SAR-Messsystems. Im Inneren des Modells wurde eine E-Feld-Sonde gemessen. Das Kopfmodell hatte eine Dicke von 5 bis 7 mm.

Resultat: Die numerischen und experimentellen Resultate waren sehr ähnlich, sie lagen generell innerhalb eines Spielraums von $\pm 20\%$, bzw. 1 dB. Rund 30% der vom Telefon emittierten Strahlung wurde im Kopf absorbiert und knapp 20% in der Hand. Bei der Exposition gegenüber analogen Telefonen mit Frequenzen von 800/900 MHz und einer durchschnittlichen Leistung von 600 mW wurde der Spitzen-SAR-Wert von 1 W/kg häufig überschritten, bei digitalen Telefonen mit einer Leistung von 125 mW hingegen nicht.

Kaune WT, Miller MC, Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Wacholder S, Mohr AH, Tarone RE, Haines C. Magnetic fields produced by hand held hair dryers, stereo headsets, home sewing machines, and electric clocks. Bioelectromagnetics 2002; 23 (1): 14-25

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Kinder und Jugendliche Schwangere Frauen	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Tumoren: Leukämien, Lymphome
	<u>Exposition:</u> Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Exposition, Methodik	<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	

Zusammenfassung

Ziel: 1. Messung der Stärke und der Frequenzcharakteristik magnetischer Felder, die von elektrischen Haushaltsgeräten ausgehen (Haartrockner, elektrische Uhren, Stereokopfhörer, Nähmaschinen).
2. Schätzung der zeitgewichteten durchschnittlichen Exposition von Kindern durch den Gebrauch dieser Geräte im Haushalt.
3. Untersuchung, ob bei den gemessenen Expositionen eine Dosis-Wirkungskurve besteht, die die epidemiologisch beobachtete Assoziation zwischen Leukämierisiko bei Kindern und Verwendung elektrischer Haushaltsgeräte erklären könnte.

Kollektiv: 78 Familien mit Kindern im Alter von 3 bis 14 Jahren, die sich freiwillig zur Teilnahme an der Studie gemeldet hatten. Die Teilnehmer waren entweder Angestellte der Westat, Inc. oder des National Cancer Institute (beide in Rockville, Maryland) oder wurden von Mitarbeitern dieser Institutionen rekrutiert.

Exposition: Extrem niederfrequente und sehr niederfrequente Magnetfelder (ELF: 0 bis 3 kHz und VLF: 8 bis 300 kHz), die durch Verwendung von Haartrocknern, Stereokopfhörern, elektrischen Uhren und Nähmaschinen im Haushalt entstehen.

Methode: Telefoninterviews hinsichtlich Anzahl und Typen der Geräte im Haushalt sowie ihrer Verwendungsart und -dauer. Messung der niederfrequenten magnetischen Felder, die von diesen Geräten ausgehen.
Messinstrumente: Multiwave-II-System und HI-3603

Resultat: Eingeschaltete Haartrockner erhöhten die die ELF- und VLF-Magnetfelder in der Umgebung deutlich und veränderten deren Frequenzspektrum. In 10 cm Entfernung vom Gerät waren die Magnetfelder z.B. im Frequenzbereich 54 bis 606 Hz 17-mal stärker, im Bereich 606 bis 3066 Hz 31-mal stärker als bei

ausgeschaltetem Gerät. Die durchschnittliche Gebrauchsdauer pro Tag war mit 2,6 Min. aber kurz. Stereokopfhörer und Nähmaschinen erhöhten das Magnetfeld nur geringfügig und trugen wenig zur zeitgewichteten durchschnittlichen Exposition der Kinder bzw. ihrer Mütter während der Schwangerschaft bei. Elektrische Uhren befanden sich zwar in der Nähe des Bettes, die Distanz zum Kind betrug aber im Durchschnitt 122 cm. In dieser Entfernung unterschieden sich die Magnetfelder nicht messbar, wenn die Uhren an- oder ausgeschaltet waren.

Schlussfolgerung: Die Daten liefern kein konsistentes Bild für ein gesteigertes (oder reduziertes) Leukämierisiko bei ansteigender ELF-Magnetfeld-Exposition im Sinne eines einfachen Dosis-Wirkungsmodells. Ein Zusammenhang in Form eines komplexeren biophysikalischen Modells ist aber möglich. Insgesamt liefern die Messwerte wenig Evidenz zur Stützung der Hypothese eines kausalen Zusammenhangs zwischen der ELF-Magnetfeld-Exposition durch elektrische Haushaltsgeräte und dem Leukämierisiko bei Kindern.

Bemerkungen: Magnetfeldkomponenten mit Frequenzen zwischen 3 und 8 kHz konnten auf Grund technischer Limitationen der Messgeräte nur mit einer reduzierten Sensitivität nachgewiesen werden.

Litvak E, Foster KR, Repacholi MH.

Health and safety implications of exposure to electromagnetic fields in the frequency range 300 Hz to 10 MHz.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (1): 68-82

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Mueller CH, Krueger H, Schierz C.

Project NEMESIS: Perception of a 50 Hz electric and magnetic field at low intensities (laboratory experiment).
Bioelectromagnetics 2002; 23 (1): 26-36

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prävalenz der Fähigkeit, 50-Hz elektrische und magnetische Felder wahrzunehmen.

Kollektiv: 63 freiwillige Versuchspersonen (31m, 32w) in 2 Gruppen aufgeteilt. Gruppe A: 49 Vpn (19m,30w), die sich selbst als elektrosensibel bezeichnen, Gruppe B: 14 Vpn (12m, 2w), die sich nicht für elektrosensibel halten.

Exposition: Akustische Kammer mit einem Expositionsraum. Provokationsfeld produziert durch einen Generator, der automatisch geschaltet wird. Die Verteilung des 50 Hz elektrischen und magnetischen Feldes innerhalb des Expositionsraumes wurde gemessen mit einem EFA-3-System. Der Kasten für den Feldgenerator war hinter dem Expositionsraum versteckt. Die Felder waren nicht phasenverschoben. In der Brust-Kopf-Region konnte ein elektrisches Feld von 60 bis 100 V/m generiert werden sowie ein magnetisches Feld von 0.5 bis 10 μ T.

Methode: Doppelblindes Laborexperiment. Vor dem Feldprovokationsexperiment mussten die Probanden Fragen zum Wohlbefinden beantworten und ihre Elektrosensibilität einschätzen. Nach dem Experiment füllten sie einen Fragebogen mit denselben Fragen aus und beantworteten zusätzliche Fragen zu Symptomen während des Experiments und zur Wahrnehmung der Provokationsfelder. Das Experiment dauerte 40 Minuten. 20 Situationen zu je 2 Min. (10 echte Expositionen, 10 Scheinexpositionen) wurden elektronisch geschaltet nach einem Zufallsplan. Nach jeweils einer Minute ertönte ein Signal, worauf die Versuchsperson (Vpn) beurteilte, ob das elektromagnetische Feld an- oder ausgeschaltet war. Somit wurde jede Situation zweimal beurteilt. Ferner mussten die Vpn die Sicherheit über ihr Urteil bezüglich der Exposition auf einer Skala zwischen 0 und 100% einstufen (100%= sehr sicher, dass die Situation korrekt beurteilt wurde). Jede Antwort zur Wahrnehmung des Feldes wurde mit der jeweiligen Sicherheitsschätzung kombiniert. Daraus resultierte ein Parameter, der zwischen

-100 (100% sicher, dass das Feld aus war) und 100 (100% sicher, dass das Feld an war) variierte. Die zweite Antwort nach 2 Minuten derselben Provokationssituation diente als Test der EMF-Wahrnehmung. Der EMF-Effekt bezüglich der zweiten Antwort wurde einschliesslich der Kontrollvariable "Ermüdung" mit linearer Regression für jede einzelne Vpn analysiert. Die Nullhypothese, dass es nicht mehr individuelle statistisch signifikante Resultate gab als durch Zufall erwartet, wurde durch Auszählen der signifikanten Resultate und Berechnung der Wahrscheinlichkeit anhand der Binomialverteilung getestet. Die erste Antwort (ϕ_1) wurde im Hinblick darauf analysiert, ob die Vpn die Übergangssituation wahrnehmen konnten. Der EMF-Effekt bei der zweiten Antwort (ϕ_2) wurde für jede Vp mittels linearer Regression berechnet. Die Hypothese, dass Elektrosensible bei der EMF-Erkennung besser abschnitten, wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test getestet, ebenso die Differenz der von Gruppe A bzw. B beobachteten Symptome während des Experiments. Die Hypothese, dass die selbsteingeschätzte Sensibilität nach dem Experiment einen Zusammenhang mit den Resultaten des Feldwahrnehmungsexperiments hat, wurde mittels multipler linearer Regression für jede Gruppe separat getestet.

Resultat: 7 von 63 Personen konnten die EMF-Situation signifikant erkennen. Theoretisch erwartet waren 3, die Wahrscheinlichkeit 7 oder mehr signifikante Resultate aus 63 Tests zu erhalten, beträgt $p=0.037$. Kein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe A (Elektrosensible) und Gruppe B. Kein relevanter Geschlechtsunterschied. Kein signifikanter Zusammenhang zwischen der selbsteingeschätzten Elektrosensibilität nach dem Experiment und den Resultaten des Feldexperiments. Gruppe A konnte zwar die Felder nicht besser erkennen, aber sie gab während des ganzen Experiments signifikant mehr Symptome an.

Schlussfolgerung: Eine kleine Gruppe von Menschen ist fähig, elektromagnetische Felder mit einer Frequenz von 50 Hz (100 V/m bzw. 6 μ T) wahrzunehmen (Analyse von ϕ_2). Andererseits zeigt die individuelle Analyse der ersten Antwort (ϕ_1) keine signifikante Korrelation mit dem Schalten des Provokationsfeldes. Wahrscheinlich wird nur die aktuelle EMF-Situation von wenigen Leuten wahrgenommen, nicht aber die Übergänge. Die Studie konnte keinen Zusammenhang zwischen subjektiver Elektrosensibilität und der Fähigkeit der bewussten Wahrnehmung schwacher elektromagnetischer Felder nachweisen.

Bemerkungen: "Indirekte" Statistik: Streng genommen beweist diese Analyse, dass die Daten von einer Binomialverteilung abweichen. Elektrosensibilität kann ein Grund dafür sein.

In der Kontrollgruppe waren fast nur Männer.

Die Studie stützt die Hypothese, dass nichtbewusstes Diskriminieren können zwischen einer EMF-Situation und einer Situation ohne EMF-Exposition nicht bedeutet, dass keine Symptome empfunden werden.

Dworsky (Motorola Florida Research) kritisiert in einem Brief (Bioelectromagnetics 2002, 23, 553-554), die Tatsache, dass die Studienteilnehmer wussten, dass ungefähr gleich viele wahre Expositionen wie Scheinexpositionen stattgefunden haben, hätte einen Einfluss auf ihre Antworten gehabt. Dies hätte bei der Auswertung berücksichtigt werden müssen. Diese Aussage wird mit einer Simulation untermauert. Mueller und Schierz betonen in ihrer Antwort, die Daten seien adäquat ausgewertet worden.

Finanzierung: BUWAL, Swiss Electric Utilities

Neutra RR, Del Pizzo V.

A richer conceptualization of "exposure" for epidemiological studies of the "EMF mixture".

Bioelectromagnetics 2001; : S48-S57

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Pickard WF, Moros EG.

Energy deposition processes in biological tissue: Nonthermal biohazards seem unlikely in the ultra-high frequency range.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (2): 97-105

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Allen SG.

Rapporteur report: Sources and exposure metrics for RF epidemiology (part 1).

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 143-147

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung verschiedener Paper im selben Heft und einer Plenumsdiskussion

Methode: Folgende Paper sind zusammengefasst: Nr. 1544, 1545, 1547, 1548, 1549

Schlussfolgerung: In der Diskussion sagte Dimbylow, dass die Bildung eines Tumors die SAR-Werte nicht beeinflusst. Ungenauigkeiten bei der SAR Bestimmung von Mobiltelefonen wurden diskutiert. Verschiedene Forscher präsentierten SAR-Werte, die um einen Faktor 2 bis 3 verschieden waren. Warum dies, ist nicht offensichtlich. Leistungskontrolle vermindert die effektive Exposition.

Basile JAR.

Billing records and wireless phones: The US experience.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 177-178

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Buffler PA.

Rapporteur report: Sources and exposure metrics for RF epidemiology (part 2).

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 185-190

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Cardis E, Kilkenney M.

International case-control study of adult brain, head and neck tumours: Results of the feasibility study.
Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 179-183

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Machbarkeitsstudie zur Expositionsabschätzung in epidemiologische Studien an Mobiltelefonbenutzern.

Resultat: Bei den Hirntumoren sollen Gliome (hervorgehend aus Binde- und Stützgewebe des Nervensystems) und Meningiome (aus Deckzellen der Hirnmembran) untersucht werden. Kohortenstudien sind bei seltenen Krankheiten extrem aufwendig und kostenintensiv, Fall-Kontrollstudien sind effizienter. Hauptproblem bei Fall-Kontroll Studien: a) zuverlässige Abschätzung der Exposition in der Vergangenheit, b) ausreichende statistische Power, c) logistische/ethische Aspekte.

Die Prävalenzen des Mobiltelefongebrauchs wurden evaluiert. In den Studienländern telefonierte 1992 im Durchschnitt 1.9% der Bevölkerung (25- bis 54-Jährige: 3.5 %), 1995 waren es 9.4% (15.3%), und 1997 benutzten 21.4 % (33.9%) ein Mobiltelefon. Innerhalb der verschiedenen Länder gab es grosse Unterschiede.

Schlussfolgerung: Eine Studie zur Assoziation zwischen Mobilfunkbenutzung und Häufigkeit der Hirntumoren über einen Zeitraum von fünf Jahren ist machbar. Fraglich ist, ob auch eine entsprechende Studie zur Wirkung der Hochfrequenzstrahlung realisierbar wäre, da diese Expositionsabschätzung mit einem grösseren Fehler behaftet ist.

Causebrook JH.

Mobile phone network operators' actions on RF safety.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 171-175

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Dahme M.

Residential RF exposures.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 113-117

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Exposition gegenüber HF-Strahlung am Wohnort.

Methode: Für verschiedene HF-Quellen sind typische Messresultate für typische Distanzen präsentiert: Radio-/TV-Sender, Verkehrsradar, Flughafenradar, CB-Funk und Mikrowellenöfen.

Resultat: AM-modulierte Sendetürme verursachen höhere Strahlungsimmissionen als digitale Sender im VHF- und UHF-Bereich. Graphiken zeigen, dass im Nahbereich der Antenne (>50 m) die Feldstrahlen nicht linear abnehmen. Die Feldabschirmung einer Autobahn in der Nähe eines Radiosenders ist gezeigt als Beispiel für ein beeinflusstes Feld. Nach Abschirmung ist das Feld deutlich tiefer. Vor Abschirmung treten die maximalen Feldwerte in 50 bis 150 m Distanz zum Sender auf. Feldstärken in einem Meter Distanz zu einer Basisstation mit 50 W Leistung waren zwischen 90 und 30 V/m. Techniken und Computerprogramme zur Feldquantifizierung (bei Abwesenheit des menschlichen Körpers) sind präsentiert.

Dimbylow PJ, Mann SM.

Characterisation of energy deposition in the head from cellular phones.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 139-141

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Energieabsorption im Kopf beim Gebrauch des Mobiltelefons.

Methode: Model des Kopfes wurde erstellt auf der Basis von MRI-Schnitten eines Kopfes. Ziel war die Bestimmung der maximalen SAR bezogen auf 1g und 10g. Berechnung wurde mit der finiten Differenzenmethode durchgeführt (FDTD).

Resultat: Für verschieden Regionen im Kopf sind relative SAR bezogen auf das Ohr mit dem Telefon präsentiert. Am entgegengesetzten Ohr ist die SAR rund 100 Mal tiefer. An der Hirnhaut ist die SAR etwa 4 Mal kleiner, im Gehirn 8 Mal kleiner und in der Mitte des Kopfes (Zirbeldrüse) etwa 250 Mal kleiner. Die berechneten Spitzen-SAR am linken Ohr waren rund 8.7 W/kg. Bezogen auf 10 g Gewebe waren sie 2.1 W/kg (900 MHz) und 2.3 W/kg (1800 MHz).

Johansen C, Olsen JH.

Cellular telephones, magnetic field exposure, risk of brain tumours and cancer at other sites: A cohort study.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 155-157

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der aktuellen eigenen Studien zur Evaluation der kanzerogenen Wirkung durch Mobiltelefonexposition (siehe Johansen C. et al., Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207, Id.Nr. 1025).

Finanzierung: Volltext fehlt, wahrscheinlich mixed funding (wie in 1025)

Jokela K, Puranen L.

Occupational RF exposures.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 119-124

Stichwörter

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Typische berufliche Expositionen sind vorgestellt

Resultat: Dielektrische Heizer werden häufig in der Holz- und Kunststoffindustrie eingesetzt. Hochfrequenz-Schweisser arbeiten üblicherweise bei 27 MHz, während Leimtrockner bei 13 MHz arbeiten. In der Position des Operators treten Feldstärken bis zu 1000 V/m auf, die induzierte Fussströme sind 600 mA. Arbeiter berichten oft von Wärmegefühlen in den Armen. Maximale lokale SAR können bis 100 W/kg gehen, Ganzkörper SAR liegen zwischen 0.12 -2 W/kg, je nach Erdung. Expositionsabschätzung muss Betriebsdauer berücksichtigen. Übliche Dutyfaktoren liegen zwischen 0.1 und 0.3.

Situationen für Arbeiter von Radio-/TV-Sender und Radarsysteme dargelegt. AM-Sender haben höhere Leistung als FM-Sender. Bei letzteren eigentlich oft auch Fernfeldbedingung. Kontaktströme durch Maststrukturen müssen auch berücksichtigt werden. Beim Radar treten im Hauptstrahl hohe Feldwerte bis in grosse Distanzen auf. Daneben nimmt die Feldstärke aber rapid ab. Pulsierung muss berücksichtigt werden für mittlere Exposition.

Pedersen GF, Andersen JB.

RF and ELF exposure from cellular phone handsets: TDMA and CDMA systems.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 131-138

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell Mobiltelefonbenutzer	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Differenz des TDMA und CDMA-Systems im Hinblick auf GSM und UMTS

Resultat: Das TDMA-Verfahren (Time Division Multiple Access) wird bei GSM eingesetzt und führt zur Pulsierung der Strahlung (217 Hz). Die CDMA-Methode (Code Division Multiple Access) wird bei UMTS eingesetzt und hat eine glattere Strahlungscharakteristik zur Folge. Präsentiert werden die mittleren Strahlungsbelastungen für verschiedene Situationen. Das FDD- (Frequency Division Multiplex) und das TDD-Verfahren (Time Division Multiplex) bei UMTS wird erklärt: Der FDD-Betrieb verwendet für den Up- und Downlink zwei verschiedene Frequenzbänder, wie sie auch bei GSM angewendet werden (Uplink: 1920-1980 MHz; Downlink: 2110-2170 MHz). Beim TDD-Betrieb laufen Up- und Downlink bei der gleichen Frequenz ab, aber zeitlich separiert.

Schlussfolgerung: Leistungsmodellierung der Strahlung bleibt beim UMTS wegen der Leistungskontrolle. Im Gegensatz zum GSM (=100%) wird aber nur 10 bis 40% der Leistung moduliert mit einer Frequenz von 100 Hz (TDD) oder 1600 Hz (FDD).

Ramsdale PA, Wiener A.

Cellular phone base stations: Technology and exposures.

Radiation Protection Dosimetry 1999; 83 (1-2): 125-130

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Am Beispiel einer Basisstation wird die Technik der Mobilfunkkommunikation erklärt.

Resultat: Für die Strahlungsemission einer Basisstation sind die Leistung pro Frequenz und der effektive Antennengewinn von Bedeutung. Typischerweise liegt die Leistung pro Frequenz zwischen 4 und 8 W. Der Antennengewinn wird in Bezug auf einen isotropischen Strahler (= kugelförmig, in jede Richtung gleich stark) definiert. Typische Antennengewinne sind 6 bis 12 dBi für Dipolantennen und 10 bis 18 dBi für Sektorantennen. Grobe Berechnung der Feldstärken für Innenräume (mit Antenne) und Freiraumausbreitung. Im Gebäudeinneren (Dachdämpfung=10dB) resultierte rund 1 V/m. Am Boden neben dem Gebäude betrug die Feldstärke etwas über 1 V/m, nahm mit zunehmender Entfernung kontinuierlich ab und erreichte in 200 m Distanz ein zweites Maximum (ca. 0.8 V/m), wenn die Antenne direkt sichtbar wurde. Es wird geschätzt, dass bei freier Raumausbreitung der Strahlung in einer Distanz von rund 7 km zu einem Fernsehsender die gleiche Feldstärke herrscht wie in 200 m Entfernung von einer Basisstation.

Savitz DA.

Exposure Assessment Strategies in Epidemiologic Studies of Health-Effects of Electric and Magnetic-Fields.
Science of the Total Environment 1995; 168 (2): 143-153

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion über verschiedene retrospektive Expositionsmasse in epidemiologischen Studien im niederfrequenten Bereich.

Szmigielski S, Sobiczewska E.

Cellular phone systems and human health - problems with risk perception and communication.

Environmental Management and Health 2000; 11 (4): 352-368

<http://www.emerald-library.com>

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zu den gesundheitlichen Effekten von Mikrowellenexposition.

Methode: Einige Studien zu Radioantennen und einige Untersuchungen zur beruflichen Exposition werden im Hinblick auf kanzerogene Wirkungen diskutiert. Bei nichtkanzerogenen Auswirkungen stehen unspezifische Gesundheitssymptome im Vordergrund.

Übersicht über typische Leistungsflussdichten der elektromagnetischen Felder in der Umgebung von Radio-/TV-Antennen, Mobilfunkbasisstationen und Mobiltelefonen. Diskussion verschiedener Aspekte der Risikokommunikation und -wahrnehmung.

Schlussfolgerung: Im Bereich der unspezifischen Gesundheitssymptome besteht gewisse Evidenz für nichtthermische Wirkungen durch Mobiltelefonexposition.

Generell überschätzt die Allgemeinbevölkerung das Risiko von Basisstationen und unterschätzt das Risiko von Mobiltelefonen.

Bemerkungen: Die Autoren gehen davon aus, dass Mobilfunkbasisstationen selten mehr als 10% der allgemeinen Exposition im Hochfrequenzbereich ausmachen und dass Radio-/TV-Antennen die Hauptemittenten hochfrequenter elektromagnetischer Felder sind. Ob dies überall zutrifft, ist fraglich. Die unterschiedliche Anzahl der Mobilfunkbasisstationen im Vergleich zur Anzahl der Radio-/TV-Sender und die Tatsache, dass die Exposition durch Basisstationen im Gegensatz zur Mobiltelefonexposition permanent erfolgt, wird in der Diskussion zu wenig berücksichtigt.

Finanzierung: Europäische Union

ICNIRP (International Commission for NonIonizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology: Ahlbom A, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A.

Review of the epidemiologic literature on EMF and Health.

Environmental Health Perspectives 2001; 109 (Suppl. 6): 911-933

Stichwörter	Kollektiv: Alle, generell	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden HerzKreislaufsystem Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Schwangerschaft, Fertilität, Land: Fehlgeburt Europa Nichteuropäische Länder
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	
Studientyp: Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder.

Methode: Umfangreiche Diskussion der Problematik in der Expositionsabschätzung.

Schlussfolgerung: Von allen Befunden besteht am meisten Evidenz, dass eine magnetische Feldexposition über 0.4 μ T das Risiko für Kinderleukämien erhöht. Das relative Risiko wurde in einer Meta-Analyse von Ahlbom et al. auf 2.0 (95%-Konfidenzintervall: 1.27-3.13) geschätzt. Dies ist kaum zufällig, möglicherweise aber (teilweise) durch Bias verursacht. Auf der Basis von epidemiologischen Studien gibt es eine geringe Evidenz für ein erhöhtes Risiko von amyotropher Lateralsklerose bei starker beruflicher Magnetfeldexposition. Studien zu Hirntumoren und Leukämien bei Erwachsenen fanden im Durchschnitt relative Risiken zwischen 1.1 und 1.3 für häusliche oder berufliche Magnetfeldexpositionen. Bei einer so geringen Risikoerhöhung können epidemiologische Studien nur schwache Evidenz für einen Zusammenhang geben. Eventuelle Assoziationen zwischen Magnetfeldexposition und Brustkrebs, Herz-Kreislaufkrankungen, Suizid und Depression sind noch völlig ungeklärt. Bei der Alzheimer-Krankheit gibt es wenig Hinweise auf einen Zusammenhang. Bisherige Studien unterstützen nicht die Hypothese, dass die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen durch die Magnetfeldexposition beeinträchtigt werden könnte.

Reiser H, Dimpfel W, Schober F.

The influence of electromagnetic fields on human brain activity.

Eur J Med Res 1995; 1: 27-32

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses einer Mobiltelefonexposition auf das EEG.

Kollektiv: Je 18 Frauen und Männer.

Exposition: Als Positivkontrolle wurde ein MediLine Mega-Wave 150/1 Gerät verwendet. Dieses medizinische Therapiegerät sendet ein keulenförmiges magnetisches Feld aus mit einer Magnetflussdichte von 400 pT, Frequenz 150 kHz. Es handelt sich um eine Sinuswelle, die mit einer Pulsfrequenz von 9.6 Hz jeweils während 80 µs abgeschaltet wurde. Der Mega-Waver war in 3 bis 5 cm Entfernung vom Hinterkopf montiert. Das Mobiltelefon sendete permanent mit 8 W Leistung, Frequenz 902.4 MHz, Pulsierung 217 Hz. Das Telefon befand sich 40 cm hinter dem Kopf des Probanden.

Methode: Die Probanden wurden einfach-blind der Kontrollexposition ausgesetzt sowie dem Mobiltelefon und einer Scheinexposition. Die Exposition erfolgte jeweils während 15 Minuten, zwischen den einzelnen Phasen lagen zwei Minuten Pause, während denen die Geräte ein- und ausgeschaltet wurden. Zuerst erfolgte die Kontrollexposition, danach in zufälliger, ausbalancierter Reihenfolge eine der beiden anderen Expositionssituationen. In der 3. und 4. Viertelstunde war kein Feld aktiviert (Nach-Expositionsphase). Das EEG wurde gemäss internationalem 10/20-System aufgezeichnet. Die Probanden waren wach und in Sitzposition. Die EEG-Leistungsspektren wurden für 6 Frequenzbänder berechnet: 1.25-4.5 (Delta), 4.75-6.75 (Theta), 7-9.5 (Alpha1), 9.75-12.5 (Alpha 2), 12.75-18.5 (Beta1) und 18.75-35 (Beta2). Die Leistungsspektren der 2. bis 4. Viertelstunde wurden mit der 1. Viertelstunde verglichen.

Resultat: Unter Kontroll- und Scheinexposition blieb das EEG in allen Frequenzbändern relativ konstant. Nur im Alpha1-Band stieg die Leistung an, was auf Müdigkeit zurückgeführt wurde. Die Effekte der Scheinexposition

wurden bei der weiteren Auswertung von den Effekten der "Mega-Wave"- und der Telefonexposition subtrahiert. Somit ergaben sich für die "Mega-Wave"-Exposition für praktisch alle Zeitperioden (Exposition und Nach-Exposition) und alle Frequenzbänder erhöhte Leistungsspektren. Statistisch signifikant waren sie im Beta1- und Beta2-Band für die Expositions- und die Nach-Expositionsphase sowie für das Delta- und Alpha1-Band in der Expositionsphase und das Alpha2-Band in der ersten Nachexpositionsviertelstunde. Die Telefonexposition führte ebenfalls meistens zu erhöhten Leistungsspektren für die verschiedenen Zeiten und Frequenzbänder. Statistisch signifikant erhöht waren aber nur das Beta1-Band in beiden Nachexpositionsphasen und das Delta-Band in der 2. Nachexpositionsphase.

Diese Effekte wurden bei den Elektroden am Hinterkopf festgestellt. Die Elektroden in der Mitte des Kopfes ergaben ähnliche Tendenzen, aber keine signifikanten Unterschiede. Bei den Stirnelektroden wurde kein Effekt gefunden.

Schlussfolgerung: Es besteht eine starke Evidenz für einen Effekt des Mega-Wavers während und nach der Exposition auf das EEG. Es gibt ebenfalls Hinweise für einen Effekt durch die Telefonexposition. Die Resultate sind in der Tendenz ähnlich wie beim Mega-Waver, aber weniger signifikant. Insgesamt scheinen insbesondere die Frequenzbänder 7 Hz, betroffen zu sein, am stärksten das Beta1-Band. Auch ist der Effekt in der Nachexpositionsphase ähnlich gross wie während der Exposition selber.

Bemerkungen: Es ist aus der Publikation nicht nachvollziehbar, ob die "Verblindung" der Probanden gewährleistet war. (Die Geräte mussten, wie beschrieben, zwischen den Versuchsphasen jeweils an- und ausgeschaltet werden.) Es gibt keine Angaben, innerhalb welchen Zeitraums die Experimente durchgeführt wurden.

Finanzierung: teilweise Deutsche Telekom

Urban P, Lukas E, Roth Z.

Does acute exposure to the electromagnetic field emitted by a mobile phone influence visual evoked potentials?
A pilot study.

Cent Eur J Public Health 1998; 6 (4): 288-290

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Mobiltelefonexposition auf visuell evozierte Potentiale (VEP).

Kollektiv: 20 gesunde Probanden (10 Frauen, 10 Männer) zwischen 19 und 70 Jahren.

Exposition: Die Probanden tätigten einen fünfminütigen Anruf mit einem Mobiltelefon vom Typ GSM Motorola 8700. Die Intensität des Signals wurde anhand der Anzahl der Balken auf dem Display des Telefons überprüft und auf etwas weniger als 1.5 W geschätzt bei eingezogener Antenne (Expositionsbedingungen).

Methode: Die visuell evozierten Potentiale (VEP) wurden als Untersuchungsparameter gewählt, weil sie im Hinterkopfbereich der Grosshirnrinde generiert werden (in der Nähe der Telefonantenne). Der visuelle Stimulus für das rechte Auge erfolgte per Bildschirm mit einer Stimulusfrequenz von 1.5 Hz. Jeder Proband wurde innerhalb von zwei Wochen zweimal untersucht. Eine Untersuchung bestand aus vier VEP-Aufzeichnungen. Zwischen der 2. und 3. Aufzeichnung wurde ein fünfminütiger Telefonanruf durchgeführt, einmal mit eingeschaltetem und einmal mit ausgeschaltetem Telefon. Die Probanden hatten Kenntnis über den Betriebsstatus des Telefons.

Die Normalverteilung der VEP-Parameter wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Test untersucht. Zudem wurde ein Modell erstellt, um den Status des Feldes vorherzusagen. Abhängige Variablen waren verschiedene VEP-Parameter sowie Alter, Geschlecht und Sessionsnummer der wahren Exposition. Zusätzlich wurde eine multivariate Varianzanalyse durchgeführt.

Resultat: Die Interaktion zwischen Mobiltelefon an/aus und VEP-Aufzeichnung vor/nach der (Schein-) Exposition war nicht signifikant. Die erstellten Modelle hatten keine signifikanten Terme.

Schlussfolgerung: Kein Effekt auf visuell hervorgerufene Potentiale (VEP) durch kurzfristige Mobiltelefonexposition.

Bemerkungen: Die Studie hat einige Schwächen: Die Intensität der Telefonimmission wurde sehr rudimentär abgeschätzt, die Probanden kannten den jeweiligen Expositionsstatus und die statistischen Analysen sind wenig nachvollziehbar. Beispielsweise wurden in den Varianzanalysen keine Haupteffekte präsentiert, und das erstellte Modell ist nicht nachvollziehbar. Es scheint aber neun abhängige Variablen zu enthalten. Bei 20 Probanden sind somit kaum signifikante Resultate zu erwarten. Die VEP-Aufzeichnung erfolgte nur mit zwei Elektroden, es wurde nicht das internationale 10/20-System verwendet.

Röschke J, Mann K.

No short-term effects of digital mobile radio telephone on the awake human electroencephalogram.

Bioelectromagnetics 1997; 18 (2): 172-176

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von Mobiltelefonen auf das EEG im Wachzustand.

Kollektiv: 34 gesunde Freiwillige im Alter von 21 bis 35 Jahren.

Exposition: Als Strahlungsemitter wurde ein GSM-Mobiltelefon von Motorola verwendet. Es wurde 40 cm vom Kopfkissen des Bettes entfernt befestigt. Die Strahlungsfrequenz war 900 MHz mit einer Pulsfrequenz von 217 Hz und einer Pulsbreite von 580 μ s. Die Spitzenleistung war 8 W. Damit resultierte in 40 cm Distanz eine durchschnittliche Strahlungsleistung von 50 μ W/cm² (vgl. Mann K., Röschke J., Neuropsychobiology 1996: 33 (1), 41-47; Id.Nr. 1143)

Methode: Bei jedem Probanden wurden im Wachzustand mit geschlossenen Augen zwei zehnminütige EEGs aufgezeichnet. Dazwischen war eine halbe Stunde Pause. Datenartefakte durch Augenöffnen oder Bewegen wurden eliminiert. Während des ersten und letzten Drittels der EEG-Aufzeichnung war das Feld abgeschaltet. Das mittlere Drittel (=ca. 3.5 Minuten) bestand aus einer realen oder einer Scheinexposition (single-blind). Die Reihenfolge der Exposition war zufällig, aber ausbalanciert.

Resultat: Die mittleren Leistungsspektren aller EEG-Frequenzbänder unterschieden sich während der realen Exposition nicht signifikant von der Scheinexposition. Aus den Daten ist auch keine tendenzielle Erhöhung der Leistungsspektren unter Feldeinfluss ersichtlich. Die Analyse auf der individuellen Ebene führte nicht zur Bestätigung der Hypothese, dass es eine sensiblere Subgruppe gibt.

Bemerkungen: Die Expositionszeit in dieser Studie betrug nur 3.5 Minuten, und die Experimente fanden im Abstand von lediglich einer halben Stunde statt. In einigen EEG-Studien wurden erst nach einer gewissen

Expositionszeit beobachtet und v.a. auch eine gewisse Zeit nach der Exposition. Dies könnte möglicherweise erklären, warum hier keine Auswirkungen beobachtet wurden.

Finanzierung: Deutsche Telekom

Meister A, Eggert S, Richter J, Ruppe I.

Die Wirkung eines höchstfrequenten elektromagnetischen Feldes (2.45 GHz) auf Wahrnehmungsprozesse, psychische Leistung und Befinden.

Zentralblatt gesamte Hygiene 1989; 35 (4): 203-205

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Beeinflussung von Wahrnehmung, Befinden und kognitiver Leistungsfähigkeit durch Mikrowellenstrahlung.

Kollektiv: Acht männliche Probanden im Alter zwischen 20 und 30 Jahren.

Exposition: Der Versuch fand in einem Faraday-Raum mit mikrowellenabsorbierenden Wänden statt. Das Feld wurde mit dem Mikrowellen-Therapiegerät ("Lutsch 58", UdSSR) erzeugt, Frequenz: 2.45 GHz. Die Leistungsdichten waren 100, 500 und 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (20-60 V/m). Die Distanz des Gerätes zum Probanden betrug 1.5 bis 1.8 m. Die Expositionszeit lag bei 30 Minuten pro Versuchsabschnitt.

Methode: Der Versuchszyklus bestand aus 11 Versuchen: ein Vorversuch (VV), 4 Trainingsversuche (TV) und 6 Hauptversuche (HV). TV und HV waren durch einen Tag separiert. Die 6 HV bestanden darin, dass jedes Expositionsniveau (100, 500 und 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) innerhalb von 30 Minuten zweimal appliziert wurde, einmal im ersten Abschnitt des Versuches, das andere Mal im zweiten Abschnitt. Die beiden Teile waren durch eine zehnminütige Pause separiert. Die Probanden waren blind gegenüber dem Expositionsstatus. In einem Experiment wurde für jeden Probanden die Erkennungsschwelle für die tachistoskopische Wahrnehmung (Angebot eines kurzzeitigen Reizes) bestimmt. Die zweite Leistung war eine Zahlensuchprobe. Beide Experimente sowie eine Befragung zur aktuellen Befindlichkeit wurden vor, während und nach jeder Exposition erhoben. Einflussfaktoren: Persönlichkeitsmerkmale, die das Verhalten beeinflussen können.

Resultat: Bei der 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ -Exposition war die Zeit für die Bestimmung der Erkennungsschwelle reduziert, bei der 500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ Exposition erhöht. Beide Unterschiede waren statistisch nicht signifikant. Bei der 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ -Belastung wurden keine Unterschiede beobachtet.

Die Gesamtzeit für die Zahlensuche war bei der höchsten Exposition länger als bei der Scheinexposition. Dies war in erster Linie auf vermehrte 'Blockings' ($t > 6.0$ s) zurückzuführen. Bei der mittleren Expositionsstufe traten keine Unterschiede auf und bei der niedrigsten Exposition nur im zweiten Versuchsabschnitt, d.h. beim vorbelasteten Organismus.

Der Befindensindex zeigte ähnliche Resultate wie die Zahlensuchprobe: Bei der höchsten Belastung traten Befindensverschlechterungen auf, bei mittlerer Belastung keine und bei tiefer Belastung nur im zweiten Versuchsabschnitt. Kein Ergebnis war statistisch signifikant.

Schlussfolgerung: Es gibt nichtlineare Effekte. Offenbar stellen $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ einen Belastungsbereich dar, bei dem das Nervensystem bei der zweiten Testanforderung am besten funktioniert. Bei der Bestimmung der Erkennungsschwelle scheint eine höhere Belastung ($1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) zu einem besseren Resultat zu führen. Es bestehen erhebliche individuelle Schwankungen. Das Feld scheint bei vorbelastetem Organismus anders zu wirken als zu Beginn der Experimente.

Bemerkungen: Die Versuche wurden nur mit wenigen Probanden durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen wenig Konsistenz. Die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um Zufallsbefunde handelt, ist deutlich höher als die diskutierten nichtlinearen Effekte. Die Übereinstimmung von Befinden und Leistung im 2. Test ist allenfalls ein Indiz für Ermüdungserscheinungen oder andere Nicht-Feldeinflüsse, da es wenig Grund zur Annahme gibt, dass beide in der gleichen Art vom elektromagnetischen Feld beeinflusst werden.

Hladky A, Musil J, Roth Z, Urban P, Blazkova V.
Acute effects of using a mobile phone on CNS functions.
Cent Eur J Public Health 1999; 7 (4): 165-7

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss des Mobiltelefons auf das visuell evozierte Potential (VEP) und Auswirkungen des Gesprächs auf die Aufmerksamkeit

Kollektiv: 10 Frauen und 10 Männer im Alter von 20-71 Jahre (Durchschnitt: 42.7 Jahre)

Exposition: Exposition gegenüber einem GSM-Telefon im 900 MHz-Bereich. Geschätzte mittlere Leistung 0.19 W.

Methode: Es wurden 2 Experimente im Abstand von etwa 2 Wochen durchgeführt. Beim ersten Test lasen die Probanden aus einer Zeitung vor. Das VEP wurde am linken und rechten Auge aufgenommen, einmal unter realer und einmal unter Scheinexposition. Die Expositionsdauer war 5 Minuten für das erste Experiment. Expositionsreihenfolge war zufällig.

Beim 2. Experiment wurde Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunktionen mit 2 Tests geprüft während einer zusätzlichen 6-minütigen Expositionsphase. Der erste Test bestand darin, von einer vorgegebenen Zahl 7 zu subtrahieren. Testperformance wurde gemessen in der Anzahl richtiger und falscher Antworten innerhalb von 1 Minute. Beim 2. Test mussten vier verschiedenen Stimuli auf einem Bildschirm mit 4 verschiedenen korrespondierenden Tasten quittiert werden. Das 2. Experiment wurde mit 3 Situationen durchgeführt: i) ohne Telefon, ii) normales Schnurlostelefon, iii) Mobilfunktelefon. Probanden waren nicht blind gegenüber der Exposition.

Resultat: Die Wellenlatenz der N1-Elektrode war nach dem Telefonieren signifikant länger als zuvor. Sonst keine Effekte der Bestrahlung auf das VEP (Resultate im Detail in Artikel 1554 publiziert). Die Varianzanalyse der Subtraktions- und Aufmerksamkeitstests ergab statistisch signifikante Terme für den

Faktor Person, Tag, mit/ohne Telefon. Der Faktor Telefontyp (Schnurlos/Mobil) war nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die Aufmerksamkeit und die Konzentration ist durch das Gespräch beeinflusst und nicht durch die Strahlung. Die angewendeten Tests sind ein guter Indikator für das Verhalten beim Autofahren.

Bemerkungen: Genauer Testablauf aus der Methodenbeschreibung nicht eruierbar. Die Annahme der Autoren, dass die Emissionen des Schnurlostelefons im Vergleich zum Mobiltelefon vernachlässigbar sind, ist zu bezweifeln. Die Emissionen sind wohl rund 8 Mal geringer, aber nicht vernachlässigbar.

Aniolczyk H.

Electromagnetic field pattern in the environment of GSM base stations.

Int J Occup Med Environ Health 1999; 12 (1): 47-58

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Strahlungsmessungen auf Häusern mit GSM-Mobilfunkantennen und Richtfunk

Methode: Übersicht über das GSM-Antennensystem in Polen. 20 Messberichte in der Umgebung von Basisstationen wurden ausgewertet und mit dem polnischen Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung verglichen ($0.1 \text{ W/m}^2 = 6 \text{ V/m}$) verglichen.

Resultat: Bei 15 Basisstation waren die gemessenen Werte auf dem Dach oder Penthouse zwischen 0.025 und 2 W/m^2 . In 20% der Fälle war der Grenzwert überschritten. In den Containern mit den Betriebsgeräten der Basisstationen und in den obersten Stockwerken wurden keine nachweisbaren Felder gemessen. In Nachbargebäuden wurden nur an zwei Orten nachweisbare Feldstärken gemessen: i) in 40 Distanz ein Maximalwert von 0.023 W/m^2 ($= 3 \text{ V/m}$), ii) in 52 m Distanz ein Maximalwert von 0.034 W/m^2 ($= 3.5 \text{ V/m}$). Messungen im Richtstrahl (38 GHz) ergaben eine oszillierende Abnahme der Feldstärke auf den ersten fünf Metern. Breitenprofil eines Richtstrahls dargestellt.

Schlussfolgerung: Richtfunkstrahler sollten mind. 2 m (23, 38 GHz) bzw. 3 m (7 GHz) über Dachniveau installiert sein, wenn das Dach für Menschen zugänglich ist.

Bemerkungen: Nachweisgrenze der Geräte nicht deklariert.

Hocking B, Gordon I, Hatfield G, Grain H.

Re: "Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield transmitter. II. All high power transmitters."

Am J Epidemiol 1998; 147 (1): 90-1

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der Resultate von Dolk et al. (American Journal of Epidemiology; 145 (1): 1-9 und 10-17, Artikel 1131 und 1132) mit den Ergebnissen der eigenen Studie (Hocking et al. 1996, Medical Journal of Australia, 165 (11-12): 601-605; Art. 1141) zum Leukämierisiko in der Umgebung von Fernsehsendern.

Resultat: Es gibt Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den beiden Studien. Hocking generiert Hypothesen auf der Basis der beobachteten Unterschiede. Gemeinsamkeiten: Beide Studien fanden bei Erwachsenen ein zusätzliches Leukämierisiko in der Umgebung der TV-Sender von rund 15%.

Unterschiede: a) In der britischen Studie (Dolk et al.) wird die Krankheitsinzidenz untersucht, in der australischen (Hocking et al.) die Mortalität. b) In England wird UHF verwendet (Wellenlänge: 0.7 bis 0.3 m), in Australien VHF (5 bis 1.4 m). Letzteres bedeutet eine grössere Koppelung mit dem Menschen und damit eine höhere Energieabsorption. c) Die Leistung der Fernsehsender ist in England drei- bis zehnmal höher.

Antwort von Dolk: Das Aufstellen von Hypothesen ist auf der Basis von zwei Studien nur bedingt möglich. In England wurde eine Abnahme der Leukämiefälle mit der Distanz zum Sender beobachtet, aber keine erhöhten Krankheitsraten im Umkreis von 2 km.

McKenzie DR, Yin Y, Morrell S.

Childhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney--a second look.

Aust N Z J Public Health 1998; 22 (3): 360-7

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Re-Analyse der Studie von Hocking et al.: Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. Medical Journal of Australia 1996: 165 (11-12), 601-605 (Art. 1141) zum Leukämierisiko um Fernsehsendetürme in Sydney.

Methode: Es wurde die Inzidenz für akute lymphatische Leukämie (ALL) der 0- bis 14-Jährigen von 1972 bis 1990 mit der berechneten Exposition in mehreren Departementen verglichen. Die ALL wurde gewählt, weil sie die häufigste Form der Kinderleukämie war. Im Vergleich zu Hocking et al. 1996 wurden noch zusätzliche Regionen berücksichtigt. Für jedes Departement wurde auf der Basis der freien Wellenausbreitung eine mittlere Exposition berechnet. Poisson-Regressionstechnik zur Abschätzung der Expositions-Wirkungsbeziehung. Einflussfaktoren: Sozioökonomische Faktoren auf der Basis eines Mittelwertes pro Wohnregion.

Resultat: Die geschätzten mittleren Belastungen lagen für die drei stark exponierten Departemente zwischen 0.66 und 1.46 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($=1.6\text{-}2.3\text{ V/m}$). In den anderen Gebieten betrug die Belastung 0.026 bis 0.46 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($0.3\text{-}1.3\text{ V/m}$).

Die Analysen zeigten, dass die positive Assoziation zwischen hochfrequenter Strahlung und ALL aufgrund der vielen Fälle im Bezirk "Lane Cove" zustande kam. Die Gemeinde "Willoughby" ist ähnlich stark exponiert, weist aber weniger Fälle auf. Wurde Lane Cove von der Analyse ausgeschlossen, bestand keine Assoziation mehr zwischen der mittleren Exposition und ALL-Häufigkeit. Die erhöhten Raten von Lane Cove sind durch viele Fälle bei den 0- bis 4-Jährigen in den Jahren von 1972 bis 1978 und 1985 bis 1990 verursacht. Von 1972 bis 1978 war die Exposition geringer, da die Sender noch nicht im 24-h-Betrieb sendeten. Das spricht gegen einen Radiowelleneffekt.

Schlussfolgerung: Die Expositionsabschätzung ist immer noch sehr ungenau, wird aber im Vergleich zur Studie von Hocking als verbessert betrachtet. Möglicherweise sind in Lane Cove andere Faktoren verantwortlich für die erhöhten ALL-Raten. Diskutiert wurden Infektionshypothesen und Vererbungsmuster.

Bemerkungen: Ein überzeugendes Argument für die erhöhten Erkrankungsraten in Lane Cove wird nicht geliefert. Hocking erwähnt in seiner Publikation eine Radiumfabrik im Nachbarbezirk. Dies wäre eine mögliche Erklärung für die erhöhten Raten in Lane Cove. Dagegen spricht aber, dass die Inzidenz im entsprechenden Departement selbst unterdurchschnittlich war.

Sher L.

The effects of natural and man-made electromagnetic fields on mood and behavior: the role of sleep disturbances.

Med Hypotheses 2000; 54 (4): 630-3

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Stromleitungen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion einer Hypothese

Resultat: Natürliche und künstliche EMF beeinflussen den Schlaf. Mangel an negativen Ionen war in mehreren Studien mit Beschwerden assoziiert. Schlechtere Schlafqualität beeinflusst die Stimmung, das Verhalten und die kognitiven Fähigkeiten negativ. Schlafstörungen wegen EMF können später zu psychischen Krankheiten führen, welche mit früherer Intervention verhindert werden könnten.

Bemerkungen: Es werden nur einzelne Studien zitiert, die die Hypothese erfüllen. Keine Unterscheidung der verschiedenen Frequenzen (nieder-, hochfrequent, Ionen).

Karus M, Niessen P, Bathow M.
Elektrosmog durch schnurlose DECT-Telefone.
ElektrosmogReport 2002; 8 (3): 1-2

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Strahlung durch DECT-Schnurlostelefone und Präsentation von Messungen in Wohnungen

Methode: Messung mit einem Spektrumanalysator und Dipolantenne in typischen Büros und Privatwohnungen. Die Messunsicherheit wurde auf 6 dB (Faktor 4.0) geschätzt und zu den Originaldaten addiert.

Resultat: DECT-Strahlung ist mit 100 Hz gepulst und hat eine Pulsbreite von 360 μ s. Das heisst, die Pulsleistung liegt ca. um das 30-fache über der mittleren Leistung. Die Strahlung der Basisstation besteht bei DECT-Geräten permanent, unabhängig davon, ob telefoniert wird oder nicht. Die Exposition am Kopf ist beim Telefonieren zwar höher, aber nicht permanent. Während des Pulses und inkl. Messunsicherheit waren die Messwerte in einem Büro in einer Entfernung von 0.20 bis 4.0 m von der Basisstation 0.005 bis 0.1 W/m² (1.4-6.1 V/m), in einem Wohnraum in Distanzen von 0.4 bis 3 m wurden 0.004 bis 0.17 W/m² (1.2-8.0 V/m) gemessen. In Nebenräumen war die Belastung max. so gross wie die tiefsten Werte im Raum mit der Basisstation. Ohne Messfehler wäre die mittlere Strahlungsleistung bzw. Feldstärke 0.03 bis 1.3 mW/m² bzw. 20 mV/m bis 133 mV/m.

Schlussfolgerung: Die Basisstation des Telefons sollte möglichst weit entfernt aufgestellt werden. Analoge CT1 +-Schnurlostelefone strahlen weniger stark.

David E, Reissenweber J, Wojtysik A, Pfotenhauer M.

Das Phänomen der Elektrosensibilität.

Umwelmed Forsch Prax 2002; 7 (1): 7-16

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zum Phänomen Elektrosensibilität und Diskussion der Wittener Versuche.

Resultat: Elektrosensibilität als psycho-physiologisches Phänomen: Objektivierbar im Sinne der Sinnesphysiologie ist nur, was gemessen werden kann.

Elektrosensibilität als psycho-soziales Phänomen: Wahrnehmung und Einstellungen hängen mit Elektrosensibilität zusammen. Einteilung der Personen in drei Gruppen: a) hypersensitive Personen, die Gesundheitsprobleme durch Elektrizität bekommen (ob Elektrizität wirklich dafür verantwortlich ist, lässt sich zur Zeit wissenschaftlich nicht beweisen), b) sensibel gegenüber Elektrizität, aber ohne echte Gesundheitsprobleme, c) mediensensibilisierte Personen: die Sensibilität ist eher durch tendenziöse Medieninformation entstanden.

Die Häufigkeit der Elektrosensibilität wird in der Literatur mit 0.1 bis 9% angegeben. Es ist ein deutliches Nord-Süd-Gefälle in Europa zu beobachten, mit den meisten Fällen in den skandinavischen Ländern.

Die bisherigen Untersuchungen fanden kein einheitliches Symptommuster. Am häufigsten werden Erschöpfung, Schlafstörungen, Konzentrationsstörungen, Rückenschmerzen, Allergien und Kopfschmerzen genannt.

1) naturwissenschaftliche Frage: ab welcher Feldstärke gibt es objektive Anzeichen für EMF-Wahrnehmung?

2) medizinische Frage: Symptommuster?

3) psychologische Fragestellung: Welche Rolle spielt die öffentliche Diskussion und die eigene Erwartungshaltung?

Wittener Versuche: Probanden, die sich selber als elektrosensibel bezeichneten, und ein Kontrollkollektiv wurden doppelblind einem 50-Hz-Feld von 10 μ T oder einer Scheinexposition in zufälliger Reihenfolge im Häufigkeitsverhältnis 1:1 ausgesetzt, jeweils während 2 Minuten mit 3 Minuten Pause. Die Trefferwahrscheinlichkeit bei der Identifizierung der realen Exposition unterschied sich mit 49 zu 43% nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen.

Mögliche Wirkmechanismen (thermisch und athermisch) für die Entstehung von Elektrosensibilität im niederfrequenten und hochfrequenten Bereich werden diskutiert.

Schlussfolgerung: Nach heutigem Wissen besteht kein Beweis für eine eigenständige Krankheitseinheit "Elektrosensibilität". Eine widersprüchliche Beobachtung war, dass einige Probanden über einen hohen subjektiven Leidensdruck berichteten, bei der Identifizierung der Expositionssituation aber eine geringe Trefferwahrscheinlichkeit hatten. Auch bei der Melatoninkonzentration im Blut zeigte sich kein Unterschied zwischen Elektrosensiblen und Kontrollpersonen. Psychologische Faktoren spielen eine Rolle bei der Wahrnehmung von elektromagnetischen Feldern.

Bemerkungen: In dieser Publikation werden Elektrosensibilität und Elektrosensitivität implizit gleichgesetzt. Andere Studien haben gezeigt, dass diese beiden Phänomene nicht unbedingt miteinander korrelieren.

Milham S.

Increased Mortality in Amateur Radio Operators Due to Lymphatic and Hematopoietic Malignancies - Reply.
American Journal of Epidemiology 1988; 128 (6): 1384-1385

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf einen Leserbrief von T.L. Kurt zur Studie Milham S.: Increased Mortality in Amateur Radio Operators Due to Lymphatic and Hematopoietic Malignancies. American Journal of Epidemiology 1988: 127 (1), 50-54. (Artikel Nr. 1122)

Resultat: T.L. Kurt weist darauf hin, dass die erhöhten Werte der standardisierten Mortalitätsraten (SMR) für Leukämien, Lymphome etc. nur in der kalifornischen (männlichen) Population festgestellt wurden, nicht aber in Washington. Da zu dieser Zeit in Kalifornien Aids häufiger auftrat und diese Krankheitsbilder mit Aids assoziiert sind, könnte dies ein Grund für das Studienresultat sein, und nicht die Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung. Zusätzlich sei festgestellt worden, dass Non-Hodgkin-Lymphome bei Männern in den letzten 40 Jahren generell um etwa 100% zugenommen hätten. Daher würde man nicht nur bei Hobbyfunkern einen erhöhten SMR-Wert finden.

Milham entgegnet, dass in Kalifornien und Washington die Sterblichkeit für Lymphome geringer sei als in der gesamten USA. Deshalb sei ein Zusammenhang mit den Aids-Erkrankungsraten 1981 nicht wahrscheinlich. Zusätzlich verweist er auf die Analysen nach Dauer der Funk-Lizenz, die für eine Dosis-Wirkungsbeziehung sprechen. Weiter entgegnet er, dass jede Änderung der Todesraten über die letzten 40 Jahre in die Berechnung der SMR einflüsse, indem Todeszeitpunkt und jeweilige Todesraten berücksichtigt würden.

Milham S, Jr.

Mortality by license class in amateur radio operators.

Am J Epidemiol 1988; 128 (5): 1175-6

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusätzliche Analysen zu Milham et al., American Journal of Epidemiology 1988: 127 (1), 50-54 (Artikel Nr. 1122), publiziert in einem 'Letter to the Editor', ergaben höhere SMR-Raten für Hirntumoren und Lymphome bei Funkern mit einer höheren Lizenz, was gleichgesetzt wird mit längerer Exposition.

Maskarinec G, Cooper J, Swygert L.

Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations.

J Environ Pathol Toxicol Oncol 1994; 13 (1): 33-7

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung eines Clusters von 12 Kinderleukämiefällen in der Nähe eines Tieffrequenzradiansenders in Hawaii.

Exposition: Militär-Radiosender der Frequenz 23.4 kHz. Eine Distanz zum Sender von weniger als 4.2 km wurde als exponiert definiert. In der Fall-Kontrollstudie wurden verschiedenen Expositionszeitpunkte evaluiert: Wohnort bei Geburt, Wohnort bei Diagnose und längster bisheriger Wohnort

Methode: Als Fälle definiert wurden Kinder bis 15 Jahre, bei denen zwischen 1979 und 1990 eine akute Leukämie diagnostiziert worden war und die in drei Bezirken um den Sender lebten. Standardisierte Inzidenz-Verhältnisse (SIR) wurden mit Byar's Approximation berechnet. Eine Fall-Kontrollstudie wurde mit 4 Kontrollen pro Fall durchgeführt. Die Kontrollen stimmten mit den Fällen bezüglich Alter und Geschlecht überein. Die Risikofaktoren wurden mittels Telefoninterview erhoben. Einflussfaktoren: Schwangerschaft, Wohnungstyp, Medikamenteneinnahme, ionisierende Strahlung, Rauchen, Nähe zu Ölverarbeitung, Berufsexposition der Eltern.

Resultat: Das SIR für die 12 Fälle war 2.09 (95%-CI: 1.08-3.65). Für akute lymphatische Leukämien lag es bei 1.58 (0.63-3.26) und für akute nichtlymphatische Leukämien bei 3.73 (1.20-8.71). Sieben Erkrankungen traten zwischen 1982 und 1984 auf und waren ungewöhnlich bezüglich Krankheitstyp, Geschlecht und Alter der Patienten. Für diesen Zeitraum betrug das SIR 5.34 (2.14-11.0). Danach ging die Leukämieinzidenz wieder auf die erwartete Rate zurück.

Bei der Fall-Kontrollstudie wurden 8 exponierte und 4 nicht-exponierte Fälle beobachtet sowie rund 25 bzw. 23 exponierte/nicht-exponierte Kontrollpersonen. Für die verschiedenen Expositionszeitpunkte betrug die Odds

Ratio ungefähr 2, der Unterschied war allerdings statistisch nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die statistische Power der Studie ist klein (50% um eine OR von 5 nachzuweisen). Es scheint einen schwachen Zusammenhang zwischen der Nähe zum Sender und dem Auftreten von Leukämien zu geben. Jedoch kann die Nähe zum Sender auch mit anderen Risikofaktoren assoziiert sein. Es konnte kein Ereignis gefunden werden, das den Cluster der Fälle zwischen 1982 und 1984 erklären könnte.

Bemerkungen: Die Studie beruht auf nur wenigen Patienten. Die positive Assoziation zwischen Distanz und Leukämieerkrankungen ist aufgrund der vielen Fälle zwischen 1982 und 1984 zustande gekommen. Danach war die Häufigkeit der Fälle nicht höher als erwartet, obwohl der Sender immer noch in Betrieb war. Dies ist eher ein Indiz dafür, dass der Sender nicht die Ursache des beobachteten Leukämie-Clusters war.

Robinette CD, Silverman C, Jablon, S.

Effects upon health of occupational exposure to microwave radiation (radar).

Am J Epidemiol 1980; 112 (1): 39-53

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss von Radarexposition im Koreakrieg auf die Gesundheit

Kollektiv: 20'000 Militärdienstleistende mit maximaler Wahrscheinlichkeit für Radarexposition (Reparierer) und 20'000 Militärdienstleistende mit minimaler potentieller Exposition (Equipmentoperateure)

Exposition: Potentielle Exposition wurde abgeschätzt aufgrund der Tätigkeit, Berufsdauer und Leistung der Geräte. Es wird angenommen, dass die Exposition hauptsächlich unabsichtlich als Folge einer Panne erfolgte. Dabei werden Feldstärken von bis zu 600 V/m als wahrscheinlich erachtet. Die Hintergrundbelastung auf den Schiffen übersteigt kaum 60 V/m.

Methode: Standardisierte Mortalitätsraten für verschiedene Krebstodesursachen zwischen 1950 und 1974 wurden berechnet. Konfidenzintervalle sind nicht angegeben. Die Daten der stark Exponierten wurden nach 3 Berufsgruppen separat analysiert. Zusätzlich wurde eine Analyse für die Anzahl potentieller Ereignisse mit starker Exposition durchgeführt, ausserdem die Gründe für eine spätere Hospitalisation in den beiden unterschiedlich exponierten Gruppen. Einflussfaktor: Alter.

Resultat: Die standardisierten Mortalitätsverhältnisse waren bei schwach Exponierten und stark Exponierten kaum unterschiedlich, wenn alle Erkrankungen und alle Tumorarten zusammen betrachtet wurden. Für Tumore des lymphatischen und blutbildenden Systems war die SMR bei den Nicht-Exponierten (0.83) niedriger als bei den Exponierten (1.18). Ähnliche Unterschiede wurden für Tumore der Verdauungsorgane und des Atmungsorgane gefunden. Herz-Kreislaufkrankheiten und andere Todesursachen waren bei den Nicht-Exponierten

häufiger. Für alle Krankheiten wurde mehr oder weniger ausgeprägt eine tendenzielle Dosis-Wirkungsbeziehung gefunden, ausgedrückt mit der Anzahl potentieller Hochbelastungssituationen. In Bezug auf die Gründe späterer Hospitalisationen gab es kaum Unterschiede zwischen den verschiedenen exponierten Kollektiven. Der einzige statistisch signifikante Unterschied im Gesundheitszustand zeigte sich für die Diagnosegruppe "mentale Krankheiten" mit einer Rate von 7.1 pro 10'000 Personenjahre bei den gering Exponierten im Vergleich zu 4.8 pro 10'000 Personenjahre bei den stark Exponierten.

Schlussfolgerung: Aufgrund dieser Resultate ist die Evidenz für eine Assoziation gering.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung ist das Hauptproblem in dieser Studie. Die unterschiedliche Exposition besteht in erster Linie in der unterschiedlichen Wahrscheinlichkeit für kurze sehr starke Expositionen. Auch die Nicht-Exponierten sind mit Radar assoziiert und dürften insgesamt einer recht hohen Durchschnittsbelastung ausgesetzt sein, wenn beim Radarbetrieb Feldwerte bis 60 V/m erwartet werden. Während relativ wenig Unterschiede zwischen den verschiedenen exponierten Kollektiven gefunden wurden, war doch eine Dosis-Wirkungsbeziehung für praktische alle Erkrankungen in den Daten ersichtlich.

Selvin S, Schulman, J, Merrill DW.

Distance and risk measures for the analysis of spatial data: a study of childhood cancers.

Soc Sci Med 1992; 34 (7): 769-77

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Geographische Analyse der Krebserkrankungen in der Umgebung eines kalifornischen TV- und Radiosenders.

Kollektiv: 50'686 Bewohner bis 21 Jahre im Umkreis von ca. 6 km um einen Radio-TV-Sender in Kalifornien. Insgesamt traten 123 Krebserkrankungen auf, davon 61 Leukämien, 35 Gehirntumore und 37 lymphatische Malignome.

Exposition: Radio-/TV-Sender in Kalifornien

Methode: Mit drei Methoden der räumlichen Statistik wurde im Studiengebiet analysiert, ob ein Clustering der Fälle bestand und ob eine Assoziation mit dem Sender zu beobachten war.

Resultat: Keine der drei Analysemethoden ergab ein statistisch signifikantes Clustering der Fälle. Die Abschätzung der relativen Risiken für den Wohnort näher als 3.5 km zum Sender im Vergleich zu einem Wohnort weiter weg (bis max. rund 10 km) ergaben folgende Werte: Leukämie: 0.73, Hirntumoren: 1.16, Lymphom: 1.17, Hodgkin- Lymphom: 1.23, Non-Hodgkin-Lymphom: 1.03, Lymphome und Leukämien: 0.89. Alle diese relativen Risiken waren statistisch nicht signifikant.

Powerberechnungen ergaben, dass mit diesen Analysen im besten Fall ein relatives Risiko von 3 in einer Distanz zum Sender von 1.5 km mit einer Power (Macht) von 70% hätte gefunden werden können.

Bemerkungen: Die Studie kann als Hinweis darauf interpretiert werden, dass das relative Risiko für Tumore des

blutbildenden und lymphatischen Systems durch einen Radio- und Fernsehsender nicht um mehr als einen Faktor 3 erhöht wird. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Analysen auf der Annahme beruhen, dass die Immissionen mit der Distanz zum Sender kontinuierlich abnehmen. Diese Annahme dürfte allerdings für das relativ kleine Studiengebiet um den Sender herum nur bedingt zutreffen, da Nahfeldbedingungen vorherrschen. Beispielsweise haben Dolk et al. (Am J Epi 1997: 145 (1), 1-9) erst ab ca. 6 km um den Sutton-Coldfield-Sender herum eine regelmässige Abnahme der Strahlung mit der Distanz festgestellt (Id.Nr. 1131). Das bedeutet, dass die statistische Macht der Studie tatsächlich noch geringer war als theoretisch berechnet. Auch die Schätzung der relativen Risiken (kleinere vs. grössere Entfernung vom Sender) erscheint daher fraglich.

Hayes RB, Brown LM, Pottern LM, Gomez M, Kardaun JW, Hoover RN, O'Connell KJ, Sutzman RE, Javadpour N.

Occupation and risk for testicular cancer: a case-control study.

Int J Epidemiol 1990; 19 (4): 825-31

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zu Hodenkrebs

Kollektiv: 271 Männer im Alter von 18 bis 42 Jahre mit Hodenkrebs und 259 Kontrollpersonen mit Krebserkrankungen anderer Organe. Zum Teil handelt es sich um Militärfpersonen. Von den 271 Patienten hatten 60 ein Seminom und 206 andere Keimzellentumore.

Methode: Fälle und Kontrollen wurden aus drei amerikanischen medizinischen Zentren rekrutiert. Zwei Kliniken behandelten Militärpersonal. Kontrollen und Fälle wurden zwischen 1979 und 1981 interviewt (demographische Faktoren, Beruf und andere Parameter). Um zu evaluieren, ob die Tatsache, dass Krebspatienten als Kontrollen dienten, das Resultat beeinflusste, wurden auch Sensitivitätsanalysen durchgeführt, in denen nur Personen mit Tumoren des lymphatischen oder blutbildenden Systems als Kontrollen dienten. Die Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern wurde auf zwei Arten erhoben: selbst geschätzte Exposition sowie Berufsangabe.

Resultat: Ein signifikant erhöhtes Hodenkrebsrisiko wurde für die Berufsgruppe Administratoren und Lehrer ('Professionals') sowie für Angestellte in der Produktion beobachtet. Die Odds Ratio lag bei 2.8 (95%CI: 1.4-5.4) für erstere und 1.8 (1.1-2.7) für letztere. Innerhalb dieser breiten Berufszuordnung gab es keinen speziellen Beruf, bei dem sich dieser Unterschied besonders deutlich gezeigt hätte. Bei Verwendung der selbstgeschätzten Expositionsangabe ergab sich ein rund dreifach erhöhtes Hodenkrebsrisiko (OR=3.1; 95%-CI: 1.4-6.9), bei Verwendung der Berufskategorie ergab sich dagegen kein Zusammenhang (OR=1.1; 95%-CI=0.6-2.1). Personen aus Berufsgruppen mit der grössten EMF-Exposition hatten sogar ein um 20% reduziertes Hodenkrebsrisiko.

Schlussfolgerung: Die berufliche Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern scheint

keinen nennenswerten Beitrag zu der zunehmenden Hodenkrebsrate in den USA zu liefern.

Bemerkungen: Für die Analysen der EMF-Expositionen werden keine Resultate der Sensitivitätsanalyse präsentiert (separate Analysen für Kontrollen ohne Leukämien/Lymphome und solche mit). Dass die Kontrollpersonen ebenfalls an Krebs erkrankt sind, verunmöglicht jegliche Schlussfolgerung bezüglich der kanzerogenen Wirkung von Hochfrequenzstrahlung.

Santini R, Santini P, Seigne M, Danze JM.

Symptomes exprimés par des riverains de station relais de téléphonie mobile.

La Presse Medicale 2001; 30 (32): 1594

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Symptommhäufigkeit für diverse Beschwerden in Abhängigkeit von der Wohndistanz zu einer Basisstation.
Vollständige Publikation: Santini et al.: Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : I/Incidences de la distance et du sexe. [Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex]. Pathol Biol (Paris) 2002; 50 (6), 369-373. (Id.Nr. 2035)

Kollektiv: 530 ausgefüllte Fragebogen (keine weiteren Angaben).

Exposition: Distanz zu Mobilfunkbasistationen in den Kategorien <10m, 10-50m, 50-100m, 100-200 m, 200-300m, >300m

Methode: Fragebögen mit Angaben zur Auftretenshäufigkeit verschiedener Symptome: 0 (nie), 1(manchmal), 2 häufig) und 3 (sehr häufig). Wohndistanz zur Mobilfunkbasisstation musste geschätzt werden. Verglichen wurde für alle Symptommhäufigkeiten die Differenz zu Personen, die weiter als 300 m von einer Basisstation entfernt wohnten.

Resultat: In 20% der Fragebögen wurde angegeben, weniger weit als 10 m von einer Basisstation zu wohnen, 26% schätzten die Entfernung auf 10 bis 50 m, 14% zwischen 50 und 100 m, je 10% zwischen 100 und 200 m sowie 200 und 300 m und 21 % weiter als 300m.

Bei folgenden Symptomen wurde von den Bewohnern innerhalb von 10 oder 50 m die Kategorie 2 (häufiges Auftreten) oder 3 (sehr häufig) signifikant öfter angegeben: Müdigkeit, Reizbarkeit, Kopfweg, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Schlafstörungen, Neigung zu Depressionen, Unwohlsein, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisverlust, Hautprobleme, Sehstörungen, Hörstörungen, Schwindel, Störungen des Bewegungsapparates

und Herz-Kreislaufprobleme. Die stärksten Befunde bestanden für Kopfweg und Schlafstörungen. Es wurden keine Symptome angegeben, die nicht signifikant mit der Distanz zur Basisstation assoziiert waren.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihrer Befragung, dass keine Basisstationen in einer Entfernung von weniger als 300 m zu Wohnungen installiert werden sollten.

Bemerkungen: Die Publikation macht keine Angaben über die angewandte Methode und erfüllt deshalb die grundlegendsten wissenschaftlichen Kriterien nicht. Man müsste wissen, wie die Personen ausgewählt wurden, die einen Fragebogen ausgefüllt haben, was für Personen das sind, nach welchen Symptomen gefragt wurde, wie zuverlässig die selbst geschätzte Distanz zur Basisstation ist etc.

In Anbetracht dessen, dass schon mehrfach gezeigt wurde, dass bei zufällig ausgewählten Punkten keine Korrelation zwischen Feldstärke und Distanz zur Basisstation besteht, kann diese Studie nicht zeigen, dass die Mobilfunkstrahlung die Symptome verursacht. Hauptsächlich Personen, die in der Nähe einer Basisstation wohnen, werden ihre Symptome in Zusammenhang mit Basisstationen bringen.

In dieser Form publiziert, kann diese Studie höchstens als Hinweis auf gehäuftes Auftreten von unspezifischen Symptomen in der Umgebung von Basisstationen interpretiert werden. Aber auch in diesem Fall ist noch ungeklärt, ob die Symptome durch die Hochfrequenzstrahlung verursacht sind oder eine Stressreaktion auf die Präsenz der Basisstation darstellen.

Kainz W, Neubauer G, Alesch F, Schmid G, Jahn O.

Electromagnetic compatibility of electronic implants--review of the literature.

Wien Klin Wochenschr 2001; 113 (23-24): 903-14

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Diebstahlsicherungen

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Studientyp:
Mobilfunkbasisstationen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zu Interferenzen bei Implantaten durch EMF

Resultat: Folgende Implantate haben sich in Untersuchungen als problematisch herausgestellt in bezug auf die elektromagnetische Verträglichkeit (in Klammern die Häufigkeit dieser Implantate in den industrialisierten Ländern Europa, Nordamerika, Australien und Japan): Herzschrittmacher (240/100'000), Defibrillatoren (0.1/100'000), Implantate im Gehörgang (1/100'000), Neurostimulatoren (0.1/100'000), Rückemarksstimulatoren (?), Medikamenteneinfusionssysteme (0.05/100'000) und Rückenmarksfusionssysteme (5/100'000)

Es wurden störende Einflüsse auf mindestens eines der obigen Implantate durch folgende EMF-Quellen gefunden: Kernspinresonanztomographie (MRI), elektrochirurgische Geräte, Geräte der Zahnmedizin, Rückenmarkstimulatoren, elektrische Rasierer und Zahnbürsten, Induktionskochherde und andere Haushaltsgeräte, elektronische Selbstverteidigungsgeräte, laufende Automotoren, hochbelastete EMF-Arbeitsplatzsituationen, Hochspannungsleitungen, Körperströme, Herzaufzeichnungsgeräte, Metalledektoren, Mobiltelefone, Diebstahlsüberwachungsanlagen in Läden, sowie Geräte der Physiotherapie. Zumindest die letzten 3 Quellen emittieren vorwiegend Hochfrequenzstrahlung. Zu Interferenzerscheinungen durch Mobilfunkbasisstationen gibt es noch keine publizierte Studien.

Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS.

Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users.

Epidemiology 2002; 13 (3): 356-9

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumoren sowie Speicheldrüsentumoren

Kollektiv: Alle Patienten mit Hirn- oder Speicheldrüsentumoren, die 1996 in Finnland diagnostiziert wurden. Das waren 398 Hirntumore und 34 Speicheldrüsentumore. Pro Fall wurden 5 Kontrollpersonen ausgewählt (übereinstimmend bezüglich Geschlecht und Alter). Die Hirntumore setzten sich zusammen aus 198 Gliomen (Tumor des Binde- und Stützgewebes des Nervensystems), 129 Meningiomen (Tumor der Deckzellen der Hirnhaut) sowie 72 anderen oder nicht spezifizierten Hirntumoren. Die Patienten waren zwischen 20 und 69 Jahre alt, das Durchschnittsalter der Hirntumorpatienten betrug 50.5 Jahre, der Patienten mit Speicheldrüsentumor 52.6 Jahre. Der Frauenanteil lag bei 56% (Hirntumorpatienten) und 38% (Speicheldrüsentumor-Patienten).

Exposition: Benutzung eines Mobiltelefons. Alle Privatpersonen mit einer Einschreibung für Mobilfunk bei Telefongesellschaften in Finnland wurden eruiert (>500'000). Die Informationen zum Telefongebrauch der Patienten und der Kontrollpersonen stammten von zwei Telefongesellschaften. Registriert wurde der Telefentyp (analog/digital) und die Dauer der Subskription. Die Benutzung von 450-MHz-Analogtelefonen wurde nicht berücksichtigt, da diese Geräte die Antenne normalerweise extern in einem Koffer montiert haben.

Methode: Es wurde eine registerbasierte Fall-Kontrollstudie durchgeführt. Die statistische Analyse erfolgte mit konditionaler logistischer Regression. Die statistische Power der Studie (alpha 5%, Macht 80%) war berechnet, um für Hirntumore eine Odds-Ratio von 1.4 und für Speicheldrüsentumore eine OR von 2.8 entdecken zu können.

Zusätzlich wurde die Lokalisation und die Histologie des Tumors bei 32 Gliompatienten, die ein Mobiltelefon

benutzten, mit den entsprechenden Daten von 32 Gliompatienten ohne Mobiltelefon verglichen. Einflussfaktoren: Wohngegend (städtisch/ländlich), sozioökonomischer Status, Beruf.

Resultat: 13% der Hirntumorpatienten, 12% der Speicheldrüsentumor-Patienten und 11% der Kontrollpersonen waren bei einer Telefongesellschaft als Mobiltelefonbenutzer registriert. Die durchschnittliche Einschreibedauer lag bei 2 bis 3 Jahren für Analogtelefone und bei weniger als einem Jahr für Digitaltelefone. Das Hirntumorrisiko war leicht erhöht (OR=1.3; 95%CI: 0.9-1.8). Das Hirntumorrisiko stieg mit zunehmender Einschreibedauer von 1.0 (< 1 Jahr) bis auf 1.5 (> 2 Jahre) an. Separate Analysen ergaben kein erhöhtes Risiko für Benutzer von GSM-Telefonen (OR=0.9; 95%CI: 0.5-1.5), jedoch ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für Analogtelefonbenutzer (OR=1.6; 95%CI: 1.1-2.3). Bei Unterteilung nach Hirntumortyp war die Odds-Ratio (OR) für Gliome am höchsten. Für alle Telefonarten zusammen lag die OR bei 1.5 (95%CI: 1.0-2.4). Für Analogtelefonbenutzer war das Gliomrisiko statistisch signifikant erhöht (OR=2.1; 95%CI: 1.3-3.4), nicht aber für Benutzer von digitalen Telefonen (OR=1.0). Für Benutzer von Analogtelefonen wurde eine signifikante Zunahme des Gliomrisikos mit der Dauer der Einschreibung beobachtet: 20% (95%CI: 10-30%) pro Jahr. Der histologische Vergleich der Gliome ergab keinen Unterschied zwischen Mobiltelefonbenutzern und Nicht-Benutzern. Bei Speicheldrüsentumoren fand sich keine Assoziation mit der Mobiltelefonbenutzung.

Schlussfolgerung: Die Autoren merken an, dass Informationen direkt von den untersuchten Personen den Daten von Registern oder Telefongesellschaften vorzuziehen wären. Entsprechende Studien mit besseren Expositionsabschätzungen würden zuverlässigere Resultate liefern als diese Studie .

Bemerkungen: Aufgrund der Daten von den Telefongesellschaften konnte die Subskriptionsdauer genau erfasst werden. Jedoch konnte nicht überprüft werden, ob der Eingeschriebene auch der Benutzer des Mobiltelefons war. Falls es hier Diskrepanzen gab, wäre eine Unterschätzung der wahren Expositions-Wirkungsbeziehung zu erwarten, nicht eine Überschätzung. Die Resultate sind insofern plausibel, als ein Effekt für Analogtelefone gefunden wurde, nicht aber für Digitaltelefone. Analogtelefone besitzen eine grössere Strahlungsleistung, und die Subskriptionsdauer bei diesem Gerätetyp war generell länger. Die durchschnittlich beobachteten 2 bis 3 Jahre sind allerdings relativ wenig im Vergleich zur Latenz-/Induktionszeit von Hirntumoren.

Finanzierung: Finnish National Technology Agency (TEKES) research program. Finnish mobile phone manufacturers and network providers contributed to the funding for the TEKES research program.

McElroy JA, Newcomb PA, Remington PL, Egan KM, Titus-Ernstoff L, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Baron JA, Stampfer MJ, Willett WC.

Electric blanket or mattress cover use and breast cancer incidence in women 50-79 years of age.

Epidemiology 2001; 12 (6): 613-617

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Brustkrebs

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

<u>Studientyp:</u> Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob Frauen, die elektrische Heizdecken oder Bettwärmer verwenden, häufiger an Brustkrebs erkranken als andere.

Kollektiv: Daten aus den Krebsregistern von Massachusetts, New Hampshire und Wisconsin von 1494 Frauen zwischen 50 und 79 Jahren mit neu diagnostiziertem Brustkrebs in den Jahren 1992 bis 1994. Dazuhin 2498 Kontrollpersonen aus der Bevölkerung der selben Gebiete und der gleichen Alterskategorien.

Methode: Zwischen Juni 1994 und Juli 1995 wurden Telefoninterviews durchgeführt, in denen die Studienteilnehmerinnen nach der Verwendung von elektrischen Decken oder Matratzenüberzügen gefragt wurden. Ausserdem wurden die Risikofaktoren für Brustkrebs (gynäkologische Anamnese, Alkoholkonsum, Mammographien, Grösse, Gewicht) und die demographische Angaben erhoben. Bei einer Untergruppe wurde nach 2 bis 6 Monaten die Zuverlässigkeit der Antworten überprüft. Logistische Regressionsanalyse zur Untersuchung der Verwendung von Heizdecken (jemals, im letzten Jahr vor der Diagnose bzw. nie) und deren Dauer in Monaten. Einflussfaktoren: Menopausenstatus, Alter bei Menopause, Alter bei Geburt des ersten Kindes, Schulbildung, Body Mass Index, Alkoholkonsum, Brustkrebsanamnese bei Mutter, Tochter oder Schwester.

Resultat: Nach Einrechnung der erfassten Brustkrebs-Risikofaktoren war die Häufigkeit der Verwendung von Heizdecken bei den Frauen mit Brustkrebs und den Kontrollfrauen gleich, mit einer OR von 0.93 (95%CI 0.82 -1.06). Bei Frauen, die früher Heizdecken verwendet hatten, betrug das relative Risiko 1.01 (0.87-1.17). Für Studienteilnehmerinnen, die im Jahr vor der Diagnose bzw. im Referenzjahr eine Heizdecke benutzt hatten, war die OR 0.79 (0.66-0.95) im Vergleich zu denjenigen, die nie eine solche Decke verwendet hatten. Es zeigte sich

kein Zusammenhang zwischen Verwendungsdauer und Brustkrebsrisiko.

Finanzierung: Nat. Cancer Institute

Goodman M, Kelsh M, Ebi K, Iannuzzi J, Langholz B.

Evaluation of potential confounders in planning a study of occupational magnetic field exposure and female breast cancer.

Epidemiology 2002; 13 (1): 50-58

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Methodische Studie zur Untersuchung möglicher Einflüsse, die eine Beziehung zwischen Brustkrebs und beruflicher Magnetfeldexposition vortäuschen oder falsch negativ werden lassen könnten.

Methode: Für die bekannten Brustkrebs-Risikofaktoren wurde die Stärke der Beziehung, die Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung und die Prävalenz in der exponierten Bevölkerung geschätzt, die nötig wäre, um eine hypothetische Odds-Ratio zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Brustkrebs vollständig zu erklären. Danach wurden die Analysen für zwei, drei, vier und fünf Einflüsse kombiniert untersucht. Methodische Studie. USA.

Resultat: Zu den Faktoren, die wegen ihrer Häufigkeit in der Bevölkerung einen Einfluss auf das Brustkrebsrisiko haben könnten, gehören Übergewicht, Geburtsort (Kontinent), mammographisch festgestellte Verdichtung des Brustgewebes, gutartige proliferative Veränderungen der Brust, frühere Erkrankung an Brustkrebs, Konsum von mindestens zwei Gläsern Alkohol pro Tag und Brustkrebserkrankung bei einer erstgradigen Verwandten.

Von diesen Einflüssen sind aber nur der Geburtsort, die Krebsanamnese, das Übergewicht und der Alkoholkonsum auch mit der beruflichen Exposition assoziiert.

Wenn Studiendaten nicht für solche Einflüsse kontrolliert werden (einzeln oder in Kombination), könnten falsch positive Odds-Ratios zwischen Brustkrebs und Magnetfeldern in der Größenordnung von 1.2 bis 1.3 entstehen. Odds-Ratios von mehr als 1.5 sind dagegen kaum zu erwarten.

Eine falsch negative Beziehung zwischen Brustkrebs und beruflicher Magnetfeldexposition könnte vorgetäuscht werden, wenn die exponierte Gruppe viele Immigrantinnen aus Asien und Afrika einschliesst.

Finanzierung: Electric Power Research Institute

Söderberg KC, Naumburg E, Anger G, Cnattigius S, Ekbom A, Feychting M.
Childhood leukemia and magnetic fields in infant incubators.
Epidemiology 2002; 13 (1): 45-49

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob die Magnetfeldexposition in Brutkästen das Leukämierisiko von Kindern beeinflusst.

Kollektiv: 726 Kinder, die von 1973 bis 1989 in Schweden geboren worden waren und bei denen im Krebsregister die Diagnose Leukämie festgehalten war, und 726 Kontrollkinder ohne Leukämiediagnose mit gleichem Geburtsmonat und Geschlecht. 21 Kinder mit Down-Syndrom und fünf Kinder mit kongenitaler Leukämie wurden ausgeschlossen.

Exposition: Zwölf Inkubatormodelle konnten auf ihr Magnetfeld hin untersucht werden. Es wurden verschiedene Expositionsindikatoren verwendet: Inkubatorbehandlung ja/nein, Dauer des Aufenthalts in einem Inkubator (weniger oder mehr als 30 Std.), die gemessene durchschnittliche Magnetfeldbelastung durch das Gerät (mehr oder weniger als 0.6 μ T bzw. 1.0 μ T) und die aufsummierte Belastung (kein Inkubator, bis zu 10 μ T-Std., mehr als 10 μ T-Std.).

Methode: Für jedes Kind wurden aus den Unterlagen des Geburtsspitals die Behandlungen vor und nach der Geburt registriert, inklusive Aufenthaltszeit in einem Brutkasten und Modell des Inkubators. Statistische Methoden: Bedingte logistische Regressionsanalyse für alle Leukämien zusammen und jeweils separat für akute lymphatische und akute myeloische Leukämie. Für akute lymphatische Leukämie: Stratifizierung nach Alter zum Zeitpunkt der Diagnose (Altersgruppen: 0 bis 4, 5 bis 9 und 10 bis 16 Jahre). Einflussfaktoren: Anamnese der Mutter (Alter, frühere Schwangerschaften, Fehlgeburten, Fertilitätsbehandlung, Bluthochdruck, Rauchen etc.), Schwangerschaftsverlauf (Dauer, Komplikationen, Röntgen-, Ultraschalluntersuchungen usw.), Art der

Entbindung (Kaiserschnitt), Stellung des Kindes in der Geschwisterreihe, Geburtsgewicht, angeborene Fehlbildungen, Sauerstoffbeatmung, Gelbsucht, Infektionen, Asphyxie, Röntgenuntersuchungen nach der Geburt und Behandlung auf der Neugeborenenstation.

Resultat: Die Magnetfeldstärke der Geräte betrug im Durchschnitt $1.04\ \mu\text{T}$, mit einer Spanne von 0.23 bis $4.36\ \mu\text{T}$. Die individuelle Exposition der Kinder, die in Brutkästen behandelt wurden, lag zwischen 0.3 und $4.36\ \mu\text{T}$, im Durchschnitt bei $1.07\ \mu\text{T}$ oder aufsummiert über die Behandlungsdauer zwischen 0.3 und $613.58\ \mu\text{T}\cdot\text{Std.}$. Die Analyse ergab, dass Kinder mit Leukämie nicht häufiger in Inkubatoren behandelt worden waren als Kinder ohne Leukämie. Beim Vergleich von nichtexponierten Kindern und Kindern mit Magnetfeldbelastung von bis zu $0.6\ \mu\text{T}$ oder mehr als $0.6\ \mu\text{T}$ ergaben sich keine erhöhten Risiken, weder für alle Leukämien zusammen noch für die akuten lymphatischen Leukämien. Hinsichtlich der akuten myeloischen Leukämien waren die Vertrauensintervalle der Risikoschätzer sehr weit, und es zeigte sich keine Dosis-Wirkungsbeziehung. (51 Fälle und 54 Kontrollen waren nicht exponiert, 4 Fälle und ein Kontrollkind waren weniger als $0.6\ \mu\text{T}$, 2 Fälle und 2 Kontrollkinder mehr als $0.6\ \mu\text{T}$ exponiert. Bei Verwendung des Summenindikators waren 51 Leukämiepatienten und 51 Kontrollkinder nicht exponiert; 2 Fälle, keine Kontrollen bis zu $10\ \mu\text{T}\cdot\text{Std.}$ und 3 Fälle, 4 Kontrollen mehr als $10\ \mu\text{T}\cdot\text{Std.}$).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen kaum Hinweise auf ein erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern durch Magnetfeldexposition in Brutkästen.

Bemerkungen: Die Autoren präsentieren die nichtadjustierten Werte, da die Kontrolle für mögliche Einflussfaktoren (Confounder) die relativen Risiken nicht wesentlich verändert habe.

Finanzierung: Swedish Cancer Society

Lee GM, Neutra RR, Hristova L, Yost M, Hiatt RA.

A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages.

Epidemiology 2002; 13 (1): 21-31

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob Frauen, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen wohnen und höhere Magnetfeldwerte zu Hause haben oder eine höhere persönliche Magnetfeldbelastung, ein grösseres Fehlgeburtsrisiko haben als nichtexponierte Frauen.

Kollektiv: 155 Frauen mit Abort bis zur 20. Schwangerschaftswoche und 509 Frauen, die geboren hatten, aus einer prospektiven Kohortenstudie über Fertilität in Nord-Kalifornien. Eingebettete Fall-Kontrollstudie.

Exposition: Niederfrequente elektromagnetische Felder in der Umgebung von Hochspannungsleitungen.

Methode: Im prospektiven Teil der Studie wurden die Wohnungen von 219 Frauen etwa in der 12. Schwangerschaftswoche nach den Wertheimer- Leeper'schen Belastungskategorien codiert. Zusätzlich wurde die Magnetfeldstärke zu Hause (Spotmessungen) und persönlich (über 24 Std.) gemessen. Die persönliche Messung wurde als zeitgewichteter Durchschnittswert, als Änderungsrate (absolute Änderung der Werte zwischen aufeinander folgenden Messungen) und als Höchstwert in 24 Std. festgehalten. Bei 176 von 219 Frauen konnte die Magnetfeldbelastung in der 30. Schwangerschaftswoche nochmals gemessen werden. Von diesen Studienteilnehmerinnen hatten 10 eine Fehlgeburt, 166 trugen die Schwangerschaft aus. Zusätzlich wurden in der 30. Schwangerschaftswoche die selben Messungen durchgeführt bei 167 Frauen aus der ursprünglichen Kohortenstudie, die einen Abort hatten, und bei 384 Frauen, welche die Schwangerschaft austragen hatten (Fall-Kontroll-Teil der Studie). Insgesamt waren Messungen aus der 30. Woche von 155 Frauen mit Abort und von 509 Kontrollfrauen vorhanden. Angaben über persönliche Risikofaktoren für alle Teilnehmerinnen stammten aus einem Interview ungefähr in der 8. Schwangerschaftswoche. Statistische

Methode: multiple logistische Regressionsanalyse. Eingebettete Fall-Kontrollstudie. USA.

Resultat: Die Einteilung in 4 Kategorien nach Wertheimer-Leeper (sehr hohe Belastung durch Leitungen, hohe, niedrige Belastung und Leitungen vergraben) korrelierte schwach mit den 90. Perzentilen der durchschnittlichen persönlichen Belastungen und nicht mit den übrigen Indikatoren. Die persönlichen Belastungsparameter waren alle mässig bis hoch miteinander korreliert, am stärksten der Maximalwert und die Änderungsrate.

Im Fall-Kontrollteil der Studie zeigte sich über 4 Kategorien von zunehmendem Maximalwert ein signifikanter Trend für Abort, im 3. Quartil mit einer Belastung von 23.42 bis 35.05mG betrug die OR 1.9 (1.0-3.5), im 4. Quartil mit Werten von 35.05 mG und mehr war die OR 2.3 (1.2-4.4). Derselbe Trend war auch mit dem Indikator Änderungsrate signifikant: 3. Quartil 0.62-0.94mg OR 2.3 (1.2-4.4), 4. Quartil mit mehr als 0.94mg OR 3.1 (1.6-6.0).

Im prospektiven Studienteil korrelierten die Messungen in der 12. Woche nicht gut mit den Messungen der 30. Woche, gerade für die Änderungsrate und Maximalmessungen. Trotzdem waren auch bei diesen Frauen die Änderungsrate und die Maximalwerte mit dem Abortrisiko assoziiert. Zusätzlich war auch das relative Risiko für Spotmessungen aussen an der Haustüre von 2mG oder mehr im Vergleich mit niedrigeren Werten mit RR 3.1 (1.0-9.7) erhöht und auch die höheren Durchschnittsbelastungen (24-Std.-Messungen) zu Hause zeigten ein erhöhtes Risiko.

Bemerkungen: Da drei Viertel der Teilnehmerinnen einem Maximalwert von mehr als 14 mG oder einer Feldänderungsrate von mehr als 0.42 mG ausgesetzt waren und dies mit Odds-Ratios von 2.0 oder mehr verbunden war, könnte die Magnetfeldexposition für einen wesentlichen Teil der Fehlgeburten verantwortlich sein, falls die Beziehung kausal wäre. Siehe auch nachfolgende Studie von Li et al. (Id.Nr.1587) und Kommentar von D.A. Savitz (Id.Nr.1588) in der selben Ausgabe der Zeitschrift.

Finanzierung: California Departement of Health Services

Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, Bracken TD, Senior R, Rankin R, Iriye R.

A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage.

Epidemiology 2002; 13 (1): 9-20

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)
Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Frauen in der Frühschwangerschaft zur Untersuchung, ob Magnetfeldexposition mit einem erhöhten Risiko für frühe Aborte verbunden ist. Eine Vorgängerstudie hatte in einem kleineren Kollektiv ein solches Risiko gefunden (Lee GM et al., A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. Epidemiology 2002; 13 (1), 21-31).

Exposition: Die Frauen wurden in einem Interview nach persönlichen Risikofaktoren für eine Fehlgeburt befragt sowie nach ihrer Magnetfeldexposition zu Hause und am Arbeitsplatz und nach ihren Alltagsaktivitäten. Alle Teilnehmerinnen trugen während 24 Std. einen EMDEX-II-Monitor, der alle 10 Sekunden die Magnetfeldbelastungen im Bereich von 40 bis 800 Hz und von 100 bis 800 Hz aufzeichnete. In dieser Zeit führten die Probandinnen ein Aktivitätstagebuch. Daneben wurden Punktmessungen des Magnetfelds im Schlafzimmer, in der Küche, im Wohnraum und im Freien durchgeführt sowie die Wertheimer-Leeper-Konfiguration bestimmt. Als Expositionsmass diente die durchschnittliche Magnetfeldexposition über 24 Std. und die Maximalbelastung.

Methode: Die Information, ob die Teilnehmerinnen eine Fehlgeburt erlitten hatten, stammte aus den Unterlagen des "Kaiser Permanente Medical Care Program" in Nord-Kalifornien. Ein Teil der Angaben wurde telefonisch überprüft. Statistische Methode: Cox proportional Hazard Modell. Als Risiko-Zeitfenster wurden dabei die Tage seit dem positiven Schwangerschaftstest bis zur Fehlgeburt, zum Wegzug aus der Wohnung oder bis zur 20. Schwangerschaftswoche betrachtet.

Resultat: 252 Frauen waren während der 24 Std. Messungen einer Maximalbelastung von <16 mGauss ($=1.6 \mu\text{T}$) ausgesetzt. Bei 717 Frauen wurde eine Maximalbelastung von ≥ 16 mG gemessen. Frauen mit einer

Durchschnittsbelastung von mindestens 3 mG ($=0.3 \mu\text{T}$) hatten nicht signifikant häufiger eine Fehlgeburt als Frauen mit einer geringeren Durchschnittsbelastung (RR 1.2, 95%CI: 0.7-2.2). Hingegen stieg das Risiko für eine Fehlgeburt mit zunehmender Maximalbelastung von etwa 16 mG an. Das Abortrisiko mit einer Magnetfeldbelastung von 16 mG und mehr betrug 1.8 (1.2-2.7). Das Risiko für frühe Aborte vor der 10. Woche (RR 2.2, 1.2-4.0) war grösser als für später, und höher bei Frauen, die schon früher eine Fehlgeburt gehabt hatten oder lange nicht schwanger geworden waren (RR 3.1, 1.3-7.7). Wenn Frauen mit unüblichem Tagesablauf am Messtag aus der Analyse ausgeschlossen wurden, ergaben sich folgende Risikoschätzer: insgesamt RR 2.9 (1.6-5.3), für frühe Aborte 5.7 (2.1-15.7) und für Frauen mit Subfertilität RR 4.0 (1.4-11.5).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass hohe maximale Magnetfeldbelastungen (über 16 mG) mit einem erhöhten Abortrisiko verbunden sein könnten. Sie halten es für unwahrscheinlich, dass das Resultat durch nicht kontrollierte oder nicht gemessene Einflussfaktoren zustande gekommen ist.

Bemerkungen: s. Vorgängerstudie: Lee GM et al., A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. Epidemiology 2002: 13 (1), 21-31, und Kommentar von Savitz DA, Epidemiology 2002: 13 (1), 1-4.

Finanzierung: California Public Utilities Commission

Savitz DA.

Magnetic fields and miscarriage.

Epidemiology 2002; 13 (1): 1-4

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zu den Studien von Lee et al. 2002 (Id.Nr. 1586) und Li et al. (Epidemiology 2002, Id.Nr.1587) über die Beziehung zwischen niederfrequenter Magnetfeldexposition in der Frühschwangerschaft und Abortrisiko.

Methode: Kommentar zu den Studien Nr. 1586 und 1587.

Resultat: Die explorative Studie von Lee et al. (Id.Nr.1586) untersuchte die Magnetfeldbelastung in der 30. Schwangerschaftswoche (SSW) oder einige Monate nach einem Abort. Da die maximale Magnetfeldbelastung davon abhängt, wie viel sich die Frau bewegt bzw. in welcher Umgebung sie sich befindet (Nähe zum Kopierapparat etc.), ist anzunehmen, dass Schwangere in der 30.SSW weniger exponiert sind als Frauen nach einer Geburt resp. Fehlgeburt. Daraus lässt sich die höhere Magnetfeldbelastung der Frauen mit Abort einfach erklären. Die höhere Maximalbelastung der Frauen mit späterem Abort in der Studie von Li et al. (2002) wird folgendermassen erklärt: Frauen mit Übelkeit, d.h. höheren Östrogenwerten, hätten ein kleineres Abortrisiko. Wegen der Übelkeit würden sie sich bereits in der Frühschwangerschaft weniger bewegen. Fehlende Übelkeit könne dagegen bereits ein Indikator für einen drohenden Abort sein. Diese Frauen bewegten sich aber mehr, weil es ihnen besser gehe und hätten daher eine höhere maximale Magnetfeldbelastung. Dieser Störfaktor sollte bei der Auswertung der Studienresultate berücksichtigt werden. Dass sich die Assoziation zwischen Exposition und Abortrisiko als noch stärker erwies, wenn nur Frauen betrachtet wurden, deren Expositionsmessung an einem Tag mit "gewöhnlichem Tagesablauf" stattfand, wertet der Kommentator nicht als stichhaltig, da auch Tage im Bett als gewöhnlich bezeichnet werden könnten.

Kheifets LI, Greenberg RS, Neutra RR, Hester GL, Poole CL, Rall DP, Lundell G.
Electric and magnetic fields and cancer: case study.
American Journal of Epidemiology 2001; 154 (12): S 50 - S 59

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Veranschaulichung des Zusammenspiels in der EMF-Forschung und -Debatte zwischen und innerhalb verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen, zwischen Epidemiologen, den Medien und vorschriftensetzenden Behörden.

Resultat: Historischer Hintergrund und Entwicklung von 1960 bis 1999:

60er/70er-Jahre: erste Forschungen aus der Sowjetunion, Studien in USA, 1984: Environmental Protection Agency verlangt mehr Forschung, 1989: Empfehlung zu vorsichtigem Umgang, 1990: Entwurf, dass EMF ev. kanzerogen. Starke Medienpräsenz. 1990-1993: Richtlinien für mögliche Gesundheitseffekte von EMF auf Nervenstimulation. 1996: National Research Council: suggeriert keine Gefahr. In Deutschland erste nationale EMF-Regulierung. National Cancer Institute: Leukämiestudie mit negativen Resultaten. National Action Plan on Breast Cancer: weitere Forschung nötig. 1998: International Commission on Non-ionizing Radiation Protection: Richtlinien für öffentliche und berufliche Expositionen basierend auf akuten Effekten wie Stimulation der Nerven und Muskeln. 1999: National Institute for Environmental Health: EMF sind nicht unbedingt kanzerogen, aber nicht völlig sicher in Bezug auf Leukämie.

Epidemiologie und Politik: Die öffentliche Besorgnis über EMF-Expositionen kann teilweise der Risikowahrnehmung zugeschrieben werden: Krebserkrankungen sind gefürchtet, EMF sind oft ein nicht freiwillig eingegangenes Risiko und das Risiko ist in der Wissenschaft noch nicht klar. Das öffentliche Interesse kann politischen Druck auslösen und Forschungsmandate beeinflussen. Die Forschungsergebnisse können wiederum politische Konsequenzen haben.

Finanzierungen der Forschung sehr unterschiedlich: In Schweden z.B. kontinuierliche Forschungsgelder, in USA fluktuierend. Kosten-Nutzen-Überlegungen für Regulierungen und Forschungsfinanzierung.

EMF-Problembereich verursacht 3 Konflikte: 1. Unvollständige oder gegensätzliche Forschungsergebnisse stellen die Existenz eines gesundheitlichen Problems für die Öffentlichkeit in Frage; 2. Konflikt, was bei einem möglichen

Risiko getan werden soll; Unsicherheit über die Verantwortlichen für die Regelung des Risikos. Die Frage, ob EMF-Forschung gestoppt oder weitergeführt werden soll, wurde wiederholt gestellt. EMF-Forschung braucht transdisziplinäre Expertise von Epidemiologen, Statistikern, Expositionsabschätzern, Toxikologen, Biologen, Physiologen, Endokrinologen und Physikern. Die Kommunikation der epidemiologischen Befunde ist wichtig für die Öffentlichkeit und Politik. Während allen Stadien der epidemiologischen Forschung sollte ein Austausch mit anderen Experten und Entscheidungsträgern stattfinden. Bei der Veröffentlichung von Resultaten und Empfehlungen für die Politik bestehen Probleme. Schwierig ist auch die Abschätzung der Exposition: In epidemiologischen Studien wird eine Vielzahl von Expositionsmassen gebraucht. Es ist aber unbekannt, welches das biologisch geeignetste ist. Generell haben die Studien keinen einheitlichen Ansatz für die Expositionsabschätzung. Die Schwellenwerte und die Einteilung der Expositions-kategorien sind wichtig für die Politik.

Schlussfolgerung: Je nachdem, wie das Publikum das Risiko eines epidemiologischen Themas wahrnimmt, fällt seine Besorgnis grösser oder kleiner aus. Die Wahrnehmung der Gesundheitsrisiken ist stark beeinflusst von der Medienberichterstattung, der Art des Risikos und der assoziierten Exposition. Die mit der Akzeptanz oder der Vermeidung von Risiken verbundenen persönlichen und gesellschaftlichen Kosten und Nutzen beeinflussen die Risikowahrnehmung. Öffentliche Anliegen wirken auf Forscher, Public Health- Fachpersonen und Finanzierungsbehörden, indem sie durch ihren Einfluss auf die Politik die epidemiologische Forschungsagenda bestimmen. Epidemiologische Forschung kann zu wissenschaftlichen und öffentlichen Kontroversen führen. Es gibt auch Schwierigkeiten in der interdisziplinären Kommunikation und Kollaboration unter den Epidemiologen. Eine effektivere Kommunikation sowie ein tieferes Verständnis der Risikowahrnehmung seitens der Epidemiologen könnte helfen, Risiken den Medien und der Öffentlichkeit gegenüber richtig darzulegen. Die Nachprüfung durch ein Expertengremium könnte das öffentliche Verständnis für die wissenschaftlichen Resultate fördern. Eine Diskussion unter Forschenden, Risikoabschätzern und Politikern während des ganzen Untersuchungsprogrammes könnte das Studiendesign verbessern und ev. den Beitrag der Studie zur Politik erhöhen.

Frentzel-Beyme R .

Woher die Aufregung? Indizien und Befürchtungen zu den Folgen hochfrequenter Radiowellen.

Umwelt-Medizin-Gesellschaft 2002; 15 (2): 146-153

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Alle, generell	Elektrohypersensibilität,
Exposition:	Erwachsene (alle)	Beschwerden
	Personen mit	Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Feldart: elektrisch	Elektrohypersensibilität	Reaktionszeit
Feldart: magnetisch	Tiere	Schlafphasen und Schlafqualität
Fernseh- und Radiosender		Zentralnervensystem
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein	Wirkungsdauer:	Land:
Mobiltelefone	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel über die Mobilfunkstrahlung unter dem Gesichtspunkt des Vorsorgeprinzips und aus der Perspektive der epidemiologischen Forschung.

Resultat: Die Hinweise auf die Schädlichkeit der Mobilfunkstrahlung werden abgeleitet aus Klagen von Vodafone-Aktionären, aus Schlafstudien (Altpeter et al., Id.Nr. 1003; Mann et al., Id.Nr. 1143, und Borbely et al., Id.Nr. 1130) und aus Untersuchungen an Tieren (Löscher & Käs, Id.Nr. 1489; dabei wird die gehäufte Virusinfektion bei exponierten Rindern als Folge der Exposition interpretiert und nicht als Störfaktor). Die Methodik in der Studie von Santini et al. (Id.Nr.1570) ist zwar weit von epidemiologischen Massstäben entfernt, kann aber trotz ihrer mangelnden Qualität als Hinweis auf einen möglichen Zusammenhang interpretiert werden.

Schlussfolgerung: Die NEMESIS-Studie (Id.Nr. 1535) unterscheidet zwischen Elektrosensibilität und -sensitivität. Für die Anwendung des Vorsorgeprinzips ist die Sensibilität von Bedeutung. Die Erforschung der gesundheitlichen Auswirkungen wird behindert (Telekomgesellschaften) oder nicht mit dem nötigen Nachdruck gefördert (Gesundheitsministerium). Ein Beispiel dafür ist die bevölkerungsbezogene Schlafstudie im ostfriesischen Rhauderfehn. Der Autor plante eine Studie zur Schlafqualität in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen. Die Betreiber verweigerten die Zusammenarbeit, scheinen also nicht an der Erforschung der Auswirkungen auf die Gesundheit interessiert. Die Forschung sollte vermehrt die Reaktion in der Bevölkerung untersuchen und sich weniger mit modellhaften Anordnungen beschäftigen.

Bemerkungen: Die Diskussion ist deutlich auf das Vorsorgeprinzip fokussiert. Der Autor geht von einer Schädlichkeit der Strahlung aus, so lange nicht das Gegenteil bewiesen ist. Es werden nur Studien erwähnt, die einen Effekt fanden. In diesem Sinne ist die Diskussion einseitig, jedoch nie inkorrekt.

Hietanen M, Hamalainen AM, Husman T .

Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: No causal link.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (4): 264-70

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Elektrohypersensibilität,
	Personen mit	Beschwerden
<u>Exposition:</u>	Elektrohypersensibilität	HerzKreislaufsystem
	Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	Schlafphasen und Schlafqualität
	Mobilfunk allgemein	Seh- und Hörstörungen
Mobiltelefone		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie zur Hypersensibilität gegenüber Mobiltelefonexposition.

Kollektiv: 20 Freiwillige (13 Frauen, 7 Männer). Alle Probanden bezeichneten sich als sensibel gegenüber Mobilfunkstrahlung und teilweise auch gegenüber anderen EMF-Quellen.

Das Durchschnittsalter bei den Frauen war 51 Jahre (37 bis 67 J.), bei den Männern 47 Jahre (42 bis 53 J.).

Exposition: Die Exposition erfolgte durch ein Analogtelefon (ungepulst) mit einer Leistung von 1 W sowie durch ein 900-MHz-GSM-Telefon und ein 1800-MHz-GSM-Telefon. Die Pulsierung war 217 Hz und die durchschnittliche Sendeleistung lag bei 0.25 bzw. 0.125 W. Die Distanz zum Ohr betrug 1 bis 5 cm.

Methode: Die Versuche erfolgten in ländlichem Gebiet, um die Hintergrundstrahlung zu minimieren. Auf jeder Kopfseite des Probanden wurde berührungsfrei ein Telefon montiert, wobei nur eines der beiden Geräte Strahlung aussenden konnte. Die Exposition erfolgte einfach verblindet. Pro Tag wurden 3 bis 4 Experimentsitzungen à 30 Minuten durchgeführt. Die Pausen zwischen den Tests dauerten mindestens 60 Minuten, und es wurde geprüft, dass keine Symptome vom vorhergehenden Experiment mehr vorhanden waren. Die Scheinexposition erfolgte immer als erstes oder zweites Experiment. Während des Versuchs wurden alle 5 Minuten die Herzfrequenz sowie der diastolische und der systolische Blutdruck der Probanden gemessen. Die Atemfrequenz wurde visuell registriert. Beim Auftreten von Symptomen sollten die Probanden ihre Empfindungen beschreiben.

Resultat: 19 Probanden berichteten über Symptome; die meisten Beschwerden wurden während der Scheinexposition gefühlt. Die Frauen nahmen über 20 verschiedene Symptome wahr, die Männer deutlich weniger. Die meisten Symptome betrafen den Kopf, am häufigsten waren Schmerzen und Wärmegefühl im Kopf.

Ob das Hochfrequenzfeld an- oder abgeschaltet war, wurde von den Probanden nicht überzufällig häufig erkannt. Blutdruck und Herzschlag nahmen im Verlaufe des Tages tendenziell ab. Bei Scheinexposition war der systolische Blutdruck und die Herzfrequenz signifikant höher als bei realer Exposition. Die meisten Probanden berichteten über zusätzliche Symptome nach dem Test.

Schlussfolgerung: Gewisse Symptome könnten durch die halbstündige statische Haltung während des Experiments verursacht sein. Zehn Probanden hatten chronische Krankheiten wie Fibromyalgie (chronische Schmerzen an Sehnenansätzen und Muskeln), Myasthenie (Autoimmunkrankheit mit Störung der neuromuskulären Reizübertragung) und neurologische Erkrankungen, die möglicherweise die Symptome verursacht haben könnten. Die Studie gibt keinen Hinweis darauf, dass die Symptome durch die Mobilfunkstrahlung verursacht sind.

Bemerkungen: Die grösste Schwäche der Studie ist, dass die Expositionsreihenfolge nicht zufällig war und die Scheinexposition jeweils in der ersten oder zweiten Sitzung erfolgte. Da dies auch im Analysemodell nicht berücksichtigt wurde, lässt sich nicht auseinanderhalten, ob die sinkende Tendenz von Puls und Blutdruck durch das Angewöhnen an die Testsituation zustande kam, oder ob ein echter Unterschied bestand. Auch zum häufigeren Auftreten von Symptomen während der Scheinexposition könnten andere Faktoren wie Nervosität, ungewohnte Umgebung usw. zu Beginn der Experimente beigetragen haben. Gemäss Publikation waren die Probanden nicht mit der Testprozedur vertraut (wie viele Scheinexpositionen etc.). Es ist zu bezweifeln, ob dies bei der Aussage berücksichtigt wurde, dass die Ratewahrscheinlichkeit, ob das Feld an war oder nicht, nicht überzufällig gut war. Anhand der Angaben in der Publikation kann dies nicht überprüft werden.

Finanzierung: Tekes-National Technology Agency

Wenzel C, Wöhr AC, Unshelm J.

Verhalten von Milchrindern unter dem Einfluss elektromagnetischer Felder.

Der praktische Tierarzt 2002; 83 (3): 260-267

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Liege-, Steh- und Futteraufnahmeverhaltens von Milchrindern in Abhängigkeit von der Exposition gegenüber Mobilfunkantennen.

Kollektiv: Milchrinder aus 30 Anbindeställen in Bayern und Hessen.

Exposition: Die Strahlenbelastung wurde als Summenexpositionsfaktor in bezug auf die gültigen Grenzwerte in Promille angegeben. Die Betriebe wurden einerseits in die Klassen "exponiert" vs. "nicht exponiert" (Kontrolle) eingeteilt. Die Grenze zwischen Exposition und Kontrolle lag bei 0.034% vom erlaubten Grenzwert. Andererseits wurden die Betriebe nach Expositionsklassen unterteilt: A=überdurchschnittliche GSM-Exposition (GSM >50% der Gesamtexposition). B=überdurchschnittliche GSM-Exposition (GSM <50% der Gesamtexposition). C=unterdurchschnittliche GSM-Exposition (überdurchschnittliche Summenexposition). D=unterdurchschnittliche GSM-Exposition (unterdurchschnittliche Summenexposition).

Methode: Per Videoaufnahme wurde das Liege-, Steh- und Futteraufnahmeverhalten von 3 bis 5 nebeneinanderstehenden Rindern an zwei aufeinander folgenden Tagen dokumentiert. 696 Stunden Filmmaterial wurden auf bestimmte Verhaltensmuster hin durchgesehen: Liegen, Stehen, Futteraufnahme und als auffälliges Verhalten das 'Kopf-zur-Seite-wenden'. Normales Verhalten wurde im 10-Minuten-Rhythmus erfasst, auffälliges Verhalten permanent. Bei 8 Betrieben, die ihre Kühe auf der Weide hielten, wurden auch Beobachtungen für bestimmte, vorher festgelegte Verhaltensweisen gemacht. Gruppenvergleiche erfolgten mittels t-Test bei vorheriger Überprüfung der Varianzen mittels F-Test.

Resultat: Die Summe der Strahlung von Rundfunk, TV und Mobilfunk betrug beim am stärksten exponierten Stall 1.2% des erlaubten Grenzwertes. Die höchste Mobilfunkexposition war 0.5% des Grenzwertes. (Aus der

Publikation ist nicht ersichtlich, ob sich diese Angaben auf die Feldstärke oder auf die Leistungsflussdichte beziehen.)

Mit zunehmender GSM-Exposition des Stalles nahmen mittellange Liegeperioden der Tiere (10 bis 60 Minuten) zwischen 0 und 4 Uhr statistisch signifikant ab. Rinder der Gruppe A lagen tendenziell häufiger auf der linken Seite ($p=0.07$). Das auffällige Kopf-zur-Seite-Drehen wurde bei einem Rind der Gruppe A und bei 2 Rindern der Gruppe B beobachtet, jeweils vor der Fütterung.

Bei der Weidebeobachtung wurden signifikante Unterschiede zwischen den exponierten Rindern und den Kontrolltieren festgestellt. Die Kontrolltiere nahmen tendenziell am Morgen Futter zu sich, die exponierten Rinder am Nachmittag. In der Kontrollgruppe legten sich am Mittag 80% der Tiere auf den Boden, bei den exponierten Rindern war der Anteil liegender Tiere immer unter 50%. Exponierte Rinder hielten sich tendenziell in hofnäheren Gebieten auf. Die Wiederkäufrequenz und -dauer war bei den nichtexponierten Tieren deutlich höher als bei den exponierten.

Schlussfolgerung: Mittellange Liegeperioden sind typisch für Rinder in Anbindeställen. Verringerte mittellange Liegezeiten sind ein Indiz, dass die Tiere das Aufstehen und Niederlegen scheuen.

Der Zeitpunkt des auffälligen Kopf-zur-Seite-Wendens spricht eher für eine Stressreaktion vor der Fütterung als für einen EMF-Einfluss.

Das Weideverhalten der Kontrolltiere entsprach dem erwarteten Normalverhalten eher als das Verhalten der exponierten Rinder.

Insgesamt sprechen die Befunde für einen Einfluss des elektromagnetischen Feldes auf das Verhalten der Tiere. Fremdeinflüsse wie Betriebsführung oder geographische Verteilung werden ausgeschlossen. Ein Effekt der ungleichen Rassenverteilung in den Expositionsgruppen kann weder ausgeschlossen noch bestätigt werden. Tiere von Betrieben der Gruppe A und B wurden häufiger positiv auf BVD-Antikörper getestet. Ein solcher Effekt ist mit den vorliegenden Daten nicht abklärbar. Insgesamt werten die Autoren den Einfluss von Störgrößen als minim.

Bemerkungen: In der Publikation werden eventuelle Störgrößen angesprochen. Allerdings können die Autoren den Einfluss dieser "confounder" nicht abschätzen. Unklar ist, warum zeitweise 2 und zeitweise 4 Expositionsgruppen verglichen wurden. Schwer abzuschätzen ist auch, wie objektiv die Kategorisierung des Verhaltens der Tiere war. In der Publikation sind keine Angaben zu finden, ob die Kategorisierung blind gegenüber dem Expositionsstatus erfolgte. Dies wäre für eine objektive Beurteilung sicher wichtig.

Finanzierung: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Bortkiewicz A, Zmyslony M, Palczynski C, Gadzicka E, Szmigielski S.

Dysregulation of autonomic control of cardiac function in workers at AM broadcasting stations (0.738-1.503 MHz).

Electro- and Magnetobiology 1995; 14 (3): 177-191

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der beruflichen Radiostrahlungsexposition auf Herzschlagparameter

Kollektiv: 71 männliche Arbeiter von vier Radiostationen, die gegenüber Radiostrahlung exponiert waren und 22 männliche Arbeiter von 2 Richtfunkstrecken ("radio line"), die nicht exponiert waren. Alter der Exponierten war 46.9 Jahre (Standardabweichung 13.1 Jahre) und bei den Nicht-Exponierten 48.2 Jahre (± 17.4).

Exposition: Der Frequenzbereich bei den vier Radiostationen betrug 0.74-1.5 MHz. Die tägliche maximale Feldstärke in der exponierten Gruppe betrug im Mittel 164 V/m (Standardabweichung: 187 V/m). Diese maximale Feldstärke trat nur wenige Minuten pro Tag auf. Die tägliche Dosis der Exponierten war 113 Vh/m (± 75.4 Vh/m) und die kumulative Lebenszeitdosis betrug 226 kVh/m (± 233 kVh/m). Die Magnetfeldstärke war zwischen 0.03 bis 2 A/m. Die Feldstärke bei den nicht exponierten Arbeitern der Richtfunkstrecke waren unterhalb der Nachweisgrenze von 2 V/m. Die Richtfunkfrequenz betrug 4-6 GHz.

Methode: Es wurde von allen Probanden ein 24 -h-EKG aufgenommen, über 24 Stunden jeweils halb- oder stündlich der Blutdruck gemessen. Zusätzlich wurde ein Routine-Ruhe-EKG durchgeführt. Diese Messungen erfolgten in der Freizeit. Gesundheitsstatus wurde mittels Fragebogen erhoben. Vom Ruhe-EKG wurde die Herzschlagvariabilität von mindestens 600 Herzschlagzyklen mittels Fast Fourier Transformation analysiert. Statistik: Gruppenvergleich wurden abhängig vom Variablentyp mit Chi-Quadrat, Student t-Test oder Rangsummentests (Mann-Whitney) durchgeführt.

Resultat: EKG-Abnormalitäten traten tendenziell (statistisch nicht signifikant) häufiger auf bei den Exponierten. Beinahe signifikant ($p=0.06$) war der Unterschied bei den Rhythmusstörungen, weniger gross die Unterschiede

bei Leitungs- und Repolarisationsstörungen. Die Herzschlagvariabilität war nicht unterschiedlich zwischen den Expositionsgruppen. Jedoch war der F3-Parameter (interpretiert als Indikator für den parasympathischen Nervensystemtonus) signifikant mit der Radiofrequenzexposition korreliert (negativ). Nicht verschieden zwischen den Expositionsgruppen war der Blutdruck und die Pulsrate, jedoch war das Tag-/Nacht-Verhältnis des systolischen Blutdruckes und der Pulsrate signifikant tiefer bei den Exponierten.

Schlussfolgerung: Mehrjährige Exposition gegenüber Radiostrahlung mit hohen Feldstärken scheint kein beträchtlicher Risikofaktor für ischämische Herzkrankheiten zu sein. Jedoch deuten einige Befunde in die Richtung einer schwachen Störung bei Exposition von über 100-150 V/m. Die Analyse der Herzschlagvariabilität gab keine überzeugende Befunde, für eine dominierende Rolle der sympathischen Regulation bei exponierten Arbeitern

Bemerkungen: Die Einzelbefunde in dieser Studie könnten auch zufällig zustande gekommen sein, da viele Parameter untersucht wurden. Die Exposition der Arbeiter ist höher als die Grenzwerte in der Schweiz. Siehe auch Artikel Nr. 1594 und Artikel 1595.

Finanzierung: Nationales Forschungskomitee von Polen

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Zmyslony M.

Heart rate variability in workers exposed to medium-frequency electromagnetic fields.

Journal of the Autonomic Nervous System 1996; 59 (3): 91-97

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der beruflichen Radiostrahlungsexposition auf Herzschlagparameter

Kollektiv: 71 männliche Arbeiter von vier Radiostationen, die gegenüber Radiostrahlung exponiert waren und 22 männliche Arbeiter von 2 Richtfunkstrecken ("radio line"), die nicht exponiert waren. Alter der Exponierten war 46.9 Jahre (Standardabweichung 13.1 Jahre) und bei den Nicht-Exponierten 48.2 Jahre (± 17.4).

Exposition: Der Frequenzbereich bei den vier Radiostationen betrug 0.74-1.5 MHz. Die tägliche maximale Feldstärke in der exponierten Gruppe betrug im Mittel 164 V/m (Standardabweichung: 187 V/m). Diese maximale Feldstärke trat nur wenige Minuten pro Tag auf. Die tägliche Dosis der Exponierten war 113 Vh/m (± 75.4 Vh/m) und die kumulative Lebenszeitdosis betrug 226 kVh/m (± 233 kVh/m). Die Magnetfeldstärke war zwischen 0.03 bis 2 A/m. Die Feldstärke bei den nicht exponierten Arbeitern der Richtfunkstrecke war unterhalb der Nachweisgrenze von 2 V/m. Die Richtfunkfrequenz betrug 4-6 GHz.

Methode: Es wurde von allen Probanden ein 24 h EKG aufgenommen, über 24 Stunden jeweils halb- oder stündlich der Blutdruck gemessen. Zusätzlich wurde ein Routine-Ruhe-EKG durchgeführt. Diese Messungen erfolgten in der Freizeit. Gesundheitsstatus wurde mittels Fragebogen erhoben. Vom Ruhe-EKG wurde die Herzschlagvariabilität von 512 Herzschlagzyklen mittels Fast Fourier Transformation analysiert. In dieser Publikation werden nur die Ergebnisse zu den Analysen der Herzschlagvariabilität dargestellt. Die anderen Befunden sind in Artikel 1593 und 1595 diskutiert.

Resultat: Die Analyse der Zeit-Domäne-Parameter (Puls, Pulsvariabilität, Pulsmaximum, Pulsminimum etc.) des Ruhe EKG ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den exponierten und nicht exponierten

Arbeitern. Die Spektralanalyse der Herzschlagvariabilität ergab ein deutlich unterschiedliches Spektrum für Exponierte im Vergleich zu den Kontrollen. Aufteilung des Spektrums in eine tief- und einen hochfrequenten Bereich ergab keine Unterschiede zwischen Exponierten und Kontrollen. Bei den Kontrollen waren mehrere Zeit- und Frequenzparameter statistisch signifikant mit dem Alter assoziiert. Diesbezüglich wurde bei den Exponierten generell keine Zusammenhänge gefunden. Innerhalb der exponierten Gruppe wurde eine signifikante negative Korrelation zwischen der Leistungsdichte im hochfrequenten Herzschlagspektrum und der maximalen täglichen Feldstärke gefunden.

Schlussfolgerung: Exposition gegenüber Radiostrahlung kann die Funktion des autonomen Nervensystems beeinflussen.

Bemerkungen: Schwierig interpretierbar ist die biologische Bedeutung der Befunde zur Altersabhängigkeit der Parameter, die praktisch nur bei den Kontrollpersonen gefunden wurden. Siehe auch Artikel Nr. 1593 und Artikel 1595

Finanzierung: Nationales Forschungskomitee von Polen

Bortkiewicz A, Zmyslony M, Gadzicka E, Palczynski C, Szmigielski S.
Ambulatory ECG monitoring in workers exposed to electromagnetic fields.
Journal of Medical Engineering & Technology 1997; 21 (2): 41-46

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	HerzKreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der beruflichen Radiostrahlungsexposition auf Herzschlagparameter

Kollektiv: 71 männliche Arbeiter von vier Radiostationen, die gegenüber Radiostrahlung exponiert waren und 22 männliche Arbeiter von 2 Richtfunkstrecken ("radio line"), die nicht exponiert waren. Alter der Exponierten war 46.9 Jahre (Standardabweichung 13.1 Jahre) und bei den Nicht-Exponierten 48.2 Jahre (± 17.4).

Exposition: Der Frequenzbereich bei den vier Radiostationen betrug 0.74-1.5 MHz. Die tägliche maximale Feldstärke in der exponierten Gruppe betrug im Mittel 164 V/m (Standardabweichung: 187 V/m). Diese maximale Feldstärke trat nur wenige Minuten pro Tag auf. Die tägliche Dosis der Exponierten war 113 Vh/m (± 75.4 Vh/m) und die kumulative Lebenszeitdosis betrug 226 kVh/m (± 233 kVh/m). Die Magnetfeldstärke war zwischen 0.03 bis 2 A/m. Die Feldstärke bei den nicht exponierten Arbeitern der Richtfunkstrecke war unterhalb der Nachweisgrenze von 2 V/m. Die Richtfunkfrequenz betrug 4-6 GHz.

Methode: Es wurde von allen Probanden ein 24 h EKG aufgenommen, über 24 Stunden jeweils halb- oder stündlich der Blutdruck gemessen. Zusätzlich wurde ein Routine-Ruhe-EKG durchgeführt. Diese Messungen erfolgten in der Freizeit. Gesundheitsstatus wurde mittels Fragebogen erhoben. Vom Ruhe-EKG wurde die Herzschlagvariabilität von mindestens 600 Herzschlagzyklen mittels Fast Fourier Transformation analysiert. Statistik: Gruppenvergleich wurden abhängig vom Variablentyp mit Chi-Quadrat, Student t-Test oder Rangsummentests (Mann-Whitney) durchgeführt.
In dieser Publikation werden die EKG Daten diskutiert.

Resultat: Bei 34% der exponierten Arbeiter und 27% der Kontrollen wurden pathologische Befunde in den

Ruhe-EKG-Daten beobachtet. 40 exponierte Personen hatten Abnormalitäten in ihren 24h EKG Daten, davon wurden 25 als pathologisch klassifiziert. Bei den Kontrollen wurden in 9 Fällen Abnormalitäten registriert. Die Häufigkeit von 24h-EKG-Abnormalitäten zwischen den beiden Gruppen war nicht statistisch signifikant verschieden. Rhythmische Störungen traten jedoch deutlich häufiger bei den Exponierten auf. Signifikant höher war bei den Exponierten der Anteil (75%) von Personen mit EKG-Abnormalitäten, die entweder im Ruhe EKG und/oder im 24h EKG gefunden wurden im Vergleich zu den Kontrollen (25%). Die Pulsrate am Tag war bei den Exponierten signifikant tiefer als bei den Kontrollen.

Schlussfolgerung: Mehrjährige Exposition gegenüber Radiostrahlung mit hohen Feldstärken scheint kein beträchtlicher Risikofaktor für ischämische Herzkrankheiten zu sein. Jedoch deuten einige Befunde in die Richtung einer schwachen Störung bei Exposition von über 100-150 V/m. Insbesondere Rhythmusstörungen traten häufiger auf bei Exposition. Welcher Feldparameter dafür verantwortlich ist, kann aufgrund dieser Studie nicht beurteilt werden.

Bemerkungen: Die Angaben zu den Pulsraten sind nicht gleich wie in der Vorgängerpublikation (Artikel 1593). Differenzen in der Pulsrate wurden dort nicht festgestellt. Siehe auch Artikel Nr. 1593 und Artikel 1594

Forssen UM, Ahlbom A, Feychting M .

Relative contribution of residential and occupational magnetic field exposure over twenty-four hours among people living close to and far from a power line.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (3): 239-244

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Schätzung des Beitrags von 50 Hz Magnetfeldern, denen man zuhause, in der Schule/Arbeit oder anderswo ausgesetzt sind im Verhältnis zur Gesamtexposition über 24h bei Erwachsenen und Kindern, die entweder nahe oder fern von Hochspannungsleitungen wohnen.

Kollektiv: Familien mit Kindern zwischen 7 und 15 Jahren. 52 Erwachsene, 39 Kinder. Alle Erwachsenen sind arbeitstätig. Keine Zufallsauswahl.

Exposition: Ein Teil der Probanden mit Wohnort <50m von einer Hochspannungsleitung, ein Teil mit Wohnort >100m von einer Hochspannungsleitung entfernt, ein Teil mit Wohnort zwischen 50 und 99m.

Methode: Personen trugen einen Magnetfeldmeter über 24h hinweg an einem Arbeits- oder Schultag, der jede 5. Sekunde den Magnetfeldstärke angibt. Zusätzlich Punktmessung im Haus (Instrument misst die dreidimensionale magnetische Flussdichte von 50-60 Hz) sowie theoretische Berechnungen aufgrund der Distanz zur Hochspannungsleitung, Konfiguration der Hochspannungsleitung und ihre Ladung. Um die Übereinstimmung zwischen der Exposition, die über 24h geschätzt wurde und den Punkt- sowie Berechnungsmessungen zu bestimmen, wurde die Sensitivität und Spezifität berechnet.

Resultat:

Erwachsene und Kinder, die nahe der Leitung wohnen, erhielten einen grossen Teil der Gesamtexposition zuhause. Kinder, die mehr als 100 m von der Leitung wohnen, erhielten immer noch mehr als die Hälfte der Exposition zuhause, während Erwachsene mehr in der Arbeit exponiert waren (48% vs. 38%). Selbst wenn die Personen in der Arbeit/Schule stark exponiert waren ($\geq 0.2 \mu\text{T}$) verbrachten sie 71% ihrer Gesamtzeit in Felder von $<0.1 \mu\text{T}$, wenn der Expositionsgrad zuhause niedrig war ($0.1 \mu\text{T}$). Personen, die einen niedrigen

Expositionsgrad sowohl im Wohnbereich als auch in der Schule/Arbeit hatten, verbrachten 89% ihrer Zeit in Feldern $<0.1 \mu\text{T}$, während Leute, die hohe Expositionen in beiden Bereichen hatten, 72% ihrer Zeit in Feldern $\geq 0.2 \mu\text{T}$ verbringen. Die Menge der Zeit, die ein Individuum in hohen oder tiefen Feldern verbringt, wurde verringert, wenn nur die Exposition zuhause oder in der Arbeit/Schule berücksichtigt wurde.

Sowohl Punktmessungen in den Häusern als auch berechnete Magnetfelder scheinen valide Prädiktoren des arithmetischen Mittels der 24h-persönlichen Messungen, da Sensitivitäts- und Spezifitätsberechnungen alle um 90% sind.

Schlussfolgerung: Die vorliegende Studie beschreibt einen möglicherweise wichtigen Unterschied im Expositionsmuster von Kindern und Erwachsenen. Ein Kind mit einer hohen Magnetfeldexposition zuhause ist während eines beträchtlichen Teils des Tages exponiert, während ein Erwachsener mit hohem Magnetfeld in der Arbeit diese Exposition nur während einer beschränkten Zeit des Tages erhält. Für Kinder ist die häusliche Belastung von grösserer Bedeutung als für Erwachsene.

Bemerkungen: Die Studie könnte Hinweise darauf liefern, dass es wichtig ist, wie lange eine Exposition stattfindet, damit gesundheitliche Effekte entstehen.

Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, Dockerty J, Linet M, McBride M, Michaelis J, Olsen JH, Tynes T, Verkasalo PK.

A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia.

British Journal of Cancer 2000; 83 (5): 692-698

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: 1. Zeigen kombinierte Resultate eine Beziehung zwischen EMF-Exposition und Kinderleukämierisiko?

2. Ändern bestimmte Einflussgrössen die Resultate?

3. Existiert ein Wire-Code-Paradox?

Kollektiv: 3247 Fälle, 10'400 Kontrollen

Exposition: Mittlere Exposition während des ersten Jahres vor der Diagnose für die Fälle und das entsprechende Alter für die Kontrollen. Exposition kategorisiert in 4 Stufen: $<0.1 \mu\text{T}$, 0.1 bis $<0.2 \mu\text{T}$, 0.2 bis $<0.4 \mu\text{T}$, $\geq 0.4 \mu\text{T}$. Zusätzliche Analyse mit kontinuierlicher Exposition.

Methode: Die Originaldaten von 9 Studien wurden gepoolt. Es wurden alle grossangelegten Studien mit Innenraum-Messungen oder berechneten Feldern berücksichtigt mit Ausnahme einiger weniger, die nicht bevölkerungsbezogen waren. Um konsistente Daten über die 9 Studien hinweg zu erhalten, wurden Daten bestimmter Studien angeglichen. Die Schätzung des zusammenfassenden relativen Risikos über die Studien hinweg erfolgte mittels logistischem Regressionsmodell. Einflussfaktoren: sozioökonomischer Status, Mobilität, Urbanisationsgrad, freistehendes oder nicht freistehendes Haus, Verkehrsabgase, Alter, Geschlecht.

Resultat: Bis zu $0.4 \mu\text{T}$ ergab sich kein erhöhtes Risiko. Für 0.8% der Population, die wohnortbezogenen magnet. Feldwerten von $\geq 0.4 \mu\text{T}$ während des Jahres vor der Diagnose ausgesetzt war, betrug das geschätzte relative Risiko 2.00 (95%CI: 1.27-3.13), $p=0.002$. Die kontinuierliche Analyse ergab eine signifikante Risikozunahme von 15% (4 bis 27%) pro $0.2 \mu\text{T}$. Die Resultate änderten sich nicht durch Einbeziehen der oben genannten Kontrollvariablen. Die Existenz eines Wire-Code-Paradoxes wurde nicht bestätigt.

Schlussfolgerung: In Bezug auf Kinderleukämie erbrachte die gepoolte Analyse keinen Beweis für ein erhöhtes Risiko in Wohnräumen mit magnetischen Feldstärken von $<0.4 \mu\text{T}$. Für Kinder mit einer Wohnexposition von $\geq 0.4 \mu\text{T}$ zeigte sich jedoch ein verdoppeltes Risiko. Allerdings waren weniger als 1% der Kinder in der höchsten Expositions-kategorie. Die Kontrollvariablen hatten keinen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Kinderleukämie und EMF. Der Grund für das erhöhte Risiko bleibt unklar, möglicherweise entsteht ein Teil der Assoziation aufgrund eines Selektionsbias (eventuell wurden systematisch mehr exponierte Fälle rekrutiert).

Bemerkungen: Die gepoolte Analyse hat den Vorteil, dass eine grosse Anzahl an Fällen untersucht werden kann. Es stellt sich die Frage, ob im Bereich von 0.2 bis $0.4 \mu\text{T}$ auch ein erhöhtes Leukämierisiko besteht. Aufgrund der Ergebnisse der kontinuierlichen Analyse nimmt das Risiko wohl mit ansteigender Exposition zu. Daher ist es fraglich, ob sich ein bestimmter Schwellenwert für die Risikoerhöhung festlegen lässt (hier: $0.4 \mu\text{T}$). Von einer Verdoppelung des Risikos bei einer Exposition von $>0.4 \mu\text{T}$ wären nur wenige Personen betroffen, da eine so hohe Exposition nicht häufig ist. Überträgt man die Zahlen auf die Schweizer Bevölkerung, ergeben sich 0.6 Leukämiefälle pro Jahr, die in Zusammenhang mit der Exposition durch Starkstromleitungen gebracht werden könnten (CH-Bevölkerung <14 Jahre: 1'158'400; 0.8%: 9267 Exponierte. Leukämie-Inzidenz: 6/100'000 Personenjahre).

Villeneuve PJ, Agnew DA, Johnson KC, Mao Y .

Brain cancer and occupational exposure to magnetic fields among men: results from a Canadian population-based case-control study.

Int J Epidemiol 2002; 31 (1): 210-7

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldexposition bei Männern und dem Risiko, an einem Gehirntumor zu erkranken.

Kollektiv: Daten aus dem Canadian National Enhanced Cancer Surveillance System (Kooperation mit Health Canada und den Krebsregistern von 8 Provinzen): 543 Patienten mit Hirntumoren, die nach Tumortyp kategorisiert wurden. 543 Kontrollpersonen, übereinstimmend nach Alter und Geschlecht, zufällig vor allem aus Gesundheitsversicherungsplänen rekrutiert.

Exposition: Die Kategorien durchschnittlicher beruflicher Expositionen waren: $<0.3 \mu\text{T}$, 0.3 bis $<0.6 \mu\text{T}$ und $\geq 0.6 \mu\text{T}$.

Methode: Liste von Berufen für die 543 Fälle und 543 Kontrollen (aus NECSS-Fragebögen). Jeder Berufsgattung wurde durch Expertengutachten ein Expositionswert gemäss der durchschnittlichen Magnetfeldexposition zugeteilt. Odds-Ratios wurden geschätzt mit bedingter logistischer Regression. Einflussfaktoren: Vinylchlorid, Herbizide, Pestizide, Strahlungsquellen, ionisierende Strahlung

Resultat: Ein nicht signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko wurde beobachtet bei Männern, die einen Beruf mit Magnetfeldexposition von $>0.6 \mu\text{T}$ hatten, verglichen mit Expositionen von $<0.3 \mu\text{T}$. Die Odds Ratio lag bei 1.33, 95%CI: 0.75-2.36. Wurden bei der Analyse nur die an einem Glioblastom Erkrankten berücksichtigt, war die Risikoschätzung höher und statistisch signifikant (OR=5.36, 95% CI: 1.16-24.78). Bei den Männern mit Glioblastom hatten diejenigen das höchste Risiko, deren Exposition in dem am längsten ausgeführten Beruf einen Durchschnitt von $0.6 \mu\text{T}$ überschritt (OR=3.7, 95% CI: 0.96-1.2). Die Modellierung der Beziehung zwischen der

Hirntumorinzidenz und einem Index für die kumulative lebenslange berufsbezogene Magnetfeldexposition ergab einen signifikanten Zusammenhang für Glioblastom-Erkrankte ($p=0.02$). Das Risiko für ein Astrozytom oder einen anderen Hirntumor war nicht mit der Belastung assoziiert.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die berufliche Magnetfeldexposition das Risiko für Glioblastome erhöht. Für andere Hirntumore scheint die berufsbezogene Magnetfeldexposition nicht mit einem erhöhten Risiko einherzugehen. Möglicherweise sind die Resultate verzerrt, weil die Analyse unter anderem aggressive Tumorerkrankungen, die tödlich endeten, nicht einschliesst. Insgesamt konnten 1/3 der in Frage kommenden Patienten nicht berücksichtigt werden, weil die Person entweder bereits verstorben war oder keine ärztliche Einwilligung vorlag.

Bemerkungen: Es muss der Frage nachgegangen werden, warum das Risiko gerade für Glioblastome erhöht scheint. Dass in dieser Auswertung ein Drittel der Patienten nicht berücksichtigt werden konnte, ist problematisch.

Fröhlich H .

What are non-thermal electric biological effects?.

Bioelectromagnetics 1982; 3: 45-46

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Generelle Diskussion nicht-thermischer Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung

Schlussfolgerung: Bei nicht-thermischen Wirkungen wirkt die Hochfrequenzstrahlung als Trigger. Die Wirkungsenergie stammt vom Metabolismus.

Petersen E .

Wissenswertes über elektromagnetische Strahlung und Elektromog.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2001; 14 (1): 9-10

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Kurzer Überblick über die Geschichte der drahtlosen Kommunikation, das elektromagnetische Spektrum, Elektrosensibilität und einige Tipps für Massnahmen.

Kundi M.

Umwelthygienische Fragen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber radiofrequenten Wellen und Mikrowellen.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2001; 14 (1): 11-17

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung des Referates von der Salzburger Tagung im Juni 2000 (siehe Nr. 1004)

Resultat: Zusammenfassung der Grenzwertdiskussion seit den 50er-Jahren und der Massnahmen der beteiligten Organisationen. Kritik am Vorgehen der ICNIRP, Gewebeerwärmungen und Kurzzeiteffekte als alleinige Basis für die Ableitung von Grenzwerten zu verwenden. Die Annahmen, auf denen die ICNIRP-Strategie implizit beruht, werden diskutiert und kritisiert.

Als alternative Vorgehensweise wird empfohlen, die verschiedenen EMF-Expositionen separat zu betrachten; ähnlich wie verschiedene Substanzen in der Toxikologie. Für jeden Expositions- bzw. Strahlungstyp soll die wissenschaftliche Forschung separat evaluiert und ein Richtwert bestimmt werden. Am Beispiel der Ergebnisse der Studie von Repacholi zur Krebsinzidenz bei Mäusen wird die Ableitung eines Grenzwertes für die Allgemeinbevölkerung vorgestellt.

Cherry N .

Wahrscheinliche Gesundheitseffekte in Verbindung mit Basisstationen in Siedlungsgebieten: Die Notwendigkeit von Gesundheitserhebungen.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2001; 14 (1): 18-22

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung des Referats an der Salzburger-Tagung im Juni 2000 (siehe Nr. 1004)

Resultat: Diskussion mehrerer Studien, in denen relevante Gesundheitseffekte bei Expositionen unterhalb einer SAR von 0.08 W/kg gefunden wurden.

Schlussfolgerung: Die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung darf 0.1 mW/m² nicht überschreiten. Dies wird erreicht, wenn die Exposition im Freien auf 1 mW/m² limitiert wird.

Bemerkungen: Die Resultate von Studien zu verschiedenen Frequenzbereichen werden gemischt, z.T. werden eigene Expositionsmasse kreiert. Es handelt sich nicht um eine systematische Literaturübersicht.

Sage C .

Übersicht über Studien zur Wirkung hochfrequenter Felder (mit Relevanz für die Mobilkommunikation und Daten).

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2001; 14 (1): 23-34

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa
<u>Studientyp:</u>		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung des Referats an der Salzburger Tagung im Juni 2000.

Resultat: Es werden Studien präsentiert, die Effekte fanden, die nicht thermisch erklärt werden können. Für folgende Effekte werden die Resultate von Studien an Tieren und Zellen diskutiert: DNS-Schäden, chromosomale Schäden, Effekte auf die Ornithindecarboxylase (ODC), Gentranskription, Kalziumfluss auf zellulärer Ebene, zelluläre Effekte am Immunsystem, Blut-Hirn-Schranke, Blutdruck, Geschlechtsorgane, Krebs. Ausserdem werden die Resultate von Studien an Menschen und Tieren für folgende Effekte kommentiert: subjektive Symptome bei Mobiltelefonbenützern, neurologische Effekte, kombinierte Effekte von Radiostrahlung und Medikamenten, Verhaltensänderungen, Lernfähigkeit, Gedächtnis, kognitive Funktionen und Schlaf.

Bemerkungen: Die Auswahl der vorgestellten Studien erfolgt nicht ausgeglichen. Es werden nur Studien vorgestellt, die einen Effekt fanden. Mögliche Fremdeinflüsse auf das Resultat werden nicht diskutiert.

Oberfeld G, König C .

Das Salzburger Modell: Eine Vorsorgestrategie bei der Errichtung von Basisstationen.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2001; 14 (1): 35-40

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung des Referats an der Salzburger Tagung im Juni 2000 (siehe Nr. 1004)

Resultat: Das Salzburger Modell wird vorgestellt. Hauptpunkte: Einbezug der Bevölkerung bei der Standortwahl, tiefere Immissionsgrenzwerte. Generell soll 1 mW/m² gelten, d.h. bei vier Betreibern in Österreich soll für die Strahlung einer Anlage 0.25 mW/m² gelten.

Wagner P, Röschke J, Mann K, Fell J, Hiller W, Frank C, Grözing M.

Human sleep EEG under the influence of pulsed radio frequency electromagnetic fields - Results from polysomnographies using submaximal high power flux densities.

Neuropsychobiology 2000; 42 (4): 207-212

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der Vorgängerstudien von Mann und Röschke (Neuropsychobiology 1996: 33 (1), 41-47. Id.Nr. 1143) und von Wagner et al. (Bioelectromagnetics 1998: 19 (3), 199-202. Id.Nr. 1150) mit einer deutlich höheren Exposition.

Kollektiv: 20 gesunde männliche Probanden zwischen 19 und 36 Jahren (Durchschnitt: 24 Jahre). Alle Studienteilnehmer waren Nichtraucher und nahmen keine Drogen.

Exposition: Die Messungen wurden in einer Kabine durchgeführt, deren Wände metallfrei und strahlungsabsorbierend waren, um Inhomogenitäten und Reflexionen des Feldes zu vermeiden. Als Strahlungsemitter diente eine Antenne, die mit einem Mobiltelefon verbunden war. Die Antenne wurde 40 cm vom Kopfkissen des Bettes befestigt. Die Frequenz war 900 MHz mit einer Pulsfrequenz von 217 Hz und einer Pulsbreite von 577 μ s. Die gemessene Durchschnittsleistung betrug 50 W/m². Aufgrund der speziellen Antennenkonstruktion war das Feld im Kopfbereich des Probanden beinahe homogen. Die berechnete SAR lag knapp unterhalb des Grenzwertes von 2 W/kg, der abgeleitete Grenzwert der Leistungsflussdichte von 4.5 W/m² (41 V/m) wurde um den Faktor 11 überschritten.

Methode: Jeder Proband verbrachte zweimal drei aufeinanderfolgende Nächte im Schlaflabor. Zwischen diesen beiden Phasen lagen mindestens 7 Nächte. Die erste Nacht diente zur Adaption. Die Daten der Probanden wurden von 23.00 bis 7.00 registriert. Eine Nacht erfolgte unter Exposition, eine unter Schein-Exposition; in der zweiten Versuchsphase in umgekehrter Reihenfolge. Die EEG-Leistungsspektren wurden mittels Fast Fourier Transformation berechnet. Es wurden 4 Frequenzbänder unterschieden (1-3.5; 3.5-7.5; 7.5-15; 15-23 Hz). Die statistische Analyse erfolgte mittels t-Test für gepaarte Stichproben, nachdem die Normalverteilung mit Kolmogorov-Smirnov geprüft wurde. Bei den EEG-Daten wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt.

Resultat: Die klassische Schlafparameter unterschieden sich zwischen Expositions- und Kontrollnacht nicht signifikant. Bei Befeldung traten die REM-Phasen tendenziell schneller auf, waren häufiger und länger als in der Kontrollnacht. Ebenfalls häufiger bei Exposition war die Anzahl der Aufwachereignisse und die Dauer der Wachphasen. Die Varianzanalyse ergab in Bezug auf die EEG-Aktivität keinen signifikanten Einfluss des Faktors Befeldung sowie der Interaktionen Befeldung und Kopfposition oder Befeldung und Schlafphase.

Schlussfolgerung: Im Gegensatz zu den beiden Vorgängerstudien wurde in dieser Studie kein Hinweis für eine Unterdrückung der REM-Phasen durch die Befeldung gefunden. Es gibt nur wenige Unterschiede zu den Vorgängerstudien, die diese Befunde erklären könnten. Diskutiert werden: 1) Im Gegensatz zu den Vorgängerstudien wurden bei dieser Studie 2 Expositions- und 2 Kontrollnächte untersucht. Möglicherweise führt dies zu einer Glättung von Unterschieden. 2) Fenstereffekt (Effekte nur bei einer bestimmten Leistungsdichte). 3) Das untersuchte Kollektiv war weniger EMF-sensibel als die früher untersuchten Kollektive. 4) Die erste Studie wendete ein linear polarisiertes Feld an, während die 2. und 3. Studie ein zirkulär polarisiertes Feld benutzten. Es wurde gezeigt, dass sich dadurch die Absorption im Gewebe ändert. Insgesamt ist bei der 3. Studie die Absorption höher, lokal könnte das aber auch anders sein.

Bemerkungen: Die Studie wurde sehr ähnlich durchgeführt wie die Vorgängerstudien. Es stellt sich die Frage, warum kein nicht-parametrischer Test (Wilcoxon-Rangsummentest) für die Datenauswertung gewählt wurde, wie bei den Vorgängerstudien. Die präsentierten Daten suggerieren jedoch nicht, dass mit einer robusteren statistischen Methode Unterschiede gefunden worden wären.

Finanzierung: Deutsche Telekom

Michelozzi P, Capon A, Kirchmayer U, Forastiere F, Biggeri A, Barca A, Perucci CA.
Adult and Childhood Leukemia near a High-Power Radio Station in Rome, Italy.
Am J Epidemiol 2002; 155 (12): 1096-103

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)
Epi: Querschnittsstudie
Epi: Register-Kohorte

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Strahlung von einem Radiosender auf die Leukämiemortalität bei Erwachsenen bzw. auf die Leukämieinzidenz bei Kindern.

Kollektiv: Das Gebiet im Umkreis von 10 km zum Sender (Mittelpunkt aller Sender) wurde als Studiengebiet definiert. In diesem Gebiet lebten 49'656 Einwohner, davon 9'723 Kinder unter 14 Jahren.

Exposition: Der Vatikansender besteht aus mehreren Sendeeinheiten, die 1957 auf einer Fläche von 1.5*2 km nördlich von Rom installiert wurden. Es handelt sich um 3 rotierende und 28 fest montierte Sender, die in verschiedene Richtungen senden. Die Leistung der Sender variiert von 5 bis 600 kW. Der Frequenzbereich beträgt 4.0 bis 21.85 MHz sowie 527 bis 1611 kHz.

In 0.5 km Distanz zum Sender wurden elektrische Feldstärken zwischen 30 und 95 V/m gemessen, in 1 km Distanz Werte zwischen 3 und 23 V/m, in 3 km Distanz etwa 12 V/m und in >4 km Distanz 1.8 V/m. Aufgrund der variablen Senderichtung sind die gemessenen Werte sehr unterschiedlich und repräsentieren nicht die Bevölkerungsexposition.

Methode: Aus einem Register wurden die Leukämiemortalitätsdaten bei Erwachsenen im Studiengebiet von 1987 bis 1998 gewonnen. Inzidenzen waren für Erwachsene nicht eruierbar. Für Kinder konnten die Leukämieinzidenzen in Rom von 1987 bis 1999 an mehreren Registrationsstellen eruiert werden. Damit hatte man Kenntnis über Wohnort und Diagnosezeitpunkt bzw. Todeszeitpunkt. Aufgrund der Daten von den Registrationsstellen betrug die Kinderleukämieinzidenz in Rom 6.0 Fälle pro 100'000 Personenjahre. Das

italienische Krebsregister gibt für ganz Italien eine Inzidenz von 5.3 für Knaben und von 5.1/100'000 für Mädchen an. Es wurden fünf Bänder mit zunehmender Distanz zum Sender bestimmt (2 bis 10 km). In jedem Band wurden das standardisierte Verhältnis zwischen beobachteter und erwarteter Inzidenz (SIR) bzw. Mortalität (SMR) berechnet. Vertrauensintervalle wurden mit Poisson-Likelihood berechnet. Der Stone's Conditional Test wurde gewählt, um zu prüfen, ob das Leukämierisiko mit zunehmender Distanz abnahm. Zusätzlich wurden Sensitivitätsberechnungen durchgeführt, um die Robustheit der Resultate zu prüfen. Einflussfaktor: Index für sozioökonomische Faktoren auf Zensuslevel.

Resultat: Basierend auf 21 Leukämietodesfällen bei Männern wurde eine signifikante Abnahme des standardisierten Mortalitäts-Verhältnisses (SMR) mit zunehmender Distanz gefunden. Im Umkreis von 2 km um den Sender betrug die SMR 2.9 (CI: 0.5-9.0). Im Umkreis von 10 km lag sie bei 1.0 (0.6-1.4). Bei den Frauen (19 Fälle) war kein Zusammenhang zwischen der Leukämiemortalität und der Wohndistanz zum Sender ersichtlich. Die SMR der Frauen für die 4 Bänder ab 2 km variierten zwischen 1.1 und 1.4 und waren nie statistisch signifikant erhöht (näher zum Sender gab es keinen Fall).

Bei den Kindern wurden 8 Leukämiefälle im Studiengebiet beobachtet (7 lymphatische und eine akute myeloische Leukämie) gegenüber 6.5 erwarteten Fällen. Alle Fälle traten innerhalb von 6 km Distanz zum Sender auf, so dass sich für dieses Gebiet eine statistisch signifikant erhöhte SIR ergab. Auch die Risikoabnahme mit zunehmender Entfernung vom Sender war statistisch signifikant.

Sensitivitätsanalysen für verschiedene Distanzmasse ergaben sowohl für die Leukämiemortalität bei Männern als auch für Kinderleukämie die beste Übereinstimmung, wenn eine inverse quadratische Distanzfunktion angenommen wurde.

Schlussfolgerung: Die Studie ist ein weiterer Hinweis, dass in der Nähe von Radiosendern das Leukämierisiko erhöht sein könnte. Eine Schwäche der Studie ist, dass sie auf einer kleinen Fallzahl beruht. Bei den Auswertungen wird eine Abnahme der Exposition mit zunehmender Distanz angenommen. Das trifft für diesen Sender nur bedingt zu, da er zeitlich variierend in verschiedene Richtungen sendete. Bessere Expositionsabschätzungen wären nötig.

Bemerkungen: Die Studie hat keine offensichtlichen methodischen Mängel. Jedoch konnten bei der Analyse aufgrund der Datenverfügbarkeit praktisch keine Störgrößen berücksichtigt werden. Beim Alter wurde nur zwischen Kindern und Erwachsenen unterschieden, sozioökonomische Faktoren wurden nicht individuell berücksichtigt.

Die ungenaue Expositionsabschätzung würde eher eine Unterschätzung der wahren Expositions-Wirkungsbeziehung erwarten lassen.

Nicht erklärt werden können die unterschiedlichen Resultate für Männer und Frauen. Möglicherweise sind die Differenzen auf die geringen Fallzahlen zurückzuführen.

Zu berücksichtigen ist, dass die Leukämiemortalität bei den Erwachsenen bzw. die Inzidenz bei den Kindern im Umkreis von 10 km um den Sender herum insgesamt nur minim höher war als erwartet. Dieses Gebiet ist stärker exponiert als der Landesdurchschnitt.

Hondou T .

Rising level of public exposure to mobile phones: Accumulation through additivity and reflectivity.

Journal of the Physical Society of Japan 2002; 71 (2): 432-435

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Abschätzung der Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung durch den Gebrauch von Mobiltelefonen in einem Bahnwagen.

Resultat: Es wird eine Formel hergeleitet, die besagt, dass die Leistungsflussdichte (P) proportional zum Produkt aus der freien Weglänge (L) und den Leistungen der Emissionsquellen (W) dividiert durch das Volumen (V) und der Wahrscheinlichkeit, dass die Strahlung abgeleitet (Dissipation) wird (k):

$$P=L*W/(V*k)$$

Für einen typischen japanischen Bahnwaggon wird angenommen, dass die Wahrscheinlichkeit für Dissipation 0.1 beträgt, entsprechend dem Verhältnis von Metall- zu Fensteroberflächen. Daraus wird abgeleitet, dass bei einer Emissionsquelle von 12 W der ICNIRP-Richtwert überschritten wird.

Schlussfolgerung: In einem Zug (151 Plätze) kann der der ICNIRP-Richtwert überschritten werden, wenn ein Grossteil der Passagiere das Mobiltelefon benutzt (z.B. aufgrund eines unerwarteten Zwischenfalls)

Bemerkungen: Die Berechnung der Strahlung ist wesentlich von der Annahme über die Dissipation abhängig. Da sowohl in der Luft, aber vor allem auch an Meschen und Einrichtungsgegenständen Strahlungsabsorption stattfindet, dürfte der in dieser Studie angenommene Faktor von 0.1 sehr tief geschätzt sein. Um diese Abschätzungen zu bewerten, müssten unbedingt Daten über reale Dissipationswahrscheinlichkeiten bekannt sein. In Anbetracht der Tatsache, dass Publikationen berechneten, dass rund die Hälfte der Strahlung im Kopf und Hand des Telefonbenützers absorbiert wird, sind Dissipationswahrscheinlichkeiten von weniger als 0.5 sehr unwahrscheinlich.

Edelstyn N, Oldershaw A.

The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention.

Neuroreport 2002; 13 (1): 119-121

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses einer Mobiltelefonexposition auf die Aufmerksamkeitsleistung (Kapazität und Verarbeitungsgeschwindigkeit).

Kollektiv: 38 freiwillige gesunde Psychologiestudenten, Rechtshänder, Durchschnittsalter: 21 Jahre (Bereich 20 -22 Jahre).

26 Probanden benutzten regelmässig ein Mobiltelefon.

Exposition: Ein Mobiltelefon (GSM 900) musste während einer halben Stunde mit der linken Hand ans linke Ohr gehalten werden. SAR wird mit 1.19 W/kg angegeben. (Es wird nicht angegeben, ob pro 10 oder pro 1 g Gewebe.)

Methode: Die Probanden wurden zufällig zur Kontroll- oder Expositionsgruppe zugeteilt. Sie waren blind gegenüber dem Expositionsstatus. Kognitive neuropsychologische Tests wurden 3 Mal durchgeführt: vor der Exposition als Referenz, nach 15 und nach 30 Minuten Exposition. Ein Test dauerte rund 8 Minuten. Die Tests liessen sich in zwei Kategorien einteilen: Messung der Aufmerksamkeitskapazität und Messung der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die vier Aufmerksamkeitskapazitätstests bestanden im Wesentlichen darin, Zahlen nach verschiedenen Regeln zu wiederholen. Die zwei Verarbeitungsgeschwindigkeitstests bestanden in Subtraktionsaufgaben und Wortnennungen (z.B. Namen mit A). Bei beiden Gruppen wurden die Tests nach 15 und 30 Minuten mit den Referenztests verglichen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Zwei-Weg-Varianzanalyse.

Resultat: Es wurde kein Haupteffekt der Exposition gefunden. Für einen Aufmerksamkeitskapazitätstest und einen Verarbeitungsgeschwindigkeitstest wurde eine signifikante Interaktion zwischen Gruppe und

Expositionsdauer gefunden. Stratifizierte Analysen für die beiden Expositionsgruppen ergaben keine Haupteffekte für die Kontrollgruppe, jedoch zwei signifikante Haupteffekte für zwei Aufmerksamkeitskapazitätstests der Expositionsgruppe.

Schlussfolgerung: Nach 15 Minuten Exposition wurde im Vergleich zur Kontrollgruppe in zwei Tests eine verbesserte Aufmerksamkeitskapazität gefunden und in einem Test eine beschleunigte Verarbeitungsleistung.

Bemerkungen: Die Varianzanalyse ist sehr undurchsichtig beschrieben. Es ist nicht klar, welche Faktoren wirklich berücksichtigt wurden und inwiefern aufgrund der Resultate auf eine Verbesserung der Testleistung bei Exposition geschlossen werden kann. Die Varianzanalyse alleine sagt noch nichts über die Richtung des Zusammenhanges aus (Verbesserung/Verschlechterung). Weitere Daten werden nicht präsentiert. Die Schlussfolgerungen der Autoren (wie auch immer sie zustande kamen) stehen im Einklang mit ähnlichen Studien.

Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, Christensen HC, Olsen JH .
Mobile phones and malignant melanoma of the eye.
British Journal of Cancer 2002; 86 (3): 348-349

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Mobiltelefongebrauch und bösartigen Augentumoren.

Methode: Aufgrund der Studie von Stang (Art. 1027) wurden die Inzidenzrate für Augenmelanome in Dänemark von 1943 bis 1996 verglichen mit der Anzahl der Mobiltelefonbenutzer (Registrierte bei Telefongesellschaften).

Resultat: Die 5-Jahresdurchschnitte der Augenmelanominzidenz waren relativ stabil zwischen 0.61 und 0.79 pro 100'000 Personenjahre, während die Anzahl Personen, die bei Telefongesellschaften registriert waren, deutlich zunahm: von 14'000 (1982) auf 211'000 (1992) und 1'317'000 (1996).

Ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenützung und Augenmelanomen fand die Registerstudie des selben Autors (siehe Art. 1546).

Schlussfolgerung: Ein Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenützung und Augentumoren erscheint unwahrscheinlich. Es wird angenommen, dass die Radiostrahlung vor allem als Promoter wirken würde, wenn sie eine tumorfördernde Wirkung hätte. Die grosse Anzahl von Mobiltelefonbenützern würde daher auch bei kurzer Beobachtungszeit zu einem sichtbaren Effekt führen.

Bemerkungen: Generell ist Vorsicht angebracht bei der kausalen Interpretation von übereinstimmenden Zeitverläufen. Ein extrem starker Risikofaktor könnte auf diese Art entdeckt werden, ein schwacher Risikofaktor bzw. eine kurze Beobachtungszeit verlangt eine differenziertere Statistik. Mögliche Risikofaktoren, die sich eventuell im selben Zeitraum verändert haben, müssten berücksichtigt werden.

Bezüglich der kurzen Beobachtungszeit ist festzuhalten, dass Augentumore eine sehr langsame Wachstumsrate besitzen (Grössenverdopplungszeit: 0.5 bis 6 Jahre). Daher ist sicher eine längere Beobachtungszeit notwendig. Auffallend ist, dass die zweithöchste Inzidenz der ganzen Datenreihe im Zeitraum von 1992 bis 1996 beobachtet

wurde. Mit einem Wert von 0.78 lag sie höher als in den vorhergehenden Jahren: 1988-1992: 0.61 und 1983-1987: 0.62.

Vgl. Zusammenfassung in: Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1), 1-30. (Id.Nr. 1823)

Finanzierung: Dänische Krebsgesellschaft, Int. Epidemiologieinstitute Rockville (USA)

Muscat JE, Malkin MG, Shore RE, Thompson S, Neugut AI, Stellman SD, Bruce J.
Handheld cellular telephones and risk of acoustic neuroma.
Neurology 2002; 58 (8): 1304-6

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	<u>Zielgrösse:</u> Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Akustikusneurinom-Risikos bei Benutzern von Mobiltelefonen.

Kollektiv: 90 Patienten und 86 Kontrollen, Durchschnittsalter 54 Jahre.

Exposition: Gebrauch des Mobiltelefons.

Methode: Das Akustikusneurinom ist ein Tumor im Kleinhirnbrückenwinkel. Die Fälle wurden in zwei New Yorker Spitälern von 1997-1999 im Rahmen einer grösseren Hirntumorstudie rekrutiert (siehe Artikel Nr. 1021). Die Kontrollpersonen waren wegen nichtmalignen Krankheiten in den selben Zentren hospitalisiert, v.a. wegen muskuloskelettalen Beschwerden, Herz-Kreislaufferkrankungen etc. Die Mobiltelefonbenutzung wurde mittels Fragebogen erhoben: Anzahl Jahre des Gebrauchs, Gesprächsdauer pro Monat, Zeitpunkt des Beginns, geschätzter monatlicher Rechnungsbetrag und Kopfseite, auf der telefoniert wurde. Die Korrelation zwischen Rechnungsbetrag und monatlicher Gesprächsdauer wurde überprüft. Das Risiko eines Akustikusneurinoms wurde mit einem multivariaten logistischen Regressionsmodell berechnet. Analysiert wurde die Kopfseite des Telefongebrauchs und die Lateralität des Tumorauftritts. Als zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Alter, Bildung, Geschlecht, Studienzentrum, Berufskategorie und Datum des Interviews.

Resultat: 20% der Fälle und 27% der Kontrollen benutzten regelmässig ein Mobiltelefon. Die Patienten mit Akustikusneurinom benutzten das Mobiltelefon im Durchschnitt 4.6 Stunden pro Monat während 4.1 Jahren. Die Kontrollpersonen telefonierten durchschnittlich 6.6 Stunden pro Monat während 2.2 Jahren. Generell wurde kein erhöhtes Tumorrisiko in bezug auf Häufigkeit, Dauer und kumulativem Telefongebrauch gefunden. Einzig für Personen, die länger als 3 Jahre ein Mobiltelefon benutzten, zeigte sich ein statistisch nicht signifikant erhöhtes

Tumorrisiko (OR=1.7; CI=0.5-5.1). Vier der 11 Links-Telefonierer und einer der 7 Rechts-Telefonierer entwickelten einen Tumor auf der entsprechenden Kopfseite. Damit wurde ein relatives Risiko von 0.9 geschätzt (p=0.07).

Schlussfolgerung: Die Studie stützt die Hypothese nicht, dass der Gebrauch von Mobiltelefonen das Akustikusneurinom-Risiko steigert. Das erhöhte Risiko bei Langzeitbenutzern (>3 Jahre) sollte in Untersuchungen mit längeren Expositionszeiten überprüft werden. Nicht bekannt ist der Zeitraum zwischen der Wahrnehmung der ersten Symptome und der Diagnose. Aus älteren Daten wird die Zeitspanne bis zum Besuch des Allgemeinarztes mit 3 Jahren geschätzt. Dann vergehen noch einmal 15 Monate bis zu einer radiologischen Diagnose.

Dass mehr Tumore auf der kontralateralen Kopfseite gefunden wurden, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass Akustikusneurinome zu einer Hörminderung führen.

Bemerkungen: Die Hauptproblematik dieser Studie ist, dass der Grossteil der Fälle und Kontrollen kein Mobiltelefon benutzte. Wenn überhaupt jemand zum Zeitpunkt der ersten Symptome exponiert war, dann waren es die Personen, die 3 Jahre oder länger ein Mobiltelefon benützten. Gerade bei diesen Personen wurden jedoch Hinweise auf ein erhöhtes Risiko gefunden.

Ein wichtiger Punkt ist, dass Akustikusneurinome zu einer Hörminderung führen. Die Beobachtung der kontralateralen Tumoren könnte damit zusammenhängen, dass zum Telefonieren das Ohr mit dem besseren Hörvermögen gewählt wird.

Finanzierung: Wireless Technology Inc. und Public Health Service grants

Dasdag S, Sert C, Akdag Z, Batun S .

Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on hematologic and immunologic parameters in welders.

Archives of Medical Research 2002; 33 (1): 29-32

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Immunsystem

Physiologische oder biochemische Parameter

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob niederfrequente Felder von Schweissgeräten immunologische und hämatologische Parameter bei Schweissern beeinflussen.

Kollektiv: 16 männliche Lichtbogenschweisser, die 3 bis 4 Std. pro Tag pro Woche arbeiten, seit mindestens 10 Jahren in diesem Beruf. Kontrollgruppe: 14 gesunde Männer zwischen 20 und 40 Jahren (Beruf in der Studie nicht erwähnt).

Exposition: Magnetfeldintensitäten, gemessen nahe der Schweissmaschinen: 100 bis 250 μ T.

Methode: Messungen der elektromagnetischen Felder mit den ausführenden Arbeitern an ihrem Arbeitsplatz. Intensitäten gemessen mit digitalem Teslameter. Blutwerte mit immunofluoreszenter Technik analysiert. Resultate ausgewertet mit Mann-Whitney-U-Test.

Resultat: Hämatologische Parameter: Kein signifikanter Unterschied zwischen Test- und Kontrollgruppe. Ausnahme: Hämatokrit (Anteil der zellulären Bestandteile am gesamten Blutvolumen) der Schweisser ist signifikant höher als bei den Kontrollpersonen.

Immunologische Parameter: Kein signifikanter Unterschied. Ausnahme: Die Konzentration der Lymphozyten-Subtypen CD4 und CD8 im Blut ist bei Schweissern niedriger.

Schlussfolgerung: Elektromagnetische Felder von Schweissmaschinen beeinflussen die hämatologischen und immunologischen Parameter von Schweissern nicht. Auch die Hämatokritwerte bei den Schweissern sind immer noch innerhalb der normalen Grenzen. Die Abnahme von CD4- und CD8-Zellen ist ebenfalls klinisch

unbedeutend.

Bemerkungen: Die Resultate werden als klinisch nicht relevant bezeichnet. Es ist aber fraglich, ob sie wirklich so unbedeutend sind, da die Testgruppe immerhin zum Teil signifikant andere Blutwerte aufweist als die Kontrollgruppe.

Die Fallzahlen war sehr klein. Da Schweisser generell stark exponiert sind, sollten eventuell vorhandene Effekte aber deutlich beobachtbar sein.

Die Stichprobe bestand aus Schweissern, die seit ca. 10 Jahren in diesem Beruf tätig waren. Dies könnte eventuell bereits eine Selektion von Personen mit robuster Gesundheit sein. Ein zusätzlicher Fragebogen zum Gesundheitszustand der Schweisser hätte da weitere Einblicke geben können.

Gajsek P, Pakhomov AG, Klauenberg BJ .

Electromagnetic field standards in Central and Eastern European countries: Current state and stipulations for international harmonization.

Health Physics 2002; 82 (4): 473-483

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der Parallelen und Unterschiede bei der Entwicklung von EMF-Grenzwerten in osteuropäischen und mitteleuropäischen Ländern.

Karasek M, Lerchl A .
Melatonin and magnetic fields.
Neuroendocrinology Letters 2002; 23: 84-87

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell
Tiere

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Die aktuellen Befunde zum Einfluss von elektromagnetischen Feldern auf Melatonin bei Menschen und Tieren werden zusammengetragen und diskutiert.

Exposition: Verschiedene Parameter magnetischer Felder

Methode: Review von Studien zum Zusammenhang von magnetischen Feldern und Melatonin bei Menschen und Tieren.

Resultat: Bei Ratten und Hamstern: in den meisten Studien Abnahme der Melatoninsekretion nach Exposition. Beim Menschen: in den meisten Studien kaum Änderungen im Melatoninhaushalt nach Exposition.

Schlussfolgerung: Erhebliche Beweise für Abnahme von Melatonin nach Exposition bei einigen Tieren, aber keine überzeugenden Befunde beim Menschen.

Diskrepanzen in den Resultaten kommen ev. aufgrund unterschiedlicher experimenteller Paradigmen zustande, v. a. Unterschiede im Magnetfeld, z.B. Feldintensität, Frequenz, Expositionsdauer etc. Die Reaktion der Zirbeldrüse auf magnetische Felder ist unter Umständen abhängig von solchen Feldparametern.

Bemerkungen: Die Studie von Pfluger, 1996, über Bahnarbeiter (verminderte Melatoninabbauprodukte) und die von Juutilainen, 1997, über Fabrikarbeiter (Melatonin bei stärker Belasteten und Rauchern nachts verringert) erscheinen in der Literaturliste nicht. Obwohl bewusst nur die Laborstudien in der Tabelle aufgelistet sind, ist es schade, dass die Resultate der erwähnten berufs- und wohnortbezogenen Studien in keiner Tabelle als Vergleich

aufgeführt sind. Diese Studien deuten einen Zusammenhang an. Generell kann festgehalten werden, dass in den Laborstudien meistens keine Melatoninveränderungen gefunden wurden, während in epidemiologischen Studien gewisse Resultate bezüglich Melatoninverminderung signifikant sind.

Anglesio L, Benedetto A, Bonino A, Colla D, Martire F, Saudino Fusette S, d'Amore G.
Population exposure to electromagnetic fields generated by radio base stations: evaluation of the urban background by using provisional model and instrumental measurements.
Radiat Prot Dosimetry 2001; 97 (4): 355-8

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Alle, generell	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Charakterisierung der Exposition durch Strahlung von Mobilfunkbasisstationen und TV-/Radiosender in der Stadt Turin

Methode: Die Stadt wurde in 10 Bezirke aufgeteilt. Es wurden insgesamt 38 Messpunkte, repräsentativ für das jeweilige Gebiet gewählt. An jedem Messpunkt wurde eine Bodenmessung (Level 1: Parterre/1. Stock), eine Messung auf mittlerem Niveau (Level 2: 2.-5. Etage) und eine auf hohem Niveau (Level 3: 5.-10. Etage) durchgeführt. An jedem Ort wurde mittels Breitbandmessung (100kHz-3 GHz) die höchste Feldstärke bestimmt und dort frequenzspezifische Messungen für den Bereich von 100 kHz bis 1 GHz durchgeführt. Strahlung wurde berechnet unter Berücksichtigung der Abstrahlungsrichtung und Strahlungsleistung der Antenne sowie der Distanz)

Resultat: Im Durchschnitt wurde auf Level 1 0.41 V/m gemessen, auf Level 2 0.71 V/m und auf Level 3 0.84 V/m. Beim Level 1 war rund 1 Fünftel der Strahlung von Mobilfunkbasisstationen, der Rest von TV-/Radiosender. Auf Level 3 war dieses Verhältnis rund 1:2. Die Mobilfunkstrahlung wies eine grössere räumliche Variabilität auf. Es wurden Vergleiche zwischen Breitband- und Spektralmessungen gemacht. Die Resultate sind aber nicht dokumentiert. Die berechneten Werte waren immer grösser als die gemessen. Das mittlere Verhältnis zwischen den gemessenen und berechneten Werten war 0.1 (Level 1), 0.25 (Level 2) und 0.30 (Level 3).

Schlussfolgerung: Hauptanteil der HF-Strahlung kommt von Radio- und TV-Sendeanlagen. Modell überschätzt die Strahlung immer, da es Dämpfungen nicht berücksichtigt.

Bemerkungen: Der Anteil der Mobilfunkstrahlung wäre de facto grösser, da frequenzselektiv nur bis zu 1 GHz gemessen wurde. Das schliesst die gesamte TV-/Radiostrahlung mit ein, jedoch nicht das 1800 MHz Band des

Mobilfunks.

Barbiroli M, Carciofi C, Fraschetta M, Rubini G, Violanti S.

Analysis of the environmental factors for microcellular systems in urban areas.

Radiat Prot Dosimetry 2001; 97 (4): 391-394

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Analyse der Feldstärken von Mikrozellen und daraus abgeleitete Richtlinien für das Aufstellen solcher Antennen.

Methode: Es wurden 5 Typen/Situationen von Mikrozellen analysiert und diskutiert:

Typ 1: ausserhalb des Hauses an einer Wand

Typ 2: auf dem Dach eines Zeitungsstandes unter einer Arkade

Typ 3: ausserhalb des Hauses in der Nähe eines Fensters

Typ 4: ausserhalb des Hauses mit einer Arkade

Typ 5: ausserhalb des Hauses unter der Arkade

Maximale Leistung der 5 Antennen lag bei 2 W, bei den Experimenten effektiv rund 1 W. Antennenhöhe war 3.5 bis 6.5 m. Strahlung wurde berechnet und mit einem Breitbandgerät (100 kHz-3 GHz) sowie frequenzselektiv gemessen.

Resultat: Die Übereinstimmung von Berechnung und Messung war generell gut. Berechnung und Messung der Strahlung in 1.7 m Höhe (Kopfhöhe) in Abhängigkeit von der Distanz zur Antenne ergaben bei freier Raumausbreitung in rund 3 bis 4 m Distanz mit 1.5 V/m die höchsten Werte (Typ 4). Für die anderen Antennentypen waren auf 1.7 m Bodenhöhe maximale Feldstärken von 2.9 V/m (Typ 1), 2.1 V/m (Typ 2), 1.3 V/m (Typ 3) und 3.9 V/m (Typ 5) gemessen worden. Bei der Typ-3-Antenne betrug die Feldstärke im Gebäude (mit dünner Wand) 3 V/m.

Am Beispiel der Antenne auf dem Zeitungsstand (Typ 2) konnte gezeigt werden, dass die Strahlung im Zeitungsstand gering ist, wenn er ein Metалldach hat. Bei einem Betondach war die Strahlung deutlich stärker (<3 V/m). Beim Metалldach trat dafür über dem Zeitungsstand eine Feldstärke von rund 6 V/m auf, was möglicherweise in darüberliegenden Wohnräumen Probleme verursachen könnte.

Schlussfolgerung: Bei einer Sendeleistung der Mikrozellen von weniger als 1 W wird der Grenzwert von 6 V/m nicht überschritten.

Es sollten mindestens 30 cm Distanz zur Wand eingehalten werden, um die Penetration der Strahlung ins Gebäude zu vermindern. Bei Antennen in Arkaden ist die Emission nach oben zu beachten. Metalldächer reduzieren die Exposition im Zeitungsstand.

Buscaglia F, Gianola P .

Measurement techniques for UMTS signals radiated by radio base stations.

Radiat Prot Dosimetry 2001; 97 (4): 383-6

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messmethoden für Strahlung von UMTS-Basisstationen beschreiben und vergleichen

Methode: Die Technik des UMTS-Systems wird beschrieben. Es werden 3 verschiedene Verfahren zur Messungen der Strahlung von UMTS-Basisstationen verglichen: Spektrumanalysator, Leistungsmeter und VSA-Analysator

Resultat: Die Unterschiede in den drei Messverfahren waren minim (<0.1 dB).

Cook CM, Thomas AW, Prato FS .

Human electrophysiological and cognitive effects of exposure to ELF magnetic and ELF modulated RF and microwave fields: A review of recent studies.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (2): 144-157

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über experimentelle Studien an Menschen zu den Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder auf kognitive Funktionen (inkl. EEG) unter Berücksichtigung der Studien mit niederfrequent gepulster Hochfrequenzstrahlung (GSM-Mobiltelefone).

Resultat: Viele Studien fanden verschiedene Effekte der niederfrequenten Magnetfelder auf kognitive Funktionen bzw. EEG. Die Evidenz für einen Zusammenhang wird als inkomplett und gegensätzlich gewertet. Am meisten Evidenz gibt es dafür, dass das Schmerzempfinden vermindert wird. Die Variabilität der Befunde erklärt sich zumindest teilweise durch die Anwendung verschiedener Methoden. Folgende Punkte müssen bei zukünftigen Studien berücksichtigt werden: Das Basislevel muss klar definiert sein. Es muss ersichtlich sein, welche Aktivität die Probanden ausführen, ob sie während der EEG-Ableitung die Augen geschlossen hatten etc. Insbesondere müssen auch die Lichtverhältnisse berücksichtigt werden. Ausserdem sind inter- und intraindividuelle Unterschiede stärker zu beachten, ev. verschiedene Persönlichkeitstypen zu klassifizieren. Ebenfalls zu berücksichtigen sind Stimmungsschwankungen der Probanden, zirkadiane Veränderungen sowie Medikamenteneinnahme, Alkoholkonsum und Rauchgewohnheiten. Bei der EEG-Auswertungen sollen lineare und nichtlineare Prozesse adäquat berücksichtigt werden, ausserdem soll der Wellenform mehr Beachtung geschenkt werden. Wichtig wäre auch, verschiedene Bewusstseinszustände zu untersuchen (z.B. Hypnose).

Bemerkungen: Die Übersichtsarbeit hat nicht zum Ziel, Konsistenzen in den bisherigen Studien zu finden, sondern zielt eher darauf ab, Argumente für besser standardisierte zukünftige Experimente/Auswertungen zu liefern. Entsprechend werden insbesondere die Diskrepanzen in den Befunden verschiedener Studien aufgezeigt. Aktualisierung der Übersicht in Cook et al.: Exposure to ELF magnetic and ELF-modulated radiofrequency fields: The time course of physiological and cognitive effects observed in recent studies (2001-2005), Bioelectromagnetics 2006 (Id.Nr.: 2027).

Fabbri S, Frigo F, Violanti S, Andreucetti D, Bini M.

Electromagnetic field monitoring and control systems: state-of-the-art and work-in-progress.

Radiat Prot Dosimetry 2001; 97 (4): 395-400

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der Anforderungen an Systeme für die Überwachung resp. das Monitoring der Strahlung von Basisstationen. Bericht über erste Erfahrungen.

Resultat: Für ein längeres Monitoring der Strahlung können mobile oder fixe Systeme eingesetzt werden. Erstere sind variabler einsetzbar, letztere dafür günstiger und können die Infrastruktur der Basisstation nützen.

Ein Monitoringsystem besteht vorzugsweise aus einer Breitbandeinheit und zusätzlich aus frequenzselektiven und Multiband-Messeinheiten. Das Breitbandgerät kann zum Aufzeichnen längerer zeitlicher Verläufe gebraucht werden und zum Aufspüren von problematischen Zonen. Frequenzselektive Messungen können zum Überwachen von einzelnen Quellen benutzt werden. Mit Multibandmessungen können mehrere Quellen einfach überwacht werden.

In Piacenza wurde ein Pilotprojekt mit 10 Monitorsystem und 6 Datenaquisitionssystemen durchgeführt.

Insgesamt wurde an 18 Stationen gemessen, die als zentral städtisch, städtische Wohngegend, Agglomeration und ländlich klassifiziert wurden. Insgesamt wurden Daten über 12'400 Stunden aufgezeichnet. Die Tag/Nacht-Schwankungen waren in der Nähe eines Radiosenders sehr gross und kleiner für Stationen in der Nähe von Mobilfunkbasisstationen. Dort wurden am Ort A in der Nacht 1.6 V/m gemessen und am Tag 2 V/m. Am Ort B waren es 1.7 V/m in der Nacht sowie 2.25 V/m am Tag.

Zwei weitere geplante Messkampagnen in Italien werden skizziert.

Schlussfolgerung: Zumindest auf nationalem Level sollte eine Referenzmessmethode für das Monitoring bestimmt werden, damit die Daten verglichen werden können.

Hillert L, Berglind N, Arnetz BB, Bellander T .

Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey.

Scand J Work Environ Health 2002; 28 (1): 33-41

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prävalenz von selbst deklarerter Elektrosensibilität

Kollektiv: An 15'000 zufällig ausgewählte Bewohner des Bezirks Stockholm zwischen 19 und 80 Jahren wurden schriftliche Fragebögen verschickt. Die Antwortrate lag bei 73%. Abzüglich der unzustellbaren Sendungen lagen damit 10'670 ausgefüllte Fragebögen vor.

Methode: Es handelte sich um eine Querschnittsbefragung. Gefragt wurde nach Hypersensitivität gegenüber elektrischen oder magnetischen Feldern sowie nach 11 weiteren Möglichkeiten der Überempfindlichkeit (z.B. Pollen, Milben, bestimmte Nahrungsmittel, Amalgam). Personen, die Elektrosensibilität angaben, wurden mit allen anderen verglichen sowie mit denjenigen, die Asthma oder Heuschnupfen angaben. Es wurde mit einer Symptomliste nach 11 Symptomen gefragt (z.B. Hautprobleme, Augenreizungen, Nasenlaufen, Husten, Kopfschmerz, Müdigkeit etc.)

Mittels Faktoranalyse wurde untersucht, ob die Elektrosensiblen unter einem bestimmten Symptommuster litten.

Resultat: 1.5% der Antwortenden gaben an, sensibel auf elektrische oder magnetische Felder zu reagieren (Männer: 1.1%; Frauen 1.8%). Die Prävalenz der Elektrosensibilität nahm mit dem Alter zu (19 bis 39 Jahre: 1.2%; 40 bis 59 Jahre: 1.5%; 60 bis 80 Jahre: 1.8%). Ebenfalls variierte die Prävalenz in Abhängigkeit von Geburtsort, Bildung, Zivilstand und Einkommen. Elektrosensible gaben mehr Symptome an als die anderen. Am häufigsten genannt wurde das Symptom Müdigkeit, sowohl bei den Elektrosensiblen wie auch bei den anderen. Elektrosensible reagierten auch häufiger auf andere Faktoren; sowohl auf Allergieauslöser wie Pollen, Milben etc. als auch auf Störungen wie Lärm oder Gestank in ihrer Umgebung. Elektrosensible waren häufiger erkältet und hatten einen höheren Blutdruck. Ein typisches Symptombild für Elektrosensible liess sich nicht eruieren.

Schlussfolgerung: Selbst deklarierte Angaben sind mit Vorsicht zu interpretieren. Zumindest zeigen sie eine Besorgnis der Betroffenen. Der kausale Zusammenhang zwischen Elektrosensibilität und Gesundheitssymptomen kann, wie die Autoren betonen, mit einer Querschnittsbefragung nicht evaluiert werden.

Bemerkungen: Die Gruppe der Elektrosensiblen scheint zu einem substantiellen Teil aus Personen zu bestehen, die angaben, auf sehr viele Dinge allergisch zu reagieren. Es stellt sich die Frage, ob bzw. wie viele Personen eine spezifische Elektrosensibilität angaben. Diese Personengruppe hätte man eventuell noch genauer charakterisieren können. Die Symptomliste enthielt vor allem typische Allergiker-Symptome. Allerdings wäre ein Kausalzusammenhang auch dann noch nicht bewiesen, wenn sich ein typisches "Elektrosensibilitätssyndrom" eruieren liesse.

Silvi AM, Zari A, Licitra G.

Assessment of the temporal trend of the exposure of people to electromagnetic fields produced by base stations for mobile telephones.

Radiation Protection Dosimetry 2001; 97 (4): 387-390

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Alle, generell	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
<u>Exposition:</u> Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Abschätzung der zeitlichen Variabilität der Exposition der allgemeinen Bevölkerung gegenüber der Strahlung von Mobilfunkbasisstationen und Vergleich von drei Berechnungsverfahren mit Messungen.

Methode: Messung mit Breitbandgerät (100 kHz-3 GHz) in 8 Wohnungen in unmittelbarer Nähe von Mobilfunkbasisstationen.

Es wurden 3 Verfahren zur Berechnung der maximalen Strahlung an einem Messpunkt vorgeschlagen:

1. Italienisches Vollzugsverfahren: Max. Feldstärke wird berechnet aus dem Mittelwert aller 6-Minutenwerte (in V/m) multipliziert mit der Wurzel der Anzahl installierter Kanäle.
2. Max. Feldstärke wird berechnet aus Minimalwert in der Nacht (in V/m) und multipliziert mit der Wurzel der Anzahl installierter Kanäle.
3. Multiplikation des Mittelwertes zwischen 10.00 und 13.00 Uhr mit dem Faktor 1.19. Dieser Faktor wurde empirisch bestimmt.

Resultat: Es wurden klare zeitliche Verläufe der Mobilfunkstrahlung beobachtet mit den geringsten Werten in der Nacht. Am höchsten war die Strahlung zwischen 10.00 und 13.00 Uhr sowie zwischen 16.00 und 20.00 Uhr. Für alle Messpunkte zusammen waren die Spitzenwerte am Tag rund 50% höher als in der Nacht. Bei einzelnen Anlagen waren die Spitzen doppelt so hoch wie die Werte in der Nacht. Der Mittelwert zwischen 10.00 und 13.00 Uhr war im Durchschnitt 84% des höchsten täglichen 6-Minuten-Mittelwertes. Auf der Basis von Ein-Stunden-Werten bestand eine hohe Korrelation zwischen der Feldstärke und der Anzahl geführter Gespräche. Ein Vergleich der 3 Berechnungsverfahren an einem typischen Fall ergab die beste Übereinstimmung für das 3. Verfahren (7% Unterschätzung des max. Wertes). Verfahren 1 überschätzte den Maximalwert um 93% und Verfahren 2 um 38%.

Schlussfolgerung: Basisstationen können als Business- oder Quartiertyp klassifiziert werden. Bei Antennen vom Businessstyp besteht das Maximum am Morgen, bei Antennen vom Quartiertyp ist am späten Nachmittag/frühen Abend das maximale Gesprächsaufkommen zu verzeichnen. Breitbandmessungen eignen sich zur Überwachung der Grenzwerte, wenn die Feldstärke nicht im Bereich des Grenzwertes liegt. Es müssen noch mehr Erfahrungen gesammelt werden.

Bemerkungen: Beim 3. Berechnungsverfahren wird aus den Messungen empirisch ein Faktor bestimmt, daraus ein Verfahren abgeleitet und wieder auf die Messungen angewendet. Die relativ gute Übereinstimmung von Berechnung und Messung ist deshalb zu erwarten. Es müsste noch besser untersucht werden, wie repräsentativ dieser Faktor 1.19 (bzw. 84%) ist. Das Verfahren 3 (oder ähnliche Methoden) eignen sich für eine möglichst genaue Abschätzung der Feldstärke. In der Hälfte der Fälle wird jedoch der tatsächliche maximale Wert unterschätzt. Im Gegensatz dazu sind Berechnungsverfahren 2 und 3 konservativ. Die Strahlung wird nur selten überschätzt, im Durchschnitt sind dafür die Berechnungen höher als die Messungen. Diese beiden Verfahren sind deshalb besser geeignet, um mit Berechnungen sicherzustellen, dass der Grenzwert an einem bestimmten Ort nicht überschritten wird. Im Gegensatz dazu eignet sich Verfahren 1 besser zur Abschätzung der wahren Bevölkerungsexposition.

Schweisfurth H.

Sleep disorders caused by electrosmog?.

Deutsche Medizinische Wochenschrift 2002; 127 (16): 872

Stichwörter

Exposition:

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Schlafphasen und Schlafqualität
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Frentzel-Beyme Rainer .

The melatonin hypothesis: a matter of method.

Environmental Health Perspectives 2002; 110 (2): A72-A73

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Publikation von Graham et. al (Nr. 1461).

Resultat: R. Frentzel-Beyme kritisiert :

1. Die Anwendung der experimentellen Methode ist für solche Fragestellungen ungeeignet: In experimentellen Situationen reagieren Frauen nicht gleich wie im täglichen Leben (unter physischem oder psychischem Stress).
2. Das Fehlen zweier Hauptfaktoren, die mit dem Brustkrebsrisiko assoziiert sind: Prolaktinspiegel und Depressivität als Folge von tiefen Melatoninwerten, die mit Schlafmangel zusammenhängen.

Die Autoren antworten:

1. Es ist eine Grundlage der Wissenschaft, Hypothesen unter kontrollierten experimentellen Bedingungen zu testen.
2. Das Hormon Prolaktin wurde nicht ignoriert, war aber nicht Teil der Hypothese in der Studie. Depressivität ist nicht eine Funktion von niedrigem Melatoninspiegel. Der Melatoninzyklus ist abhängig von Helligkeit und Dunkelheit, und nicht vom Schlaf-/Wachrhythmus.

Davis S, Mirick D K, Stevens R G.

Residential magnetic fields and the risk of breast cancer.

Am J Epidemiol 2002; 155 (5): 446-54

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Testen der Hypothese, ob chronische Exposition von 60-Hz- Magnetfeldern durch Unterdrückung der nächtlichen Melatoninproduktion das Brustkrebsrisiko bei Frauen erhöht.

Kollektiv: Weisse Frauen zwischen 20 und 74 Jahren in einer Region Washingtons. 813 Fälle mit Brustkrebs, diagnostiziert vom Krebsforschungszentrum zwischen November 1992 und März 1995. 793 Kontrollen ausgewählt durch Zufallsnummerngenerierung.

Exposition: Geschätzt durch Magnetfeldmessungen in den Häusern und Wire-Codes aller Häuser, in denen die Patientinnen in den letzten 10 Jahren vor der Diagnose wohnten. Befragung zur Art der Heizung und zum Elektrogerätegebrauch.

48Std-kontinuierliche Messung von Magnetfeldern im Schlafzimmer mit einem EMDEX-II-Meter auf dem Boden beim Kopf des Bettes der Studienteilnehmerin. Drei Variablen waren für die Exposition von Magnetfeldern im Schlafzimmer während der 2 gemessenen Nächte relevant: durchschnittliches Magnetfeld im Schlafzimmer in der Nacht, Anteil der Messungen $\geq 0.2 \mu\text{T}$, Kurzzeitvariabilität im Magnetfeld des Schlafzimmers.

Ca. drei Viertel der Fälle und Kontrollen waren keinen nächtlichen Magnetfeldern von $\geq 0.2 \mu\text{T}$ ausgesetzt.

Methode: Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle mit bedingter logistischer Regression geschätzt. Fast alle Expositionsmessungen wurden als kontinuierliche und kategoriale Variablen analysiert. Wenn andere potentielle

Risikofaktoren mit einem erhöhten oder reduzierten Brustkrebsrisiko einhergingen, wurden sie in das Modell aufgenommen. Bekannte oder vermutete Faktoren, die das Risiko von Brustkrebs beeinflussen können (z.B. Alter, Pilleneinnahme, Alter bei erster Schwangerschaft, Familienanamnese).

Resultat: Die durchschnittlichen nächtlichen Magnetfelder waren bei Fällen leicht höher als bei Kontrollen ($p=0.75$, Wilcoxon Rangsummentest), aber allgemein ziemlich niedrig. Die nächtlichen Magnetfeldwerte waren bei den Brustkrebspatientinnen etwas variabler als bei Kontrollpersonen ($p=0.84$, Wilcoxon Rangsummentest).

Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Brustkrebsrisiko und dem durchschnittlichem Magnetfeld im Schlafzimmer in der Nacht. Ebenfalls kein Zusammenhang zwischen Brustkrebsrisiko und Wire-Code im Haus der diagnostizierten Fälle sowie den gewichteten Summen-Wire-Code-Kategorien für alle Häuser, die von den Personen 5 und 10 Jahre vor der Diagnose bewohnt wurden. Auch keine Beziehung zwischen Brustkrebsrisiko und Exposition durch elektrische Haushaltsgeräte wie Heizdecken.

Schlussfolgerung: Die Studie stützt die Hypothese nicht, dass die Magnetfeldexposition zuhause mit einem erhöhten Brustkrebsrisiko assoziiert ist. Allerdings haben relativ wenige Teilnehmerinnen einen hohen Expositionsgrad.

Es ist zwar möglich, dass Störungen der Melatoninproduktion mit der Entwicklung von Brustkrebs zusammenhängen, dabei spielen möglicherweise aber andere Faktoren als die Magnetfeldexposition die dominierende Rolle. Zum Beispiel führt eine Lichtexposition in der Nacht zur Verminderung der Melatoninsekretion.

Bemerkungen: Sorgfältig durchgeführte Studie mit Einbezug vieler Kontrollvariablen.

Vgl.: Davis et al., Residential magnetic fields, light-at-night, and nocturnal urinary 6-sulfatoxymelatonin concentration in women. Am J Epidemiol 2001; 154 (7), 591-600. (Id. Nr. 1652)

Reynolds P, Cone J, Layefsky M, Goldberg D E, Hurley S .
Cancer incidence in California flight attendants (United States).
Cancer Causes Control 2002; 13 (4): 317-24

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Krebsinzidenz in einer grossen Kohorte von FlugbegleiterInnen.

Kollektiv: Mit Hilfe des kalifornischen Krebsregisters wurden insgesamt 129 neu diagnostizierte invasive Krebserkrankung bei Mitgliedern der Association of Flight Attendants (AFA) identifiziert, die zwischen 1988 und 1995 in Kalifornien gewohnt hatten.

Exposition: Langzeitexposition von FlugbegleiterInnen gegenüber Chemikalien, kosmischer Strahlung sowie elektrischen und magnetischen Feldern.

Methode: Kombination von Mitgliedsdaten der Association of Flight Attendants (AFA) und Daten des kalifornischen Krebsregisters (neu diagnostizierte invasive und In-situ-Tumoren der Brust oder an anderen Lokalisationen). Durchführung einer "automated probabilistic record linkage" mittels AUTOMATCH zur Identifizierung der AFA-Mitglieder, bei denen im Zeitraum zwischen 1988 und 1995 eine Krebserkrankung diagnostiziert wurde. Berechnung der standardisierten Inzidenz-Ratios (beobachtete Inzidenz im Verhältnis zum Erwartungswert in der Referenzgruppe, SIR) und der proportionalen Inzidenz-Ratios (PIR). Einflussfaktoren: sozioökonomischer Status, Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit, positive Familienanamnese.

Resultat: Insgesamt unterschied sich die Inzidenz der Krebserkrankungen bei den Frauen der kalifornischen AFA-Kohorte (n=6895) nicht signifikant von der zu erwartenden Inzidenz in den Referenzgruppen. Von den Tumorerkrankungen mit drei oder mehr beobachteten Fällen traten nur der Brustkrebs und das maligne Melanom der Haut in der Studienkohorte häufiger auf (SIR=1.29, 95%CI: 0.99-1.66 bzw. 1.83, 95%CI: 0.94-3.21). Bei den Männern (n=1216) war das Kaposi-Sarkom, das oft in Zusammenhang mit AIDS auftritt, die einzige

maligne Erkrankung, die in der AFA-Kohorte signifikant häufiger vorkam als zu erwarten war (SIR=7.75, 95% CI: 4.33-12.82).

Schlussfolgerung: In Übereinstimmung mit früheren Studien liefern die Resultate Evidenz dafür, dass in der Berufsgruppe des Flugpersonals sowohl Brustkrebs bei Frauen als auch das maligne Melanom häufiger auftritt als in der Gesamtbevölkerung. Die Gesamtinzidenz der Krebserkrankungen ist aber nicht erhöht.

Mit welchen Expositionsfaktoren das erhöhte Risiko für bestimmte maligne Tumoren in dieser Berufsgruppe zusammenhängen könnte, liess sich in dieser Studie nicht evaluieren, weil keine direkten Expositionsdaten vorlagen.

Bemerkungen: Methodische Einschränkungen: Durch die Verwendung bereits bestehender Daten lagen wenig detaillierte Informationen zu den einzelnen Studienteilnehmern vor. Unter anderem fehlte für die nicht an Krebs erkrankten Personen die Angabe der ethnischen Zugehörigkeit. Bei der Zusammensetzung der Mitglieder der AFA-Gesellschaft hinsichtlich Alter, Geschlecht und Wohnort wurde von 1997 auf frühere Jahre zurückgeschlossen.

Kaune W T, Dovan T, Kavet R I, Savitz D A, Neutra R R.

Study of high- and low-current-configuration homes from the 1988 Denver childhood cancer study.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (3): 177-188

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Li C Y, Sung F C, Wu S C.

Risk of cognitive impairment in relation to elevated exposure to electromagnetic fields.

Journal of Occupational and Environmental Medicine 2002; 44 (1): 66-72

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen		

	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
		Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Beziehung zwischen beruflicher und wohnsitzbezogener Magnetfeldexposition und Risiko der Beeinträchtigung kognitiver Leistungen (als Anzeichen für neurologische Krankheiten wie Alzheimer und andere Demenzen)

Kollektiv: Zufallsstichproben einer vorherigen Längsschnittstudie, bei der aus zwei Kohorten eines Kollektivs von 2198 älteren Personen (≥ 65 J.) 290 Fälle (kognitiv beeinträchtigt) und 580 Kontrollen, übereinstimmend nach Geschlecht, ausgewählt wurden. Fälle und Kontrollen aus derselben Region in Taipei.

Exposition: Teilnehmer, die früher Elektriker waren oder innerhalb von 100 m von einer Hochspannungsleitung (aus einer Wohnsitzlandkarte entnommen) entfernt wohnten, wurden als hoch exponiert betrachtet. Die Gesamtexposition wurde kategorisiert in 4 Niveaus: keine Exposition, höhere Wohnsitzexposition, höhere Berufsexposition, höhere Wohn- und Berufsexposition.

Methode: Die Information zu den ausgeübten Berufen wurde anhand von Interviews erhoben, wobei der/die am nächsten stehende Verwandte Auskunft für verstorbene oder zu kranke Teilnehmer gab. Zwei Untersucher prüften unabhängig die Berufsvergangenheit jedes Teilnehmers und kategorisierten für jeden Teilnehmer den am längsten und den zuletzt ausgeführten Beruf. Die Teilnehmer wurden jährlich zu ihren kognitiven und physischen Fähigkeiten befragt. Zusätzlich wurden Informationen zum soziodemographischen Status, Gesundheitszustand, Lebensstil und physischen Aktivitäten gesammelt. Die kognitiven Fähigkeiten wurden gemessen mit dem Short Portable Mental Status Questionnaire (SPMSQ-Skala). Senioren mit mehr als 5 Fehlern in den 10 SPMSQ-Fragen in mindestens einer Episode während der Längsschnittphase wurden als kognitiv beeinträchtigt eingestuft. Nach diesem Kriterium wurden 290 Personen als Fälle identifiziert. Für jeden Fall wurden aus dem Pool der

kognitiv nicht beeinträchtigten Studienteilnehmer zwei Kontrollpersonen zufällig ausgewählt. Der Effekt der Wohnort- und der Berufsexposition auf das Risiko der kognitiven Beeinträchtigung wurde separat und kombiniert gemessen. Die Effekte des am längsten ausgeführten Berufs und der letzten Anstellung wurden mittels multivariater nichtbedingter logistischer Regression untersucht. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Ausbildungsgrad, Zivilstand, Rauchen, körperliche Betätigung.

Resultat: Personen mit kognitiver Beeinträchtigung waren tendenziell älter als die Kontrollpersonen, weniger gebildet und hatten weniger oft einen Lebenspartner. Sie konsumierten weniger Zigaretten und Alkohol und betrieben weniger körperliche Aktivitäten. Unter Berücksichtigung der Störgrößen zeigte sich kein erhöhtes Risiko im Zusammenhang mit dem am längsten ausgeführten Beruf. In Bezug auf die zuletzt ausgeübte Berufstätigkeit war das Risiko einer kognitiven Beeinträchtigung bei Elektrikern leicht, aber nicht signifikant erhöht

(OR=1.3, 95%CI: 0.7-1.9). Dabei war das leicht erhöhte Risiko auf diejenigen beschränkt, die 20 oder mehr Jahre in diesem Beruf gearbeitet hatten. Es bestand kein höheres Risiko für kognitive Beeinträchtigung bei denjenigen, die weniger als 100 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten. Auch bei der Kombination von Berufs- und Wohnexposition zeigte sich kein grösseres Risiko bei höheren Expositionen.

Schlussfolgerung: Die Studie weist nicht auf einen Zusammenhang zwischen beruflicher und wohnsitzbezogener EMF-Exposition und Beeinträchtigung der kognitiven Leistungen hin. Allerdings halten die Autoren die Teststärke der Untersuchung für relativ gering. Die Studie ist kaum mit anderen Studien zu neurodegenerativen Erkrankungen vergleichbar, weil sie die Krankheiten nicht mit diagnostischen Kriterien erfasst, sondern eine "indirekte" Messung mit dem SPMSQ vornimmt. Obwohl die SPMSQ-Ergebnisse öfter mit klinischen Diagnosen bestimmter Syndrome übereinstimmten, konnten z.B. milde Formen kognitiver Beeinträchtigungen damit nicht identifiziert werden. Trotz der Mängel des SPMSQ im Vergleich zur klinischen Evaluation weisen die Resultate darauf hin, dass exponierte Personen kein erhöhtes Risiko für eine Beeinträchtigung der intellektuellen Fähigkeiten haben.

Bemerkungen: Mit der Methode des SPMSQ-Tests lässt sich kein direkter Bezug zu neurodegenerativen Erkrankungen herstellen. Daher hat die Studie in Bezug auf diese Erkrankungen keine hohe Aussagekraft. Vgl.: Noonan et al.: Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases. Scand J Work Environ Health 2002; (1), 42-8. (Id. Nr. 1630)

Lambrozo J .

Electric and magnetic fields with a frequency of 50-60 Hz: Assessment of 20 years of research.

Indoor and Built Environment 2001; 10 (5): 299-305

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Noonan CW, Reif JS, Yost M, Touchstone J.

Occupational exposure to magnetic fields in case-referent studies of neurodegenerative diseases.

Scand J Work Environ Health 2002; 28 (1): 42-48

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Alzheimer-Krankheit, amyotropher Lateralsklerose und Morbus Parkinson.

Kollektiv: Die Daten stammten aus Sterbeurkunden von Männern in Colorado zwischen 1987 und 1996. Aufgrund der Todesursachen wurden drei Fall-Kontrollgruppen gebildet. Alzheimer-Krankheit: 1556 Fälle, 1556 Kontrollen, amyotrophe Lateralsklerose: 312 Fälle, 1248 Kontrollen, Parkinson: 1477 Fälle, 1477 Kontrollen.

Exposition: Es gab drei verschiedene Methoden zur Einteilung der Exposition: 1.) dichotome Expositionsklassifikation: Beruf im Elektrobereich oder in anderen Branchen. 2.) Vier Expositionskategorien aufgrund einer Kombination von Berufs- und Gewerbe-codes (Code für zugehörigen Industriezweig): hohe, mittlere und geringe Belastung. Die beiden höchsten Expositionskategorien wurden wegen der geringen Anzahl von Personen zusammengefasst. 3.) Berufsexpositionsmatrix aus 2400 Magnetfeldmessungen, die in 10 Studien gemacht worden waren. Die Studienteilnehmer wurden anhand von Schwellenwerten einer von 4 Expositionsgruppen zugeteilt ($\geq 0.3 \mu\text{T}$, $0.2-0.29 \mu\text{T}$, $0.1-0.19 \mu\text{T}$, $<0.1 \mu\text{T}$).

Methode: Logistische Regression für jede Fall-Kontrollgruppe, um den Zusammenhang zwischen der Magnetfeldexposition und den drei Krankheiten zu testen. Einflussfaktoren: Alter, Sozialstatus, ethnische Zugehörigkeit.

Resultat: Alzheimer-Krankheit: Wenn die Magnetfeldexposition mit Methode 1 (Elektroberuf) oder Methode 3 (Berufsexpositionsmatrix) definiert wurde, war keine Risikozunahme zu beobachten. Bei Methode 2 (Berufs- und Gewerbe-codes) bestand in der höchsten Expositionskategorie ein schwacher, nicht signifikanter Zusammenhang

mit dem Krankheitsrisiko (OR: 1.21, 95%-CI: 0.83-1.76).

Amyotrophe Lateralsklerose: erhöhtes Risiko bei der Anwendung von Methode 1 und 2 (OR: 2.30, 95%-CI: 1.29-4.09), kein erhöhtes Risiko bei Methode 3. Parkinson-Krankheit: Mit allen 3 Methoden wurden Zusammenhänge mit der Exposition beobachtet, teilweise statistisch signifikant: Methode 1: OR=1.55 (95%-CI: 0.98-2.45), Methode 3: OR=1.50 (95%-CI: 1.02- 2.19), Methode 2: OR=1.76 (95%-CI: 1.17-2.65).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie mit allen drei Methoden der Expositionsabschätzung Hinweise auf ein erhöhtes Parkinson-Risiko bei exponierten Berufen beobachtet wurden. Da es sich dabei um eine neues Ergebnis handelt, empfehlen sie die Überprüfung in weiteren Studien. Für die anderen beiden Erkrankungen (Alzheimer und amyotrophe Lateralsklerose) waren die Studienresultate nicht einheitlich und hingen von der jeweilige Methode der Expositionsschätzung ab.

Bemerkungen: Es ist schwierig zu interpretieren, dass die drei Methoden zur Expositionsschätzung teilweise unterschiedliche Resultate produziert haben. Eventuell wird in der Berufsexpositionsmatrix die tatsächliche Magnetfeldbelastung in manchen Berufen unterschätzt. Über die Berücksichtigung der Störvariablen wird in den Resultaten nichts mehr ausgesagt. Die Dauer der Anstellung wurde nicht erfasst, sie könnte aber ein wichtiger Faktor sein für der Entwicklung neurodegenerativer Krankheiten. Eine weitere Fehlerquelle sind möglicherweise andere potenziell gesundheitsschädliche Expositionen im Beruf, z.B. bei Schweißern. Die Informationen zu den Studienteilnehmern sind nicht sehr umfassend. Die Wahrscheinlichkeit, dass jemand aufgrund der Angaben in der Sterbeurkunde wirklich Alzheimer oder Parkinson hatte, betrug nur 60%. Durch diese Unsicherheit wird die Aussagekraft der Studie einschränkt.

Finanzierung: Keine Angaben.

Davis S, Kaune W T, Mirick D K, Chen C, Stevens R G.

Residential magnetic fields, light-at-night, and nocturnal urinary 6-sulfatoxymelatonin concentration in women.
Am J Epidemiol 2001; 154 (7): 591-600

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Testen der Hypothese, ob Magnetfeldexposition und/oder Licht in der Nacht assoziiert ist mit tieferen nächtlichen Konzentrationen des wichtigsten Melatoninabbau-Zwischenprodukts im Urin (6-Sulfatoxymelatonin).

Kollektiv: 203 Frauen zwischen 20 und 74 Jahren aus einer Gruppe von zufällig ausgewählten 591 Frauen.
Einschlusskriterium: darunter Frauen mit hohen, mittleren und tiefen Magnetfeldexpositionen im Schlafzimmer.

Exposition: 9 Variablen wurden vor der Analyse definiert, um die Magnetfeldexposition der Teilnehmer zu charakterisieren:

3 Variablen für die Magnetfeldexposition im Schlafzimmer in der Nacht: durchschnittliche nächtliche Magnetfeldexposition, Anteil der nächtlichen im Schlafzimmer gemessenen Magnetfelder $\geq 0.2 \mu\text{T}$ sowie Kurzzeitvariabilität im Magnetfeld des Schlafzimmers. Drei Variablen für die persönliche Magnetfeldexposition auf einer kontinuierlichen 24h-Basis. Eine Variable für die Wire-Code-Konfiguration, die jeder Teilnehmerin zugeschrieben wurde. Zwei Variablen für die Exposition von Licht in der Nacht: Anteil der nächtlichen Lichtmessungen in der Nacht $\geq 10 \text{ Lux}$ und wieviele Male die Versuchsperson in der Nacht aufsteht und das Licht anzündet.

Die durchschnittlichen nächtlichen Magnetfeldstärken in den Schlafzimmern waren niedrig, die Hälfte der Versuchspersonen hatte durchschnittliche Werte von $< 0.04 \mu\text{T}$, während die durchschnittlichen persönlichen Magnetfelder über 24 Std. etwas höher waren ($0.08 \mu\text{T}$).

Methode: Die Datensammlung erfolgte in einer 72-Stunden-Messperiode und bestand aus einem Interview, Magnetfeldmessungen, Lichtmessungen und Urinproben in drei aufeinanderfolgenden Nächten. Um die

Auswirkung der unterschiedlichen Dauer der täglichen Dunkelheit auf die Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und den Melatoninabbaustoffen im Urin einzubeziehen, wurde die Datensammlung in einer anderen Jahreszeit wiederholt. Lineare Regression unter Berücksichtigung, dass Daten abhängig sind (SAS MIXED Prozedur). Falls Hinweise für einen Expositionseffekt auf die 6-Sulfatoxymelatoninkonzentration bestanden, wurde die Interaktion zwischen der Expositionsmessung und der Anzahl der Dunkelheitsstunden untersucht, um Expositionsmodifikationen durch unterschiedliche Länge der täglichen Dunkelheit zu testen. Einflussfaktoren: Alter, Menopausenstatus, Dauer der Dunkelheit, Alkoholkonsum in den letzten 24 Std., Gebrauch elektrischer Heizdecken, Rauchen in den letzten 7 Tagen, Body Mass Index, Grösse, Medikamente wie Betablocker, Kalziumkanalblocker oder Psychopharmaka.

Resultat: Die 6-Sulfatoxymelatoninkonzentrationen waren im Winter am höchsten und im Sommer am niedrigsten.

Längere Dauer der Dunkelheit war assoziiert mit einer höheren 6-Sulfatoxymelatoninkonzentration. Zunehmendes Alter, höherer Body Mass Index, Gebrauch von Medikamenten wie Betablockern sowie Alkoholkonsum in den letzten 24-Std. waren assoziiert mit einer niedrigeren 6-Sulfatoxymelatoninkonzentration. Nicht im Zusammenhang mit dem Melatoninspiegel im Urin standen der Gebrauch von Heizdecken, Rauchgewohnheiten und Körpergrösse der Versuchspersonen.

Nach Kontrolle der wichtigsten Kovariaten ergab sich ein Zusammenhang zwischen höherem durchschnittlichem nächtlichen Magnetfeld und tieferen 6-Sulfatoxymelatoninwerten im Urin. Eine Interaktion zwischen der Anzahl Dunkelheitsstunden und dem durchschnittlichen nächtlichen Magnetfeld zeigte, dass der Haupteffekt sich mit unterschiedlicher Länge der täglichen Dunkelheit veränderte, d.h. mit den unterschiedlichen Jahreszeiten. Unter denjenigen Personen, die melatoninsenkende Medikamente einnahmen, hatte zwar die Magnetfeldstärke eine Auswirkung, sie war aber stets abhängig vom Licht.

Schlussfolgerung: Die Resultate der Studie deuten an, dass nächtliche Magnetfeldexposition mit höherer Feldstärke das normale Ansteigen des Melatonins in der Nacht unterdrückt. Es gibt eine starke Assoziation zwischen dem Melatoninspiegel und der Anzahl Dunkelheitsstunden: die stärksten Magnetfeldeffekte wurden im Sommer beobachtet, wenn die Melatoninwerte am tiefsten waren. Es ist bekannt, dass die Jahreszeit die nächtliche Erhöhung des Melatonins beeinflusst. Höheres Alter, Alkoholkonsum, Medikamente wie Betablocker waren mit tieferen Melatoninwerten assoziiert. Möglicherweise gibt es eine individuelle Empfindlichkeit für die Effekte der Magnetfeldexposition, d.h. die Leute mit tieferen Basismelatoninwerten -weil sie z.B. Medikamente einnehmen, die den Melatoninspiegel senken- sind ev. anfälliger auf Effekte von Magnetfeldern, die den Melatoninspiegel noch zusätzlich senken. Magnetfeldstärke war assoziiert mit signifikant tieferer Urinkonzentration von Melatonin, in erster Linie bei Frauen, die diese Medikamente einnahmen und während Jahreszeiten mit den wenigsten Dunkelheitsstunden.

Bemerkungen: Melatoninsenkende Medikamente + Sommer + Magnetfeldbelastung = weniger Melatoninabbauprodukte im Urin. Es stellt sich die Frage, welche Rolle die Magnetfeldbelastung in dieser Konstellation genau einnimmt.

Die biologische Bedeutung dieser Befunde bleibt unklar, d.h. sie wird nicht diskutiert.

Die Lichtexposition bezieht sich auf die Jahreszeiten, nicht auf das Licht in der Nacht z.B. durch Nachttischlampen.

Im Sommer ist das Melatonin bei Personen, die keine Medikamente benutzen, um 5% vermindert im Vergleich zum Winter. Bei Personen, die Medikamente einnehmen, beträgt die Abnahme 10%, ist aber im Vergleich zum

Winter nicht so akzentuiert.

Vgl.: Levallois P. et al.: Effects of electric and magnetic fields from high-power lines on female urinary excretion of 6-sulfatoxymelatonin, Am J Epidemiol 2001: 154 (7), 601-9. (Id.Nr.1654)

Deadman J E, Infante-Rivard C.

Individual estimation of exposures to extremely low frequency magnetic fields in jobs commonly held by women.

Am J Epidemiol 2002; 155 (4): 368-78

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studientyp:

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Präzisere Messungen von Berufsexpositionen. Idee: eine Klassifikation für weitere Studien zu erarbeiten.

Kollektiv: 491 Mütter von Kindern mit Leukämie und 491 Mütter mit gesunden Kindern aus einer von 1980 bis 1993 durchgeführten Studie zu Umweltaspekten sowie genetischen Faktoren und Kinderleukämie.

Exposition: Siehe Methoden und Resultate.

Methode: Die oben erwähnte frühere Studie lieferte Informationen über die Berufe (Arbeitsumfeld, Aufgaben in einem bestimmten Beruf, Dauer der Aufgaben, elektrische Geräte, die am Arbeitsplatz benutzt wurden) von 491 Frauen vor oder während der Schwangerschaft. Durch das Kombinieren dieser Information mit publizierten Daten zu den Intensitäten von niederfrequenten Magnetfeldern und dem Arbeitsumfeld lieferte diese Studie die Grundlage für die Schätzung der Feldexposition bei einer grossen Anzahl von Berufen. Die Studie setzte Interviews ein, um Details jeder Tätigkeit in Erfahrung zu bringen. Die Fragebögen wurden von Experten auf folgende Parameter geprüft: Berufsbezeichnung, Arbeitsumfeld, Magnetfeldquellen, Dauer der Exposition oder des Gebrauchs von Elektrogeräten, Distanz zu den Geräten, Arbeitsstunden pro Woche, Arbeitsschicht sowie Arbeitsaufgaben und -methoden. Für jeden Beruf wurde eine wöchentliche zeitgewichtete durchschnittliche Exposition berechnet durch das Multiplizieren der Magnetfeldintensität jeder identifizierten Quelle und der wöchentlichen Dauer des Gebrauchs dieser Quelle. Die Produkte von Quelle, Dauer und Arbeitsumfeld wurden summiert und geteilt durch die Gesamtzahl Stunden pro Woche, die bei der Arbeit verbracht wurden.

Resultat: 111 verschiedene Magnetfeldquellen wurden identifiziert: die häufigsten waren Photokopierer, elektrische Schreibmaschinen, Bildschirme, Registriertassen und Nähmaschinen. Die den Quellen zugeschriebenen Magnetfeldwerte reichten von 0.1 bis 4 μ T. Die häufigsten Arbeitsumfelder waren Büros,

Wohnungen, Geschäfte/Läden, Textilfabriken und Restaurants. Die Magnetfeldintensitäten dieser Arbeitsumgebungen schwankten zwischen 0.01 μT und 0.32 μT .

Für die 1002 Jobs, in denen die Mütter während der Schwangerschaft arbeiteten, war die durchschnittliche geschätzte zeitgewichtete Exposition 0.2 μT . In 30.6 bzw. 3.5% der Fälle überschritten die zeitgewichteten durchschnittlichen Expositionen die Werte von 0.2, 0.4 und 0.8 μT . Gemäss den Berufskategorien waren die am meisten exponierten Berufe ($>0.23 \mu\text{T}$) BäckerInnen, KassiererInnen, KöchInnen und KüchenarbeiterInnen, ElektronikerInnen, NäherInnen und TextilmaschinenarbeiterInnen. Gemäss dem Arbeitsumfeld waren die am meisten exponierten Berufskategorien ElektronikerInnen von Montagewerken (0.7 μT), NähmaschinenarbeiterInnen von Textilfabriken (0.68 μT) und Angestellte von Schuhfabriken (0.66 μT).

Schlussfolgerung: Die Resultate liefern ein Gesamtbild über das Ausmass der Magnetfeldexposition, das bei einer breiten Palette von Berufen, die Frauen ausüben, zu erwarten ist. Sie basieren auf individuell berichteten Daten.

In epidemiologischen Studien variieren die Schätzungen der beruflichen Exposition von einer groben Einstufung nach Expositionskategorien bis zu persönlichen Messungen für jedes Individuum. Eine Berufsexpositionsmatrix ermöglicht zwar die Rasterung von Berufen, schreibt aber allen Arbeitern derselben Berufsbezeichnung dieselbe Exposition zu. Die hier beschriebene Methode geht einen Schritt weiter: sie bezieht die Magnetfeldquellen, die Expositionsdauer und das Arbeitsumfeld ein. Der Experte schreibt nicht einfach Arbeitern eine Magnetfeldexposition zu, sondern schätzt ab, mit welchen Geräten sie wie lange arbeiten, in welchem Umfeld die Arbeit stattfindet usw. Dadurch ergeben sich präzisere Zahlen, Fehler werden reduziert. Weil die Dauer der Exposition genau so wichtig ist wie die Intensität des Magnetfeldes, fördert der Einbezug des Zeitfaktors die Genauigkeit der Abschätzungen. Mit dieser Methode können Magnetfeldquellen oder Berufsfelder identifiziert werden, die ansonsten in einer Kategorie mit niedrigen Expositionswerten gelandet wären. Umgekehrt lassen sich niedrige Expositionen in Berufen dokumentieren, die aufgrund der Berufsbezeichnung automatisch zur hoch exponierten Klasse zählen würden.

Bemerkungen: In dieser Studie zur Expositionsabschätzung wurden viele Faktoren berücksichtigt: die Expositionsdauer, verschiedene Quellen usw. Durch genaueres Messen können in weiteren Studien Fehler reduziert werden, um einen grösseren Anteil der wahren Varianz zu erklären. Wie gut sich diese Resultate verallgemeinern lassen, ist fraglich.

Levallois P, Dumont M, Touitou Y, Gingras S, Masse B, Gauvin D, Kroger E, Bourdages M, Douville P. Effects of electric and magnetic fields from high-power lines on female urinary excretion of 6-sulfatoxymelatonin.

Am J Epidemiol 2001; 154 (7): 601-9

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Melatonin und andere Hormone
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hypothese, dass eine chronische 60-Hz-Magnetfeld-Exposition durch Hochspannungsleitungen mit einer verminderten Ausscheidung von 6-Sulfatoxymelatonin im Urin in Zusammenhang steht.

Kollektiv: Frauen, die in seit mindestens einem Jahr in einem Ein- oder Zweifamilienhaus in Quebec wohnen, das sich in einer Entfernung von 150 bzw. > 400 m zu einer 735kV-Hochspannungsleitung befindet (226 bzw. 198 Teilnehmerinnen).

Exposition: Die durchschnittliche Magnetfeldexposition war in der Gruppe, die nahe der Hochspannungsleitung wohnte, 2.5 Mal höher als in der Kontrollgruppe (geometr. Mittel: 0.33 vs. 0.13 μ T; $p < 0.001$). Die beiden Gruppen unterschieden sich ebenfalls bezüglich der Exposition während des Schlafs (geometrische Mittel des individuellen Mittelwerts der zwei Expositions Nächte: 0.29 vs. 0.08 μ T, $p < 0.001$). Die Durchschnittsmessungen der beiden Nächte waren hochgradig korreliert. In Bezug auf das elektrische Feld war die Exposition in der ersten Gruppe fast doppelt so hoch wie in der zweiten (geometr. Mittel: 10.5 vs. 5.8 V/m; $p < 0.001$).

Methode: Die Teilnehmerinnen füllten einen Fragebogen aus. Die persönliche Magnetfeldexposition wurde gemessen mit einem EMDEX Lite Meter, den die Teilnehmerinnen während ihrer täglichen Aktivitäten an der Taille oder in einer Tasche trugen. Während der Nacht wurde das Messgerät unter dem Bett angebracht. Für jede Teilnehmerin berechnete man das arithmetische Mittel sowie die Variabilität der Magnetfeldexposition während zwei Schlafepisoden und während einer 24-Stunden-Periode. Ausserdem bewerteten Techniker das elektrische Feld im Innenraum am Tag. Der Durchschnitt der 6 Messungen galt als Schätzung für die Feldexposition im Haus. Die Lichtintensität in der Nacht im Schlafzimmer wurde mit einem Luxmeter gemessen und per Tagebuch

erfasst. Nach jeder der beiden aufeinanderfolgenden Nächte wurde der erste Morgenurin gesammelt. Die 6-Sulfatoxymelatonininkonzentration im Urin wurde mittels Radioimmunoassay analysiert. Es erfolgte der Vergleich zwischen EMF-Expositionen und Personenmerkmalen in den beiden Gruppen. Die Anteile der magnetischen und der elektrischen Feldstärke wurden mittels Fishers's exact-Test oder Chi-Quadrat-Test verglichen, die arithmetischen Mittel der Magnetfeldexpositionen mittels t-Test oder Varianzanalyse. Die Korrelationen zwischen den zwei Messtagen wurden mit dem Pearson's Korrelationskoeffizienten ermittelt. Der Effekt der verschiedenen Variablen auf die 6-Sulfatoxymelatonininkonzentration wurde mit Varianzanalyse für wiederholte Messungen bestimmt. Einflussfaktoren: Alter, Gebrauch von Medikamenten, die die Melatoninproduktion beeinflussen, Ausbildung, Menopausenstatus, Body Mass Index, Alkoholkonsum.

Resultat: Frauen, die nahe der Hochspannungsleitung wohnten, hatten einen niedrigeren Ausbildungsstand ($p=0.04$). Die Tageslichtlänge während der Datensammlung unterschied sich zwischen den beiden Gruppen. (Ein etwas grösserer Anteil von Personen, die nahe bei der Hochspannungsleitung wohnten, wurde in Zeiten untersucht, in denen die Tageslichtperiode unter 12 Stunden dauerte). Zunehmendes Alter, Menopausenstatus, Body Mass Index (BMI), Alkoholkonsum, Medikamentengebrauch und niedrigerer Ausbildungsgrad waren assoziiert mit einer verminderten 6-Sulfatoxymelatoninausscheidung im Urin. Die nächtliche 6-Sulfatoxymelatoninausscheidung im Urin war in beiden Studiengruppen fast identisch. Es wurde auch keine statistisch signifikante Abnahme des Melatoninabbauprodukts mit zunehmender Exposition gefunden (gemessen während einer 24-Stunden- und zwei Schlafperioden). Es zeigten sich jedoch Interaktionen: Die Abnahme der 6-Sulfatoxymelatoninausscheidung mit zunehmendem Alter und Gewicht war ausgeprägter bei den Frauen, die nahe einer Hochspannungsleitung wohnten. Dieser Effekt war unabhängig von den anderen potentiellen Risikofaktoren wie Medikamentengebrauch und Lichtexposition in der Nacht.

Schlussfolgerung: Keine Auswirkungen der niederfrequenten elektromagnetischen Strahlung auf Melatoninabbauprodukte im Urin. Höhere durchschnittliche Magnetfeldexpositionen steigern aber den Effekt bestimmter Faktoren, die mit einer verminderten Melatoninsekretion einhergehen: ältere und übergewichtige Frauen scheinen empfindlicher auf den Effekt des Magnetfeldes zu reagieren. Faktoren, die üblicherweise mit einer reduzierten Melatoninausschüttung assoziiert sind, hatten auch in dieser Studie signifikante Effekte. Das 6-Sulfatoxymelatonin nahm bei höherem Alter und Body Mass Index sowie bei Einnahme entsprechender Medikamente ab. Zwischen Medikamentengebrauch und Magnetfeldexposition wurde in dieser Studie keine Assoziation beobachtet. Die Beziehung zwischen niedrigem Ausbildungsgrad und weniger Melatoninabbauprodukten im Urin war unerwartet. Eine mögliche Erklärung dafür sind Unterschiede im Lebensstil der Studienteilnehmerinnen. Die Lichtexposition in der Nacht war wahrscheinlich zu niedrig und zu kurz (<10 Minuten), um die Melatoninsekretion zu beeinflussen.

Bemerkungen: Es stellt sich die Frage, ob Ausbildung ein Surrogat (Stellvertreter) für Exposition ist. Vgl. auch: Davis S. et al., Residential magnetic fields, light-at-night, and nocturnal urinary 6-sulfatoxymelatonin concentration in women, Am J Epidemiol 2001: 154 (7), 591-600.

Banks R S, Thomas W, Mandel J S, Kaune W T, Wacholder S, Tarone R E, Linet M S .
Temporal trends and misclassification in residential 60 Hz magnetic field measurements.
Bioelectromagnetics 2002; 23 (3): 196-205

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung darüber, wie gut dauerhafte 60-Hz-Magnetfeldstärken am Wohnort eingeschätzt werden können, wenn man Messdaten verwendet, die während eines einzelnen Besuchs zu einem beliebigen Zeitpunkt erhoben wurden. Evaluation der Stabilität und Genauigkeit einer 24-Stunden-Messung im Schlafzimmer eines Kindes als Prädiktor für die permanente tägliche Wohnsitzexposition.

Kollektiv: 51 Haushalte, in denen Kinder unter 15 Jahren wohnten. 18 Kinder wurden aus den Kontrollen einer mit dieser Studie verbundenen Hauptstudie rekrutiert, 33 Kinder aus Familien, die nicht als Teilnehmer in die Hauptstudie einbezogen worden waren.

Exposition: Das geometrische Mittel der Langzeitexposition betrug in allen Wohnsitzen ungefähr 0.094 μ T, die 24-Stunden-Messung 0.097 μ T, die 7 Punktmessungen lagen zwischen 0.087 μ T und 0,126 μ T.

Methode: Wiederholte Punkt- und 24-Stunden-Messungen des 60-Hz-Magnetfelds. Zweimal pro Monat, siebenmal im Verlauf eines Jahres (Messung mit EMDEX-C). Zusätzlich zweiwöchige Messung im Schlafzimmer des Kindes und Erstellung eines standardisierten Diagramms für die Verkabelung (Wire Code). Langzeitschätzungen (= geometrischer Mittelwert aller verfügbaren Mittelwerte der 24-Stunden-Messung) dienten sowohl als Bezugswerte für das Erfassen von Tageszeit-, Wochentag- und Jahreszeiteffekten als auch von möglichen Fehlklassifikationen.

Alle Analysen verwendeten die aus den Messaufzeichnungen resultierende Vektormagnitude in Mikrottesla. Für jede Messung berechnete man das geometrische Mittel und die Standardabweichung, für die 24-Stunden- und die zweiwöchigen Messungen auch das arithmetische Mittel.

Ermittelt wurde der durchschnittliche jahreszeitliche Effekt sowie der Wochentag-Unterschied aus allen verfügbaren geometrischen Mittelwerten der 24-Stunden-Messungen sowie Tageszeiteffekte aus allen

verfügbaren arithmetischen Mittelwerten.

Die Fehlklassifizierung wurde untersucht durch Kreuztabellierung der Punktmessung, 24-Stunden-Messung und 2-Wochen-Messung mit der Langzeitschätzung anhand von Expositionskategorien $<0.05 \mu\text{T}$, $0.05 \mu\text{T}$ bis $0.114 \mu\text{T}$, $0.115 \mu\text{T}$ bis $0.159 \mu\text{T}$, $\geq 0.16 \mu\text{T}$). Berechnung von Spearman's Rangkorrelationen und Kappa-Mass.

Resultat: Es zeigte sich ein kleiner statistisch signifikanter jahreszeitlicher Effekt auf das geometrische Mittel der 24-Stunden-Messungen: Die Werte lagen im Frühling ca. 3% tiefer als die Langzeitschätzung und im Sommer ca. 4% höher. Im Herbst und Winter zeigte sich kein Effekt.

Weder für den Wochentag noch zwischen den Wochentagen und Wochendtagen zeigten sich signifikante Unterschiede. Verglichen mit der Langzeitschätzung ergab sich ein signifikanter Effekt der Tageszeit: eine Punktmessung abends überschätzte die Langzeitschätzung um 20%.

Zwischen der Langzeitschätzung und der Punktmessung im Schlafzimmer des Kindes ($r=0.90$), der 24-Stunden-Messung ($r=0.92$) sowie der 2-Wochen-Messung ($r=0.94$) zeigte sich starke Korrelationen.

Beim Gebrauch der vier Expositionskategorien bestand eine mittlere bis gute Übereinstimmung zwischen der 24-Stunden-Messung und der Langzeitschätzung. Ein Drittel der 24-Messungen (16 von 46) unterschieden sich von ihrer entsprechenden Langzeitschätzungskategorie. Für die Punktmessung und die zweiwöchige Messung war die Fehlklassifikationsrate im Vergleich zur Langzeitschätzung ungefähr gleich (17 von 47 bzw. 16 von 51).

Schlussfolgerung: Es handelt sich um die erste detaillierte Untersuchung von wohnortbezogenen 60-Hz-Magnetfeldstärken mit multiplen Messungen in jedem Haushalt.

Die Studie fand einen kleinen jahreszeitlichen Effekt, der angesichts der Variabilität innerhalb der wiederholten 24-Stunden-Messungen wahrscheinlich kaum von praktischer Bedeutung ist. Folglich legen die Resultate keine jahreszeitlichen Einschränkungen für wohnsitzbezogene 60-Hz-Magnetfeldmessungen in Fall-Kontroll-Studien nahe. Dies gilt ebenfalls für den Wochentag der Messung. Wegen des Tageszeiteffekts wird von Walk-in-Punktmessungen abgeraten, da an einem beliebigen Zeitpunkt durchgeführte Messungen zu Fehlern in der Langzeitschätzung führen können.

Alle drei Messungen erweisen sich als vernünftige Schätzer für die Langzeitexposition. Die Langzeitschätzung könnte aber mit länger dauernden Messungen verbessert werden. Kosten und Aufwand der 2-Wochen-Messung sprechen jedoch für die Verwendung von 24-Stunden-Messungen im Schlafzimmer des Kindes.

Li CY, Chen C, Sung FC, Lin RS.

Residential exposure to power frequency magnetic field and sleep disorders among women in an urban community of northern Taiwan.

Sleep 2002; 25 (4): 428-32

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Beziehung zwischen Magnetfeldexposition und der Prävalenz von Ein- und Durchschlafstörungen in einer Population von Frauen

Kollektiv: 5078 Frauen zwischen 20 und 60 Jahren (freiwillige Teilnehmerinnen) aus einer städtischen Gemeinde in Nord-Taiwan, durch die drei Hochspannungsleitungen hindurchführten.

Exposition: Die gesamte Magnetfeldexposition für alle Häuser betrug im Mittel $0.171 \mu\text{T}$, der Durchschnittswert in den Schlafzimmern betrug $0.154 \mu\text{T}$ und für die Hintergrundexposition $0.067 \mu\text{T}$. Expositionen von $<0.2 \mu\text{T}$ galten als niedrig, solche von $>0.2 \mu\text{T}$ als hoch.

Methode: Interviews zur Erfassung der Schlafprobleme. Drei Arten von Ein- und Durchschlafstörungen wurden erfragt: Schwierigkeit, ein- oder durchzuschlafen und zu frühes Erwachen am Morgen. Hinsichtlich der Schlafstörungen wurden die Teilnehmerinnen in zwei Gruppen eingeteilt: Frauen mit wenig oder keinen Schlafproblemen und Probandinnen, die über drei oder mehr Episoden von Schlafstörungen im vergangenen Monat berichteten. Berechnung der Prävalenzraten für die jeweiligen Schlafstörungen. Messungen erfolgten an vier Stellen des Wohnhauses (mit EMDEX-II-Meter): Haustür, Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche. Im Schlafzimmer wurde ein zweites Mal bei ausgeschaltetem Strom gemessen, um die Hintergrundexposition zu erfassen, d.h. Emissionen von Hochspannungsleitungen und anderen Anlagen. Berechnet wurde das Gesamtmagnetfeld sowie das Magnetfeld an einer spezifischen Stelle (z.B. in der Küche) und als zeitgewichteter Durchschnittswert aller Messungen dargestellt. Die Magnetfeldstärke wurde sowohl als kontinuierliche Variable betrachtet als auch anhand von Schwellenwerten. Analyse mittels multivariater logistischer Regression. Einflussfaktoren: Ausbildung, Alkoholkonsum, Rauchen (interviewte Frau und Partner), Menopausenstatus,

Stockwerk im Wohnhaus.

Resultat: Die geschätzte Prävalenzrate der verschiedenen Schlafstörungen lag zwischen 26 und 38%. Einschlafprobleme waren signifikant häufiger zu beobachten bei Frauen mit Schlafzimmerexpositionen ab 0.2 μT und höher (OR=1.20, 95%CI: 1.02-1.04). Die Prävalenzrate der Durchschlafschwierigkeiten lag bei Teilnehmerinnen mit Hintergrundexpositionen von mindestens 0.2 μT signifikant höher (OR=1.28, 95%CI: 1.04-1.56). Frühmorgendliches Erwachen war signifikant assoziiert mit der erhöhten Gesamtexposition (OR=1.28, 95%CI: 1.13-1.56), der Schlafzimmerexposition (OR=1.32, 95%CI: 1.13-1.56) und der Hintergrundexposition (OR=1.65, 95%CI: 1.33-2.04).

Wurde die Magnetfeldstärke als kontinuierliche Variable analysiert, korrelierte nur die Hintergrundexposition signifikant mit Durchschlaf- und Aufwachstörungen (OR=1.05 pro 0.1 μT Zunahme, 95%CI: 1.02-1.09).

Schlussfolgerung: Die Studie deutet auf einen Zusammenhang zwischen Magnetfeldern am Wohnort und Schlafstörungen hin. Spezifische Schlafstörungen sind scheinbar mit unterschiedlichen Expositionsmassen verbunden. (Je nachdem, ob man Schlafzimmer-, Gesamt- oder Hintergrundexposition betrachtet) Dies deutet ev. auf eine unterschiedliche Ätiologie der Schlafstörungen hin. Allerdings war bei der Analyse der Expositionsmasse in kontinuierlicher Form die Assoziation auf die erhöhte Hintergrundexposition und Durchschlaf- und Aufwachstörungen beschränkt. Insgesamt sind die in dieser Studie gefundenen Assoziationen mit Risiken in der Bandbreite von 1.2 bis 1.6 schwach.

Bemerkungen: Die Resultate sind schwierig zu interpretieren, weil die Analysen mit Schwellenwerten bzw. mit kontinuierlichen Variablen verschiedene Resultate hervorbringen. Warum die Assoziation bei beiden Methoden gerade für die Hintergrundexposition signifikant bleibt, lässt sich ebenfalls nicht erklären.

Die Autoren erachten ihre Befunde aufgrund eines postulierten Zusammenhangs zwischen Magnetfeldexposition und verminderter Melatoninkonzentration im Blut als plausibel. Die Beweise für diese These sind aber in der Literatur sehr mangelhaft. In der vorliegenden Studie wurden keine Hormonkonzentrationen gemessen.

Blaasaas KG, Tynes T, Irgens A, Lie RT .

Risk of birth defects by parental occupational exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a population based study.

Occup Environ Med 2002; 59 (2): 92-7

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Risiko von Geburtsfehlbildungen durch berufliche Exposition der Eltern gegenüber 50Hz-elektromagnetischen Feldern.

Kollektiv: Aus allen 1.6 Mio. Geburten in Norwegen von 1967-95, enthalten im Medical Birth Register Norwegens, wurden diejenigen Säuglinge ausgewählt, zu denen Informationen über den Beruf der Eltern vorhanden waren. 836'475 Säuglinge mit Information über die mütterliche und 1'290'298 Säuglinge mit Information über die väterliche Exposition.

Exposition: Das Hintergrundmagnetfeld wurde nicht gemessen, aber auf die in norwegischen Häusern und Büros üblichen 0.1 geschätzt. Expositionskategorien: weniger als 4 Stunden pro Woche, 4 bis 24 Stunden pro Woche und über 24 Stunden pro Woche einem Feld über 0.1 μ T ausgesetzt.

Methode: Fragebogeninformation von Eltern (Beruf, Gewerbe, Ausbildung, Einkommen) aus den 3 neuesten Volksbefragungen wurden verknüpft mit den Geburtsakten. Eine Expertengruppe erstellte eine Berufsexpositionsmatrix durch Kategorisierung von Berufstypen in 3 Expositionsniveaus. Zusätzlich Klassifizierung in Berufe mit wahrscheinlicher und unwahrscheinlicher Exposition gegenüber schädlichen Chemikalien.

Geburtsmissbildungen wie Anenzephalie, Spina bifida, Wasserkopf, andere Fehler des Zentralnervensystems, Augenfehler, Herzfehler usw. wurden innerhalb der ersten Woche nach der Geburt protokolliert.

Risikoschätzungen der Geburtsfehler für die mittlere und höchste Expositionskategorie wurden anhand logistischer Modelle mit der niedrigsten verglichen. Die geschätzten Effekte wurden für mütterliche und väterliche Exposition separat berechnet. Trendtests mit Expositionskategorien als kontinuierliche Variable.

Einflussfaktoren: Höchster Ausbildungsgrad, sozialer Status und Gesamteinkommen der Eltern, Alter der Mutter,

Geburtsort, Geburtsjahr, bestimmte potentiell schädliche Chemikalien (Metalle, Lösungsmittel, polyzyklische aromatische Hydrokarbone).

Resultat: Insgesamt fand sich keine Assoziation zwischen dem Risiko für Geburtsfehler und der elterlichen Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz. Allerdings zeigte sich in der höchsten Expositions-kategorie der Mütter ein erhöhtes Risiko für Spina bifida (OR=2.33, 95%CI=1.10-4.94) und für die Fehlbildungskategorie "andere ZNS-Defekte" (OR=2.55, 95%CI=0.81-8.06). Beide Ergebnisse waren nur knapp signifikant ($p=0.04$ resp. $p=0.05$), und die Assoziation zwischen Spina bifida und mütterlicher Magnetfeldexposition war nach der Kontrolle für Chemikalienexposition am Arbeitsplatz nicht mehr signifikant ($p=0.55$, OR bei mittlerer Exposition 0.82, 95%CI=0.53-1.29, in der höchsten Expositions-kategorie 1.12 (95%CI=0.35-3.53)).

Für Klumpffuss zeigte sich in der mittleren Expositions-kategorie eine schwache Assoziation mit der mütterlichen Magnetfeldexposition (OR=1.13, 95%CI=1.03-1.25, $p=0.04$), in der höchsten Expositions-kategorie lag die OR bei 0.92 (95%CI=0.62-1.38).

Bei Wolfsrachen wurde mit zunehmender Exposition der Mutter ein abnehmendes Risiko gefunden (negative Assoziation, OR in der höchsten Expositions-kategorie 0.34, 95%CI=0.05-2.34, $p=0.01$).

Das Risiko einer Anenzephalie war bei Kindern exponierter Väter erhöht (OR bei mittlerer Exposition 1.59, 95%CI=1.15-2.02, in der höchsten Expositions-kategorie 1.39, 95%CI=0.91-2.13, $p=0.01$).

Für die Kategorie "andere Fehlbildungen" fand sich ein signifikant erhöhtes Risiko in der mittleren Expositions-kategorie der Väter (OR=1.92, 95%CI=1.10-3.36, $p=0.02$).

Als stärkste Einflussgrösse bei der Adjustierung erwies sich der Ausbildungsgrad der Eltern.

Schlussfolgerung: Die Studie deutet eine Assoziation an zwischen bestimmten Störungen des Zentralnervensystems und elterlicher Exposition gegenüber 50Hz-Magnetfeldern, wobei erhöhte Risiken für Zentralnervensystemfehler generell nicht gefunden wurden. Die Stärke dieser Studie ist die grosse Anzahl an Geburten. Allerdings gab es für einige Missbildungen keine oder sehr wenige Fälle in den höchsten Expositionsgruppen. Zudem bestehen stärkere Assoziationen für Analyse ohne Kontrollvariablen, es scheinen folglich andere Einflussgrössen wie Ausbildungsgrad eine Rolle zu spielen.

Wegen der möglichen Fehlklassifikationen in der Expositionsabschätzung, des Mangels an vergleichbaren Studien und der hohen Anzahl an untersuchten Ereignissen empfehlen die Autoren, die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten und auch andere Ursachen wie Chemikalienexposition oder physische Belastung der Schwangeren als Ursache für die höhere Rate an Geburtsfehlern in Betracht zu ziehen.

Bemerkungen: Die Resultate sind schwierig zu interpretieren: Dass durch Magnetfeldexposition der Eltern am Arbeitsplatz für bestimmte Fehlbildungen ein erhöhtes Risiko zu bestehen scheint, für andere dagegen eine Risikoreduktion, und dass diese Unterschiede zum Teil nur in den mittleren Expositions-kategorien bestehen, könnte auf mögliche Störgrössen hinweisen, die in dieser Studie nicht erfasst wurden. Folgestudie derselben Forschergruppe: Zusammenhang zwischen angeborenen Fehlbildungen und Magnetfeldexposition der Mutter an ihrem Wohnort während der Schwangerschaft, Blaasaas et al.: Residence near power lines and the risk of birth defects. Epidemiology 2003; 14 (1), 95-98. (IdNr.1686)

Akerstedt T, Arnetz B, Ficca G, Paulsson L E, Kallner A .
A 50-Hz electromagnetic field impairs sleep.
Journal of Sleep Research 1999; 8 (1): 77-81

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Effektes eines 1 μ T-50Hz-elektromagnetischen Feldes auf den Schlaf und auf die schlafassoziierten Hormone Melatonin, Wachstumshormon, ACTH, Cortisol und Prolaktin.

Kollektiv: 18 gesunde Probanden, darunter 8 Frauen, die keine Medikamente einnahmen und keinerlei Schlafstörungen hatten. Alter: 18 bis 50 Jahre.

Exposition: Das Experiment fand in einer Holzkabine statt. Es wurde ein niederfrequentes vertikales Expositionsfeld generiert mit zwei Spulen, angetrieben durch 50Hz- AC-Strom, der ein 1 μ T-Expositionsfeld abgab. Das Feld verursachte kein Geräusch oder andere Manifestationen, die von den Probanden oder den Experimentatoren wahrgenommen werden konnten. Vor jedem Versuch wurde die Befeldung nach einem zufälligen Muster in einem geschlossenen Kasten von einem Techniker aktiviert, der an keinem anderen Teil der Studie beteiligt war.

Methode: Nach einer Gewöhnungsnacht wurden die Teilnehmer je eine Nacht einem niederfrequenten 1 μ T-EMF ausgesetzt, das nach einem ausgeglichenen Schema an- und ausgeschaltet wurde. Probanden und Versuchsleiter wussten über die Reihenfolge der Bedingungen nicht Bescheid (doppelblind).

Um 22.00 Uhr erhielten die Probanden Elektroden für die konventionelle Aufzeichnung des Schlaf-EEGs sowie einen Urinkatheter. Von 24.00 bis 8.00 Uhr morgens sollte geschlafen werden. Blutentnahmen erfolgten um 23.00h, 24.00h, 2.30h, 5.00h und 8.00h. Prolaktin, Wachstumshormon, Cortisol, ACTH und Melatonin wurden in den Blutproben standardisiert analysiert. Fünf Minuten nach dem Erwachen füllten die Versuchspersonen ein Schlafstagebuch aus. Das Schlaf-EEG wurde konventionell ausgewertet und einer Fast-Fourier-Transformation unterzogen. Zwei Probanden wurden wegen abweichender Werte in der Basisnacht von der Analyse ausgeschlossen. Die statistische Signifikanz des Unterschieds zwischen den beiden Bedingungen "Feld an" und

"Feld aus" wurde mittels einseitigem t-Test getestet. Zusätzlich erfolgten Varianzanalysen. Einflussfaktoren: Reihenfolgeeffekte der experimentellen Bedingungen, direkte Effekte des elektromagnetischen Feldes auf die Aufzeichnungsgeräte, Licht, Lärm.

Resultat: Es bestand eine signifikante Assoziation zwischen der Situation "eingeschaltetes Feld" und verminderter Gesamtschlafzeit (um ca. 17 Min., $p=0.035$), verringerter Schlaffeffizienz (0.86 ± 0.02 vs. 0.82 ± 0.02 , $p=0.05$), kürzeren Stadien 3 und 4 des Tiefschlafs (ca. 15 Min. verkürzt, $p=0.005$), weniger langsamwelliger EEG-Aktivität (ca. 20% reduziert, $p=0.018$) und Verminderung der subjektiv beurteilten Schlaftiefe (3.9 ± 0.2 vs. 3.4 ± 0.2 , $p=0.005$). Für die "Feld an oder aus"- Reihenfolge ergab sich kein signifikanter Effekt. Der Tiefschlaf wurde vom Feld beeinflusst, z.B. befanden sich die Probanden in der dritten Schlafstunde durchschnittlich 11 Min. im Tiefschlaf, wenn das Feld an war, und 16 Min., wenn das Feld aus war. In der vierten Schlafstunde verzeichnete man durchschnittlich 9 Min. Tiefschlaf, wenn das Feld an war, und 19 Min., wenn das Feld aus war. Dieser Unterschied erwies sich aber nur während der ersten Stunden der Nacht als signifikant. Alle Hormonwerte im Blut zeigten eine signifikante Variation über die Nacht hinweg, aber keinen Einfluss der Magnetfeldexposition.

Schlussfolgerung: Die Befunde zeigen, dass gewisse Schlafparameter durch niederfrequente elektromagnetische Felder leicht gestört werden, während Hormone davon nicht beeinflusst sind. Die absoluten Werte der Schlafparameter liegen aber noch in der Bandbreite normaler Werte und haben daher keine klinische Relevanz. Dies könnte sich eventuell bei höheren Intensitäten, längerer Befeldungsdauer und/oder empfindlicheren Personen ändern. Dasselbe gilt auch für die Hormonkonzentrationen.

Bemerkungen: Die klinische Relevanz der beobachteten Veränderungen bei eingeschaltetem Feld (z.B. Verkürzung der mittleren Tiefschlafdauer) ist schwer einzuschätzen.

Tardon A, Velarde H, Rodriguez P, Moreno S, Raton M, Munoz J, Fidalgo A R, Kogevinas M.
Exposure to extremely low frequency magnetic fields among primary school children in Spain.
J Epidemiol Community Health 2002; 56 (6): 432-3

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Abschätzung der Exposition von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern in Primarschulen in der Stadt Oviedo und der Provinz Barcelona.

Kollektiv: Alle Primarschulen (n=43) in Oviedo machten bei der Studie mit. In der Provinz Barcelona (der am zweitstärksten industrialisierten Region Spaniens) wurden 75 von 887 registrierten Schulen nach Stadtbezirk gewichtet zufällig ausgewählt. Davon nahmen 50 öffentliche und private Schulen an der Untersuchung teil.

Exposition: Median der Exposition in Oviedo: 0.015 μ T, in Barcelona: 0.016 μ T. Die durchschnittliche Exposition in Barcelona war höher (Mittelwert: 0.057 μ T) als in Oviedo (Mittelwert: 0.017 μ T).

Methode: Ca. 2500 Messungen in vordefinierten Punkten in Klassenzimmern, Kantine, Spielplatz und Eingang der Schulen. Punktmessungen in den Eckklassenzimmern, die sich auf der höchsten und tiefsten Etage jeder Schule befanden. Messungen am Eingang, in der Mitte des Klassenzimmers und beim Fenster, das am weitesten von der Türe entfernt war. Arithmetisches Mittel der Messungen in allen Klassenzimmern einer Schule als durchschnittliche Schätzung der Expositionsniveaus für die Klassenzimmer einer bestimmten Schule. Nähe zu Hochspannungsleitung protokolliert durch visuelle Überprüfung. Benutzt wurde ein Magnetfeldmeter, der Magnetfelddichten auf einer Frequenz von 50 Hz misst.
Statistik: nichtparametrischer Friedman- und Wilcoxon Rangsummentest für Analyse allfälliger Unterschiede an den verschiedenen Messstandorten.

Resultat: In Oviedo unterschieden sich durchschnittliche Expositionswerte in Klassenzimmern, Eingängen und

Spielplätzen nicht signifikant voneinander (zwischen $0.16 \mu\text{T}$ und $0.18 \mu\text{T}$). Keine Schule in Oviedo wies einen höheren Wert auf als $0.3 \mu\text{T}$. In Barcelona ergaben sich signifikante Unterschiede für die durchschnittlichen Expositionswerte an den verschiedenen Messstandorten. Generell war die Exposition im Eingangsbereich stärker als in Klassenzimmern ($0.12 \mu\text{T}$ vs. $0.05 \mu\text{T}$), und in Klassenzimmern stärker als auf Spielplätzen ($0.03 \mu\text{T}$). Drei von 50 Schulen überschritten den Expositionswert von durchschnittlich $0.3 \mu\text{T}$ ($0.62 \mu\text{T}$, $0.49 \mu\text{T}$, $0.43 \mu\text{T}$), bei einer Schule ergab sich ein Durchschnittswert von $0.26 \mu\text{T}$. Keine der vier Schulen mit hohen Feldwerten befand sich in der Nähe einer Hochspannungsleitung. Zwei Schulen lagen ausserhalb Barcelonas und hatten Stromleitungen an der Aussenwand, die anderen beiden befanden sich im Stadtgebiet und hatten unterirdische Stromleitungen.

Schlussfolgerung: Ein kleiner, aber nicht vernachlässigbarer Anteil von Primarschulkindern in industrialisierten Regionen ist durchschnittlichen Magnetfeldexpositionen ausgesetzt, die $0.3 \mu\text{T}$ überschreiten. Für die beobachteten Unterschiede zwischen den beiden Gegenden hinsichtlich Expositionshöhe gibt es keine eindeutige Erklärung. Ein Grund könnte im unterschiedlichen Industrialisierungsgrad von Barcelona und Oviedo liegen. Barcelona hat eine viel dichtere Stromleitungsinfrastruktur und eine höhere Bevölkerungsdichte. Bei den stärker exponierten Schulen schienen nicht Hochspannungsleitungen die Hauptexpositionsquelle zu sein.

Graham C, Cook M R, Sastre A, Gerkovich M M, Kavet R.

Cardiac autonomic control mechanisms in power-frequency magnetic fields: a multistudy analysis.

Environ Health Perspect 2000; 108 (8): 737-42

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Herauszufinden, warum in einigen Studien Effekte der beruflichen Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern auf die Herzschlagvariabilität (HRV) gefunden wurden und in anderen nicht.

Kollektiv: Insgesamt 172 gesunde junge Männer (Freiwillige) aus sieben Studien, zwischen 18 und 35 Jahre alt, mit regelmässigen Schlaf- und Essgewohnheiten. Keine Medikamenteneinnahme, keine Herzrhythmusstörungen.

Exposition: Die Versuchspersonen (Vpn) schliefen in einem geräuschlosen und klimatisierten Raum, in dem ein zirkulär polarisiertes Magnetfeld produziert wurde. In 6 Studien waren die Vpn einem uniformen (+/-2.5%) Wechselstrom-60-Hz-Magnetfeld mit einer resultierenden Flussdichte von 28.3 μ T exponiert. In einer Studie (G) lag das selbe Feld vor, aber mit höherer Intensität: (127.3 μ T). Während der Nichtexpositions-Bedingung waren die Vpn nur dem Hintergrundmagnetfeld (60 Hz, ≤ 0.2 μ T) ausgesetzt. In den meisten Studien war das Magnetfeld intermittierend, in Studie E war es kontinuierlich, in den Studien F und G bestand die Exposition aus intermittierenden und kontinuierlichen Magnetfeldern.

Methode: Da vier Hypothesen getestet werden sollten, wurden verschiedene Feldbedingungen angewendet und jedes Mal 18 bis 30 Personen ausgewählt. Die Daten von sieben Studien wurden kombiniert, um eine ganzheitliche Datenbasis zu erhalten. Die Studien A, B und C hatten Designs mit unabhängigen Stichproben, die anderen vier Studien operierten mit wiederholten Messungen. Die Probanden wurden den Test- und Kontrollbedingungen zufällig zugeteilt, und die doppelte Verblindung war gewährleistet. Alle Studien wurden in der Nacht durchgeführt. Die Vpn tranken 24h vor einer Testsession keinen Alkohol und nach 17.00 Uhr keine koffeinhaltigen Getränke mehr. Im Labor wurden Blutdruck, Puls, Atmung und Temperatur aufgezeichnet und die EKG-Sensoren befestigt. Das Licht wurde um 23.00 Uhr gelöscht, die Feld- oder Scheinexposition aktiviert und die Probanden blieben bis 7.00 Uhr morgens im Bett. Bei vier Studien wurden den

Vpn während der Nacht Blutproben für die Melatoninbestimmung entnommen. Die Zeitperiode für die Analyse der Herzschlagvariabilität war von Mitternacht bis 6.00 Uhr. Die Analysen der Herzschlagvariabilität erfolgten mittels digitaler Fourier-Transformation. Um verschiedene Feldbedingungen/Parameter zu analysieren, verwendete man Varianzanalysen (ANOVA).

Resultat: Hypothese 1: Die Analysen zeigten, dass die unterschiedlichen Ergebnisse der bisherigen Studien zur Herzschlagvariabilität (HRV) nicht auf Trends in eine Richtung oder auf zeitliche Instabilität in den HRV-Messungen zurückzuführen sind, die zu Vergleichszwecken während der Scheinexposition erfasst wurden. Hypothese 2: Die stündliche Blutentnahmeprozedur hat einen Einfluss auf die HRV-Reaktion in Zusammenhang mit der Magnetfeldexposition. Keine statistisch signifikanten Effekte in den Studien mit unabhängigen Stichproben. Bei den Studien mit wiederholten Messungen (Studien D und F) hingegen erwies sich die Blutentnahme als signifikanter Faktor in der Determinierung der HRV-Reaktion während der Magnetfeldexposition. Wenn Blut abgenommen wurde, reagierten die Probanden auf das Magnetfeld. Wenn keine Blutproben gesammelt wurden, hatte die Exposition dagegen keinen Einfluss. Im Gegensatz dazu ergaben HRV-Daten aus Kontrollexpositionen kein ähnliches Bild in bezug auf die prozentuale Nieder- und Hochfrequenzleistung im HRV-Spektrum in Abhängigkeit von der Blutentnahme. Zudem gab es einen Interaktionseffekt zwischen der Blutentnahme, dem Zeitpunkt der Entnahme und der Periode innerhalb der Stunde für die prozentuale Leistung. Wenn Blutproben gesammelt wurden, war die prozentuale Niederfrequenzleistung im ersten Drittel der Stunde niedriger und die prozentuale Hochfrequenzleistung höher. Wenn kein Blut abgenommen wurde, waren solche Muster nicht zu beobachten. Hypothese 3: Weder die Feldintensitäten (28.3 μ T vs. 127.3 μ T) noch die Expositionsmuster (intermittierend vs. kontinuierlich) hatten einen Einfluss auf die HRV-Messungen. Hypothese 4: Die Nicht-Reproduzierbarkeit der Magnetfeldeffekte auf die HRV kann in einigen Studien auf die Teilnahme von EMF-sensitiven Personen zurückgeführt werden, in anderen nicht. Mit keiner der vier Methoden (Korrelationstechniken, Expertenurteile, Analyse von Unterschieden der gesamten Leistung in den Frequenzbändern in Kontroll- vs. Expositionssituationen) konnte eine valide Gruppe von sensitiven Individuen identifiziert werden.

Schlussfolgerung: HRV-Veränderungen kamen bei Studien mit intermittierender Exposition vor, wenn nachts Blut entnommen wurde.

Da Magnetfeldexpositionseffekte am ehesten aufzutreten scheinen, wenn sie von irgendeiner Form der physiologischen Aktivierung begleitet sind, weisen wahrscheinlich vor allem Personen mit hohem chronischen Stressniveau oder mit erheblichen Schlafproblemen feldbezogene Veränderungen in der Herzschlagvariabilität auf. Unter der Voraussetzung einer Zunahme der physiologischen Aktivierung oder einer näheren Übereinstimmung zwischen der Frequenz des exogenen Magnetfelds und den endogenen neuronalen Aktivitäten können tiefere Intensitäten (28.3 μ T) genügen, um die Hirnzentren, die die HRV kontrollieren, zu verändern.

Bemerkungen: Die Studie liefert Hinweise, dass Magnetfelder nur bei bestimmten Personen negative Effekte haben könnten, und zwar bei denjenigen, die eine erhöhte physiologische Aktivierung aufweisen. Eine weitere Hypothese wäre, dass das Magnetfeld aktivierend wirkt und somit bei Personen, die bereits angespannt sind, die Herzschlagvariabilität und/oder den Schlaf beeinflusst. Dazu passt die Tatsache, dass die Herzschlagvariabilität stark mit der Hirnaktivität während des Schlafes gekoppelt ist.

Finanzierung: U.S.Department of Energy; National Institute of Environmental Health Sciences

Röösli M, Wanner M, Braun-Fahrländer C.

Comparison of measurements and calculations of electromagnetic radiation from GSM mobile phone base stations.

Epidemiology 2002; 13 (4): S196

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messungen der Strahlung von Basisstationen und Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf Expositionsabschätzungen in epidemiologischen Studien.

Methode: In der Stadt Basel wurde an 96 Standorten Kurzzeitmessungen (5 bis 10 Min.) sowie an 5 weiteren Standorten Langzeitmessungen (2 bis 24 h) durchgeführt. Es wurde ein Breitbandmessgerät (100 kHz bis 3 GHz) von Wandel & Goltermann verwendet. Die Messungen wurden mit Berechnungen verglichen. Es wurde das Berechnungsverfahren des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) verwendet.

Resultat: Die Sendeleistung des Broadcastchannels (BCCH) bestimmte weitgehend die Höhe des Mittelwertes bei Langzeitmessungen. Für alle 96 Messpunkte zusammen war die Distanz zwischen Basisstation und Messort nicht mit der gemessenen Feldstärke assoziiert. Jedoch wurde nur für 39 Messpunkte im Hauptstrahl eine Korrelation (-0.36) zwischen Distanz und Basisstation beobachtet. Die Korrelation zwischen gemessenen und berechneten Werten war 0.63. Die berechneten Werte waren im Durchschnitt dreimal höher als die gemessenen Werte.

Lufthygieneamt beider Basel.
Messkampagne NIS-Immissionen im HF-Bereich.
2002;

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Radar
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Charakterisierung der Immissionen im hochfrequenten Strahlungsbereich in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft.

Methode: Frequenzselektive Messungen an 15 Standorten in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft, anschliessend Zuordnung der Frequenzen zu den Strahlungsquellen.

Resultat: Die Messwerte lagen zwischen 0.06 und 2.0 V/m. Der höchste Wert wurde in Bettingen gemessen (in der Nähe der Chrischona-Rundfunkantenne). Der zweithöchste Wert am Messeplatz (1.3 V/m) war massgeblich von Mobilfunkbasisstationen verursacht. Der Mittelwert aller Messorte lag bei 0.35 V/m; ohne die beiden Standorte Bettingen und Messeplatz bei 0.15 V/m. Der Hauptanteil an der mittleren Strahlungsbelastung stammte von Radio-/Fernsehanlagen und GSM-Mobilfunk. Weiter folgten Beiträge von Telepage, Luftfahrt, Betriebsfunk, Mobiltelefonen und DECT (in abnehmender Reihenfolge).

Schlussfolgerung: Die Grenzwerte (sowohl Anlage- als auch Immissionsgrenzwerte) wurden überall eingehalten. Die Feldstärken waren in der Stadt nicht zwangsläufig höher als auf dem Land, die Immissionen wurden vielmehr durch die freie Sicht auf die Sendeanlagen beeinflusst.

Hallberg O, Johansson O.

Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting.

Arch Environ Health 2002; 57 (1): 32-40

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prüfung der Hypothese, dass zwischen der Entstehung von Melanomen (Hautkrebs) und der Exposition gegenüber frequenzmodulierter Rundfunkstrahlung ein Zusammenhang besteht.

Kollektiv: Bevölkerung von Dänemark, Norwegen, Schweden und USA.

Methode: Für die vier Länder wurde die Gesamtexposition der Bevölkerung berechnet, d.h. die Zahl der Personen, die pro Jahr von den sich ausbreitenden Radionetzen mit frequenzmodulierten (FM) Trägerwellen im Frequenzbereich 87 bis 108 MHz erreicht wurden. Weiter wurden die Überlebenswahrscheinlichkeit der Bevölkerung und die altersspezifischen Inzidenzraten berücksichtigt. Auf diesen drei Grössen basierte die Schätzung der Hautkrebs-Erkrankungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Expositionszeit. Zusätzlich wurde für mehrere Bezirke in Schweden und/oder Norwegen die mittlere FM-Radiostrahlungsexposition berechnet (=Summe der Leistung aller Sender dividiert durch die Fläche des Landes) und mit der lokalen Melanominzidenz verglichen. Die lokale Hautkrebsinzidenz wurde mit der Anzahl empfangbarer Radiosender in Beziehung gesetzt.

Resultat: Der zeitliche Verlauf der berechneten und der beobachteten Melanominzidenz stimmte in allen vier Ländern für die letzten 50 Jahre gut überein. Für alle Länder konnte die kumulative Hautkrebsinzidenz über 40 Jahre mit einer log-normalen Verteilungsfunktion dargestellt werden. Für 27 Bezirke wurde eine Assoziation zwischen der mittleren FM-Strahlung pro Bezirk und der Hautkrebsrate festgestellt. Auch zwischen der lokalen Inzidenz und der Anzahl an FM-Rundfunksendern, die lokal empfangen werden konnten, war ein Zusammenhang zu beobachten (für Schweden, Norwegen und Teile Dänemarks).

Schlussfolgerung: Die Resonanzfrequenz des menschlichen Körpers liegt im Bereich der Wellenlänge der frequenzmodulierten Rundfunkstrahlung. Die Studie konnte keinen sicheren Wert bestimmen, bei dem kein Risiko besteht. Die Einführung von frequenzmodulierten Rundfunkwellen in Osteuropa Mitte der 90er-Jahre wird zu einem Anstieg der dortigen Melanominzidenz führen. Erste Daten bestätigen diese Vorhersage. Als Hauptursache für Hautkrebs gilt die UV-Strahlung. Bei Radiowellen besteht eine kontroverse Diskussion. Auch Zellstudien liefern Hinweise, dass ein Zusammenhang zwischen Radiowellen und Hautkrebs bestehen könnte.

In Schweden und Norwegen ist sowohl die Sonnenexposition als auch die Radiostrahlenexposition abhängig vom Breitengrad. Im dichter besiedelten Süden gibt es mehr Radiosender.

Bemerkungen: Das Berechnungsverfahren ist nicht transparent dargestellt. Aus der Tatsache, dass sowohl die Melanominzidenz als auch die Exposition gegenüber Radiostrahlung in den letzten 50 Jahren zugenommen hat, kann nicht die Schlussfolgerung gezogen werden, dass eine kausale Beziehung zwischen diesen beiden Faktoren besteht.

Im Süden von Schweden und Norwegen ist die Hautkrebsrate höher und die Exposition gegenüber Radiostrahlung ebenfalls. Aber auch die Sonnenbestrahlung ist stärker (UV-Exposition). In der USA wäre die Exposition gegenüber Radiostrahlung nicht abhängig vom Breitengrad (und daher nicht mit der UV-Exposition korreliert). Hier wurde aber scheinbar kein Zusammenhang zwischen mittlerer Radiostrahlenexposition und lokaler Hautkrebsinzidenz gefunden. Zumindest wird in der Publikation nichts darüber ausgesagt.

Eine zukünftige Zunahme der Hautkrebsinzidenz in osteuropäischen Ländern könnte auch durch die Veränderung des Reiseverhaltens seit dem Zusammenbruch der Sowjetunion verursacht sein.

Finanzierung: Krebsfonds und Karolinska Institut

Hardell L, Hallquist A, Mild KH, Carlberg M, Pahlson A, Lilja A.
Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours.
Eur J Cancer Prev 2002; 11 (4): 377-86

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Analyse des Hirntumorrisikos bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen.

Kollektiv: 1617 Patienten zwischen 20 und 80 Jahren, bei denen zwischen dem 1.1.97 und dem 30.6.00 die Diagnose eines Hirntumors gestellt wurde. Eine bezüglich Alter, Geschlecht und Wohnregion passende Kontrolle wurde aus dem schwedischen Bevölkerungsregister gezogen.

Exposition: Gebrauch von Mobil- und Schnurlostelefonen: Anzahl der Jahre seit Beginn der Verwendung, durchschnittlicher täglicher Gebrauch (Anzahl Gespräche und Länge), lebenslang kumulierte Benutzungsdauer, Telefontyp, Gebrauchsart (interne oder externe Antenne).

Methode: Exposition wurde mit schriftlichem Fragebogen erhoben. Die Antwortrate war bei den Fällen 88% (1429) und bei den Kontrollen 91% (1470). Die Diagnose wurde anhand der Krankheitsrapporte überprüft. Statistische Analyse: Konditionale logistische Regression für 'matched' Studien. Nur die insgesamt 1303 kompletten Paare wurden analysiert. Analysen wurden für Latenzzeiten >1 Jahr, >5 Jahre und >10 Jahre separat durchgeführt. Die Lateralität des Tumorauftritts wurde in Bezug auf die Lateralität des Telefongebrauchs analysiert.

Resultat: Etwa 15% der Studienpopulation benutzte Analogtelefone, etwa 30% digitale GSM-Telefone und weitere 30% Schnurlostelefone. Der Mediangebrauch bei den Benutzern war 7 Jahre (analog), 3 Jahre (digital) und 5 Jahre (schnurlos). Für den Gebrauch von Analog-Mobiltelefonen ergab sich ein signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko (OR=1.3; 95%CI: 1.02-1.6). Bei einer Latenzzeit von mehr als 10 Jahren war das relative Risiko statistisch signifikant um 80% erhöht (bei > 5 Jahren: 40%). Für die Benutzung von GSM-Telefonen und

Schnurlostelefonen wurde kein statistisch signifikant erhöhtes Risiko gefunden. Das Risiko für Tumoren auf der ipsilateralen Kopfseite war bei Analogtelefonen um den Faktor 1.8 erhöht (95%CI: 1.3-2.5). Für GSM-Telefone war das Risiko um 1.3 erhöht (95%CI: 0.99-1.81) und bei Analogtelefonen ebenfalls um 1.3 (95%CI: 1.01-1.81). Das Risiko für Tumore auf der kontralateralen Kopfseite war nicht erhöht. In Bezug auf den Tumortyp wurde das höchste Risiko für Akustikusneurinome gefunden (Analog-Telefonbenutzer: OR=3.5; 95%CI: 1.8-6.8).

Schlussfolgerung: Der Gebrauch von Analogtelefonen war mit einem erhöhten Hirntumorrisiko assoziiert. Die Analyse der Lateralität gibt Hinweise darauf, dass auch die Benutzung von GSM- und Schnurlostelefonen ein Hirntumorrisiko bedeutet. Dabei scheint weniger die kumulative Gesprächsdauer relevant zu sein als die Anzahl der Jahre, in denen ein Mobiltelefon benutzt wurde. Schnurlostelefone werden schon seit einem längeren Zeitraum benutzt als GSM-Telefone, sie strahlen aber weniger. Daraus resultierte scheinbar etwa das gleiche Risiko.

Bemerkungen: Bemerkenswert konsistente Befunde in bezug auf biologische Plausibilität (Induktions-/Latenzzeit, Expositionsverteilung im Kopf und Tumortyp) und Dosis-Wirkungsbeziehungen. Sehr hohe Antwortrate.

Mögliche Probleme: Die Altersstruktur der Fälle und Kontrollen ist in der Publikation nicht präsentiert. Die gewählte 5-Jahres-Altersgruppen-Übereinstimmung ermöglicht theoretisch noch einen Resteinfluss. Da in der Studie nur lebende Personen berücksichtigt wurden, handelt es sich um eine Auswahl. Einerseits lässt sich dadurch die Exposition der einzelnen Personen besser abschätzen, andererseits ist aber denkbar, dass bei Berücksichtigung aller Hirntumor-Patienten ein anderes Resultat herausgekommen wäre.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Havas M.

Intensity of electric and magnetic fields from power lines within the business district of 60 Ontario communities.

The Science of The Total Environment 2002; 298: 183-206

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messungen des niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldes in 60 Gemeinden im Bezirk Ontario (Kanada)

Exposition: 60 Hz Felder der Stromversorgung

Methode: Es wurde in 60 Gemeinden mit einer Einwohnerzahl von 1000 bis 2.3 Millionen Messungen durchgeführt. Die Messungen wurden an den 4 Ecken von Strassenkreuzungen in Geschäftsquartieren während den Bürozeiten gemacht. Die Messungen fanden von Juli bis September 1998 statt. In 6 Gemeinden wurde im Juni 2000 nochmals gemessen, um die zeitliche Variabilität zu analysieren. Das Magnetfeld wurde mit einem Trifield-Meter (omni-direktionale Sonde, handgehalten, batteriebetrieben). Die Sensitivität war 0.02-10 μ T. Das elektrische Feld wurde mit MSI digital Multimeter gemessen (Sensitivität: 0.1 V/m-750kV/m). Es wurde ein System entwickelt um die Exposition in jeder Gemeinde auf einer groben 4-stufigen Skala zu klassifizieren. Die Grenzen zwischen den vier Stufen wurden anhand von Werten aus der Gesundheitsforschung abgeleitet. Als Beurteilungswert pro Gemeinde wurde der Mittelwert oder die Anzahl Werte oberhalb einer bestimmten Grenze benutzt.

Resultat: Das mittlere Magnetfeld in den 60 Gemeinden war 0.58 μ T. In Gemeinden mit mehr als 100'000 Einwohnern wurde im Durchschnitt 1.4 μ T gemessen; bei 50'000-100'000 Einw.: 0.68 μ T; bei 10'000-50'000 Einw.: 0.4 μ T; und bei kleinen Gemeinden mit weniger als 10'000 Einwohner 0.24 μ T. Das mittlere elektrische Feld in den 60 Gemeinden war 3.2 V/m (Bereich: 0.1-68 V/m). Das elektrische Feld war unabhängig von der Gemeindegrösse. Es wurde eine grosse Variabilität zwischen den vier Magnetfeldmessungen an einer Kreuzung festgestellt. Die höchsten Magnetfeldwerte wurden generell zwischen 10.00 und 14.00 Uhr gemessen.

Vergleichsmessungen von 1998 zu 2000 ergaben relativ wenig Unterschiede in bezug auf die Mittelwerte pro Gemeinde. In 49 Gemeinden war der Mittelwert des magnetischen Feldes grösser als $0.2 \mu\text{T}$. (Dies wurde als Gefährdungsstufe 2 betrachtet).

In 9 Gemeinden war der Mittelwert des magnetischen Feldes grösser als $1 \mu\text{T}$ (Gefährdungsstufe 3).

In 11 Gemeinden war der Mittelwert des elektrischen Feldes grösser als 5 V/m . (Gefährdungsstufe 2).

In 5 Gemeinden war der Mittelwert des elektrischen Feldes grösser als 5 V/m (Gefährdungsstufe 3).

Die Gefährdungsstufe 4 wurde in keiner Gemeinde erreicht weder in Bezug auf das Magnetfeld noch auf das elektrische Feld.

Schlussfolgerung: Das magnetische Feld war meistens stark von der Anwesenheit von Untergrundkabeln oder von Wasser- und Gasröhren beeinflusst. Das elektrische Feld wurde durch die Anwesenheit von Hochspannungsleitungen bestimmt. Die Messungen des magnetischen und elektrischen Feldes waren tendenziell negativ korreliert.

Bemerkungen: Umfassende Messreihen. Es wurde in 30 cm Abstand zum Körper gemessen. Dadurch könnten möglicherweise Störungen entstehen.

Finanzierung: Internal Nature Sciences and Engineering Research Council (NSERC)

Braune S, Riedel A, Schulte-Monting J, Raczek J.

Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals.

Radiat Res 2002; 158 (3): 352-6

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der Vorgängerstudie des selben Autorenteam (Braune et al., Lancet 1998: 351 (9119), 1857-1858 Id.Nr. 1158).

Kollektiv: 20 männliche und 20 weibliche Probanden zwischen 20 und 34 Jahren (Mittel: 25 Jahre).

Exposition: GSM 900, 2 W Spitzenleistung (0.25 W Durchschnittsleistung). Messungen der spezifischen Absorptionsrate (SAR) am Phantomkopf ergaben 0.5 W/kg (gemittelt pro 10 g) und 0.84 W/kg (pro 1 g). Zwischen Telefon und Kopf wurde 1.5 cm dicker Schaumstoff platziert.

Methode: Die Tests wurden an zwei verschiedenen Tagen durchgeführt. Jeder Test bestand aus einer Schein- und einer wahren Exposition. Die Reihenfolge wurde zufällig gewählt, am zweiten Tag jedoch in umgekehrter Reihenfolge als am ersten Testtag. Das Expositionsdesign war einfach verblindet. Ein Test bestand aus einer 30-minütigen Anpassungsphase, danach folgte die 1. Testperiode (Schein- oder wahre Exposition), eine 15-minütige Pause (liegend) und dann die 2. Testphase. Jede Testperiode bestand aus 20 Minuten liegen, 10 Minuten aufrecht stehen und wieder 20 Minuten liegen.

Blutdruck und Puls wurden nichtinvasiv am Mittelfinger gemessen, die Blutflussgeschwindigkeit in den Kapillaren mittels Laser-Doppler-Flowmeter am Zeigefinger. Die Temperatur wurde im 10-Minuten-Rhythmus ebenfalls am Zeigefinger gemessen.

Die Bestimmung der Blutspiegel von Norepinephrin, Epinephrin, Kortison und Endothelin erfolgte zum ersten Mal am Ende der 1. Ruhephase und danach alle 10 Minuten.

Der Einfluss der Exposition wurde mittels Varianzanalyse analysiert. Faktoren: Expositionsreihenfolge, Haltung (liegend, aufrecht), EMF-Exposition und Testphase (Haltung kombiniert mit Reihenfolge).

Resultat: Die Daten von 7 der 40 Probanden wurden nicht ausgewertet, da sie bei aufrechter Haltung Kreislaufprobleme bekamen ("presyncope"). Die Varianzanalyse ergab einen signifikanten Einfluss der Körperposition (aufrecht/liegend) auf alle Parameter ausser Endothelin. Bei der Kombination von Reihenfolge und Körperposition (Testphase) ergab sich ein signifikanter Effekt auf den systolischen und diastolischen Blutdruck, Norepinephrin und Kortison. Der Blutdruck war in der zweiten Testphase je rund 5 mmHg höher. Der Faktor EMF-Exposition war nicht signifikant (keine p-Werte präsentiert).

Schlussfolgerung: Der Blutdruck stieg im Verlauf des Experiments an. Dies war auch in der ersten Studie schon zu beobachten. Damals erfolgte die EMF-Exposition immer an zweiter Stelle. Der Blutdruckanstieg wurde damals als Folge der EMF-Exposition interpretiert. Diese Studie zeigt nun, dass das nicht der Fall ist, sondern dass es sich um einen zeitlichen Trend handelt. Eine Erklärung dafür gibt es jedoch nicht. Die Studie gibt keinen Hinweis auf eine nichtthermische Wirkung durch die Mobiltelefonexposition.

Bemerkungen: Bei diesem Studiendesign werden Effekte nicht erfasst, die erst nach einer gewissen Latenzzeit auftreten.

Es wurden keine EMF-Interaktionsterme in die Varianzanalyse eingeführt, auch wäre die Dokumentation von nicht signifikanten p-Werten wünschenswert. Es gibt keine Angaben, ob die Studiengrösse zum Nachweis eines Effektes ausreichte. Die graphische Analyse der Daten lässt einen Einfluss der EMF-Exposition auf den kapillären Blutfluss in der zweiten Testperiode vermuten.

Finanzierung: T-Nova (Deutsche Telekom)

Johnson Liakouris AG.

Radiofrequency (RF) sickness in the Lilienfeld Study: An effect of modulated microwaves?.

Archives of Environmental Health 1998; 53 (3): 236-238

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Immunsystem

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Diskussion der Resultate der "Lilienfeldstudie".

Kollektiv: Lilienfeldstudie: Personal der US-amerikanischen Botschaft in Moskau.

Exposition: In der Lilienfeldstudie: Die Frequenz der Strahlung war zwischen 600 MHz und 9.5 GHz. Die Exposition erfolgte 6 bis 8 Stunden pro Tag während 5 Tagen pro Woche. Im Durchschnitt waren die Leute 2 bis 4 Jahre exponiert. Es wurden verschiedene (nicht näher spezifizierte) Modulationen appliziert, jeweils während max. 48 h eine bestimmte Modulationsart (Phase, Amplitude, Puls). Die Strahlungsintensität war 2 bis 28 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (ca. 2-10 V/m).

Resultat: In der Lilienfeldstudie: Beim Botschaftspersonal wurden signifikant erhöhte Lymphozytenzellen gefunden sowie ein von Protozoen hervorgerufenes Darmleiden. Vier weitere, stärker signifikante Effekte seien aber nicht erwähnt worden: Hautprobleme, neurologische Beschwerden, Fertilitätsprobleme und erhöhte Tumorfrequenz. Andere Übersichtsartikel über die Lilienfeldstudie berichteten von weiteren Blutbildveränderungen, Reizbarkeit, Depressionen, Appetitverlust, Konzentrationsschwierigkeiten und Sehstörungen.

Schlussfolgerung: Die beobachteten Symptome sind auf die Modulationsart der Strahlung zurückzuführen. "Geeignete" Modulationen können biologische Effekte hervorrufen.

Bemerkungen: Die zitierten Befunde und Behauptungen sind schlecht zu bewerten, da die Originalstudien nicht zugänglich sind. Es wird kein einziges Argument genannt, warum die Effekte auf die Modulationsart

zurückzuführen sein sollten und nicht auf die Strahlung an sich.

Die Lilienfeldstudie hat einen mystischen Charakter und muss möglicherweise auch auf dem historischen Hintergrund der Ära des kalten Krieges interpretiert werden.

Levallois P, Neutra R, Lee G, Hristova L.

Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California.

Environ Health Perspect 2002; 110 Suppl 4: 619-23

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Häufigkeit von Elektromagnetosensibilität (EMS) in der Bevölkerung und Analyse der Faktoren, die mit EMS assoziiert sind.

Kollektiv: 2072 Personen, in Kalifornien lebend, mind. 18 Jahre alt. Sie wurden mittels zufälligem Telefonwahlverfahren ausgewählt.

Exposition: Der 'Californian Adult Tobacco Survey' wurde mit spezifischen Fragen zu EMS ergänzt. Es wurden Telefoninterviews durchgeführt. EMS wurde definiert, wenn angegeben wurde, allergisch oder unüblich sensitiv auf die Nähe von Elektrogeräten, Computer oder Stromleitungen zu reagieren. Die Rohdaten der Prävalenz wurden adjustiert für Alter, Geschlecht und Rasse mit der kalifornischen Bevölkerung als Referenz.

Methode: Es wurden Faktoren analysiert, die mit EMS assoziiert waren, sowohl univariat als auch mit einem multivariaten logistischen Regressionsmodell. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Rasse, Einkommen, Bildung, Arbeitsstatus, Krankenversicherung, Asthma, Heuschnupfen

Resultat: Bei 84% der Haushalte, die kontaktiert werden konnten, beantwortete eine Person den Fragebogen. 68 Personen wurden als EM-sensibel klassifiziert. Das ergab eine adjustierte Prävalenz von 3.2% (95%-CI: 2.8% -3.7%). Die mittlere Symptombdauer war 18.5 Jahre. 0.5% der Befragten gaben an, dass sie wegen EMS den Beruf wechseln mussten oder deswegen arbeitsunfähig geworden seien. 24.4% (adj.: 23.1%) bezeichneten sich als multipel chemisch sensitiv (MCS). Das MCS-Kollektiv unterschied sich in mehreren Aspekten vom EMS-Kollektiv. Jedoch waren 40% der Personen mit EMS auch multipel chemisch sensitiv. Das Modell fand für folgende Faktoren einen signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten von EMS: MCS

(Prävalenz Odds Ratio (POR)=3.6), ärztlich diagnostiziertes MCS (POR=5.8), Arbeitsunfähigkeit (POR=3.8), Lohn weniger als 15'000\$/Jahr (POR=2.4), ethnische Zugehörigkeit weder "weiss" noch "schwarz" noch "Latino" (POR=4.9). Separate Modelle für Haartrockner und elektrische Zuleitungen ergaben für erstere ein POR von 2.4 (95%-CI: 1.2-4.9) und für letztere 2.0 (1.0-3.9). Es zeigte sich kein Zusammenhang mit Alter, Geschlecht und Bildungsstand. Die Risikowahrnehmung war nicht mit EMS assoziiert.

Schlussfolgerung: Erstaunlich hoher Anteil an Personen, die unter EMS leiden.

Bemerkungen: Die Prävalenz von 3.2% für EMS ist erstaunlich hoch, deutlich höher als in den bisherigen Studien. Eine vergleichbare Studien in Skandinavien fand eine Prävalenz von 1.5% (siehe: Hillert L. et al.: Prevalence of self-reported hypersensitivity to electric or magnetic fields in a population-based questionnaire survey. Scand J Work Environ Health 2002; 28 (1), 33-41; Id.Nr. 1621).

Der Vergleich von Anteilen wurde mittels Chi-Quadrat-Test gemacht (betrifft den Vergleich des EMS- und MCS-Kollektivs). Das ist methodisch falsch. Chi-Quadrat-Tests dürfen nicht für abgeleitete Grössen angewendet werden.

Finanzierung: Californian EMF Research program, gesponsert von der Kalifornischen Industrie

Levallois P.

Hypersensitivity of human subjects to environmental electric and magnetic field exposure: a review of the literature.

Environ Health Perspect 2002; 110 Suppl 4: 613-8

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel über Studien bei Menschen, die elektrosensibel gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern sind. Die Frage nach der Kausalität des Zusammenhanges stand im Vordergrund der Publikation.

Methode: Mit Hilfe von standardisierten Suchkriterien wurde eine Medline-Literatursuche durchgeführt.

Resultat: In der Literatur wurden zuerst Hautreizungen (hauptsächlich im Gesicht) mit elektromagnetischen Feldern (hauptsächlich durch Bildschirme) in Zusammenhang gebracht. Erst später wurden generellere Beschwerden diskutiert; z.B. neurologische Symptome (wie Schwindel, Müdigkeit, Kopfweg, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisprobleme, Ängste, Depressionen) sowie Atemprobleme, Probleme des Magen-, Darmtraktes, Augenprobleme etc. Diskutiert werden vier Arbeitsplatzstudien zu Bildschirmen. Es handelt sich um Befragungen, die teilweise mit klinischen Untersuchungen ergänzt wurden. Die Befragten nannten v.a. Hautsymptome, ausserdem Augenprobleme und Kopfweg. Es bestand eine Korrelation zwischen der Symptommhäufigkeit und der Dauer, die vor dem Bildschirm verbracht wurde, nicht aber mit dem Bildschirmtyp. Es gibt keine epidemiologischen Studien. Eine europäische Prävalenzstudie schätzt die Prävalenz von Elektromagnetosensiblen in der Bevölkerung auf einige wenige pro Million in Grossbritannien, Italien und Frankreich bis zu einigen Zehntelprozent in Dänemark, Irland und Schweden. In Kalifornien ergab eine Befragung rund 3% (siehe Artikel Nr. 1673).

Drei Fall-Kontrollstudien fanden vor allem einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Hautproblemen und der Zeitspanne, die vor dem Bildschirm verbracht wurde, jedoch keine Assoziation mit der gemessenen Exposition. Von fünf Provokationsstudien an Patienten mit Hautproblemen durch Bildschirme fanden vier keinen Zusammenhang. Das Resultat der 5. Studie war nicht eindeutig negativ, konnte aber nicht repliziert werden. Bei einer weiteren Provokationsstudie mit 100 Personen, die sich als elektromagnetosensibel bezeichneten, reagierten 25 Personen auf das Magnetfeld (2.9 μ T am Fuss, 0.35 μ T am Kopf), aber nur eine Person reagierte

auf das Scheinfeld. Diese 25 Personen reagierten in einem 2. Experiment deutlich stärker als eine Kontrollgruppe auf ein appliziertes Feld. Die Resultate konnten von der gleichen Gruppe nicht repliziert werden.

Bei einer Studie reagierten 10 elektromagnetosensible Personen stärker auf Lichtflackern als eine Kontrollgruppe. Eine weitere Studie untersuchte den Einfluss eines 50Hz-Feldes (1 mT) auf Konzentration und Gedächtnis bei 66 Elektromagnetosensiblen. Die Kombination von Lärm und EMF verschlechterte die kognitive Leistung. Die Resultate für die Belastung durch EMF allein sind in der Studie nicht angegeben.

Schlussfolgerung: Die Datenlage ist zu schwach, um eine Schlussfolgerung bezüglich der Kausalität zu ziehen. Die Symptomatik ist nicht eindeutig und generell unklar beschrieben. Die Datenlage rechtfertigt es nicht, Elektromagnetosensibilität als eigenes Symptom in der Risikobewertung zu berücksichtigen. Bei zukünftiger Forschung ist zu beachten, dass Individuen wahrscheinlich sehr unterschiedlich reagieren.

Bemerkungen: Die Studienauswahl ist limitiert. Dies ist die Folge der verwendeten Literatursuchstrategie. Aus diesem Grund sind Studien zu Hautproblemen und Bildschirmen überrepräsentiert; Studien zu anderen Symptomen durch andere EMF-Quellen fehlen. Siehe auch: Levallois P. et al: Study of self-reported hypersensitivity to electromagnetic fields in California. Environ Health Perspect 2002; 110(4), 619-23 (Id. Nr. 1673)

Kress A, Renn O, Wiedemann P, Schütz H, Dürrenberger G, Zwick M, Ruddat M, Carius R.

Stichwort: Mobilfunk - Elektrosmog - Gesundheit.

Gaia 2002; 11 (2): 146-153

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Risikowahrnehmung

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Verschiedene Aufsätze zur Problematik Mobilfunk und Gesundheit

Resultat: Kress und Renn geben eine kurze Einführung in die Problematik. Wiedemann und Schütz zeigen zahlreiche Defizite in der Risikobewertung auf. Hauptschlussfolgerung ist, dass die mangelhafte Risikobewertung extreme Schlussfolgerungen in beide Richtungen erlaubt. Dürrenberger gibt eine Übersicht über mögliche Wirkungen im Niedrigdosisbereich und beschreibt Massnahmen, die zur Belastungsreduktion gegenüber der Mobilfunkstrahlung (Basisstation und Mobiltelefon) führen können. Zwick und Ruddat beschreiben in Kürze die Resultate einer Befragung (persönliche Interviews) bei 1508 Deutschen zur Risikowahrnehmung. Verschiedene individuelle Risikostrategien wurden definiert und charakterisiert. Mobilfunk wurde generell als nicht besonders bedrohlich wahrgenommen. Carius diskutiert Erfordernisse für einen gesellschaftlichen Risikodiskurs zum Thema Mobilfunk.

Vangelova K, Israel M, Mihaylov S.

The effect of low level radiofrequency electromagnetic radiation on the excretion rates of stress hormones in operators during 24-hour shifts.

Cent Eur J Public Health 2002; 10 (1-2): 24-8

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Langzeitexposition durch hochfrequente Wellen im Niedrigdosisbereich auf die Ausschüttung von Stresshormonen

Kollektiv: 12 exponierte Schichtarbeiter und 12 nichtexponierte Kontrollpersonen, die im gleichen Schichtmodell angestellt waren und ähnliche Berufsanforderungen hatten. Alle Teilnehmer arbeiteten in einer Satellitenstation für TV-Kommunikation und Weltraumforschung. Die Männer mit EMF-Exposition waren im Durchschnitt 43 Jahre alt und seit 19 Jahren angestellt. Die Kontrollpersonen waren 41 Jahre alt und seit 15 Jahren angestellt.

Exposition: Die Feldbelastung wurde an verschiedenen Aufenthaltsorten gemessen. Daraus wurde unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeit die Gesamtbelastung berechnet. Unter konservativen Annahmen wurde die SAR berechnet. Auf 300 MHz bezogen betrug die Exposition $19.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pro Stunde (ca. 8.5 V/m). Daraus wurde eine spezifische Absorption von 0.1127 J/kg abgeleitet. Zu Messungen im Arbeitsbereich der nichtexponierten Kontrollpersonen gibt es keine Angaben.

Methode: Während einer 24-Stunden-Schicht wurden im Dreistunden-Intervall Unrinproben gesammelt. Diese wurden auf 11-Oxykortikosteroid (11-OCS) und die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin untersucht. Unterschiede zwischen den Versuchspersonen wurden mit (nicht näher spezifizierten) statistischen Test analysiert. Einfache Cosinor-Analysen wurden für chronobiologische Auswertungen verwendet (Bestimmung von zirkadianen Kosinuskurven). Der Einfluss von EMF-Exposition und Tageszeit wurde mittels Einweg-Varianzanalyse untersucht.

Resultat: Die Ausschüttung von 11-OCS war bei den exponierten Arbeitern signifikant höher als bei den nichtexponierten Kontrollpersonen (98 vs. 78 nmol/24h). In Bezug auf die Katecholaminproduktion wurden keine statistischen Unterschiede festgestellt. Jedoch ergaben die interindividuellen Tests für alle drei untersuchten Substanzen statistisch signifikante Unterschiede zwischen Exponierten und Nichtexponierten.

Chronobiologische Analysen ergaben, dass die 11-OCS-Sekretion der nichtexponierten Arbeiter im Mittel einen typischen tageszeitlichen Verlauf hatte, bei den Exponierten war dies nicht der Fall. Die Cosinor-Analyse ergab bei den Kontrollpersonen drei atypische Sekretionskurven und neun bei den Exponierten. Bei den Katecholaminen waren sowohl bei den Kontrollen als auch bei den Exponierten je 6 Tagesverläufe nicht typisch zirkadian. Die Cosinor-Analysen zeigten, dass das Amplitude/Mesor(Mittelwert)-Verhältnis der 3 untersuchten Substanzen bei den Exponierten signifikant anders war als bei Nichtexponierten. Beim 11-OCS war dieses Verhältnis bei den Exponierten signifikant kleiner, bei den Katecholaminen signifikant grösser als bei den Nicht-Exponierten.

Schlussfolgerung: Es hat sich gezeigt, dass hochfrequente Wellen im Niedrigdosisbereich eine ausgeprägte Stressreaktion und eine Verschiebung des zirkadianen Rhythmus der Hormonproduktion bewirken.

Bemerkungen: Die Hauptschwierigkeit bei diesem Studiendesign ist die Vergleichbarkeit der Exponierten mit den Nichtexponierten. Dazu werden im Artikel sehr wenige Angaben gemacht. Gerade die Verschiebung der Tag-Nacht-Rhythmen bei Schichtarbeitern ist heikel. Es muss sichergestellt sein, dass beide Gruppen zum Zeitpunkt der Untersuchung schon gleich lange im aktuellen Schichtmodus arbeiten. Das wird im Artikel nicht kommentiert.

Es ist nicht nachvollziehbar, wie die Daten auf interindividuelle Unterschiede analysiert wurden. Inwiefern die Befunde eine Stressreaktion darstellen bzw. mit einem (theoretischen) Stressmodell vereinbar sind, wird nicht erläutert. Unter Annahme einer achtstündigen Arbeitszeit entspricht eine Absorption von 0.1127J/kg einer durchschnittlichen SAR von 31.3 $\mu\text{W/kg}$. Mesor ist der Mittelwert einer idealen Kosinuskurve, wie sie bei der Cosinor-Analyse berechnet wird.

Frick U, Rehm J, Eichhammer P.

Risk perception, somatization, and self report of complaints related to electromagnetic fields - A randomized survey study.

International Journal of Hygiene and Environmental Health 2002; 205 (5): 353-360

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
Exposition:	Erwachsene (alle)	Elektrohypersensibilität,
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	Personen mit	Beschwerden
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	Elektrohypersensibilität	Risikowahrnehmung
Stromleitungen		

Wirkungsdauer:	Land:
Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Haben kognitive Faktoren einen Einfluss auf die Beantwortung von Fragen zu gesundheitlichen Beschwerden im Zusammenhang mit EMF. Fragebogenerhebung in Regensburg (Süddeutschland).

Kollektiv: Zufallsstichprobe aus dem Einwohnerregister Regensburgs aller deutschsprachigen 18 bis 64-Jährigen. Mündliche Interviews (nicht telefonisch).

Methode: Aus einer Literaturanalyse wurden 36 Symptome abgeleitet, die mit EMF assoziiert werden. Diese wurden auf einer 4-Punkte-Skala abgefragt. Zu Kontrollzwecken wurde das Restless-Legs-Syndrom als nicht mit EMF assoziiertes Symptom ausgewählt und dazu Fragen gestellt. Die Somatisierungstendenz wurde mit einem standardisierten deutschen Screening-Instrument erhoben (SOMS). Personen, die mehr als ein nicht körperlich erklärbares Symptom angaben, galten als stark somatisiert.

In der Mitte des Interviews wurden drei Szenarien präsentiert, die paarweise miteinander verglichen werden mussten. Es musste beurteilt werden, für welches Szenario das persönliche Risiko am grössten wahrgenommen wird. Die drei Szenarien waren a) Erkältung mit Fieber, b) krank werden wegen elektromagnetischen Feldern, c) eine von vier Kombinationen mit tiefer/hocher Eintretenswahrscheinlichkeit (Verkehrs-/Atomunfall) und kleinem/großem Schaden (Halswirbelstauchung/starke Verletzung durch Autounfall). In diesem Artikel sind erste Analysen von 340 Personen präsentiert. Powerberechnungen ergaben, dass pro Kategorie 160 Personen befragt werden müssten.

Resultat: Frauen hatten mehr Symptome und eine höher Somatisierungstendenz. Leute mit hoher Somatisierungstendenz gaben mehr EMF-Symptome an. Keiner der experimentellen Faktoren hatte einen Einfluss auf die gemeldeten Symptome. Einzig eine Zwei-Weg-Interaktion wurde gefunden. Personen mit hoher

Somatisierungstendenz, denen eine grosse Schadenhöhe präsentiert wurde, gaben nachher weniger Symptome an. (Dies wird als Kontrastbildung bezeichnet.) Bei Personen mit geringer Somatisierungstendenz wurde dieser Einfluss nicht beobachtet.

Schlussfolgerung: Wenn EMF-Symptome als sehr grosses Gesundheitsrisiko wahrgenommen würden, wäre für Personen mit starker Somatisierung eine Assimilisation statt einer Kontrastbildung zu erwarten. Das beobachtete Ergebnis reflektiert daher, dass EMF nicht als bedrohliche Gesundheitsgefahr wahrgenommen wird. Die Untersuchung zeigt, dass der Kontext das Resultat einer Befragung beeinflusst. Die Risikowahrnehmung beeinflusst das Stressempfinden und damit auch die Gesundheitskosten.

Bemerkungen: Es ist wenig erstaunlich, dass Personen mit starker Somatisierungstendenz über mehr unspezifische Symptome berichten, wenn die Definition der starken Somatisierungstendenz darin besteht, dass mind. ein Symptom ohne erklärende Ursache angegeben wird.

Die befragten Personen stellen keinen Zusammenhang zwischen ihren Symptomen und EMF her, die Autoren aber schon.

Die abgefragten Symptome werden nur von einem kleinen Teil der Bevölkerung primär mit EMF in Verbindung gebracht. Die meisten Personen würden spontan andere Gründe für unspezifische Gesundheitsprobleme wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen etc. annehmen. Dazu gibt es keine Angaben in der Publikation.

Finanzierung: German Federal Office for Radiation Protection

Hardell L, Mild KH, Carlberg M.

Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours.

International Journal of Radiation Biology 2002; 78 (10): 931-936

<i>Stichwörter</i>	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Separate Analyse einer bereits publizierten Fall-Kontrollstudie zu Mobiltelefonbenutzung und Hirntumoren (Hardell et al.: Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. Eur J Cancer Prev 2002; 11 (4), 377-86. Artikel 1669). In der aktuellen Auswertung werden nur Patienten mit bösartigen (malignen) Hirntumoren berücksichtigt.

Kollektiv: 649 Patienten mit einem malignen Hirntumor wurden befragt (von 1617 in der Originalstudie). Von 588 Patienten und 581 Kontrollen lagen vollständige Daten vor. Davon litten 415 Patienten unter Astrozytomen. Patienten waren zwischen 20 und 80 Jahre alt. Die Diagnose wurde zwischen dem 1.1.97 und dem 30.6.00 gestellt. Eine bezüglich Alter, Geschlecht und Wohnregion passende Kontrolle wurde aus dem schwedischen Bevölkerungsregister gezogen.

Exposition: Gebrauch von Mobil- und Schnurlostelefonen: Anzahl Jahre seit Gebrauch, durchschnittlicher täglicher Gebrauch (Anzahl Gespräche und Länge), lebenslang kumulierte Benutzungsdauer, Telefontyp, Gebrauchsart (interne oder externe Antenne)

Methode: Die Exposition wurde mit Hilfe eines schriftlichen Fragebogens erhoben. Die Antwortrate war bei den Fällen 88% (1429) und bei den Kontrollen 91% (1470). Die Diagnose wurde anhand der Krankheitsrapporte überprüft. Statistische Analyse: Konditionale logistische Regression für 'matched' Studien. Nur die insgesamt 1303 kompletten Paare wurden analysiert. Analysen wurden für Latenzzeiten >1 Jahr, >5 Jahre >10 Jahre separat durchgeführt. Lateralität des Tumorauftretens wurde in bezug auf die Lateralität des Telefongebrauchs analysiert.

Resultat: Die Häufigkeit des Analogtelefongebrauchs war bei den Fällen 18.7%, mittlere kumulierte

Gesprächsdauer: 415 h bzw. 85 h (Median). Bei den Kontrollen benutzten 18.2% ein Analogtelefon (kumulative Gesprächsdauer: 236 h (Mittelwert) bzw. 101 h (Median). Die Häufigkeit des Digitaltelefongebrauchs (GSM) war bei den Fällen 34.7%, mittlere kumulierte Gesprächsdauer: 279 h bzw. 64 h (Median). Bei den Kontrollen benutzten 33.0% ein Digitaltelefon (kumulative Gesprächsdauer 298 h (Mittelwert) bzw. 85 h (Median). Die Häufigkeit des Gebrauchs von schnurlosen Telefonen betrug bei den Fällen 30.4%, mittlere kumulierte Gesprächsdauer 850 h bzw. 304 h (Median). Bei den Kontrollen benutzten 26.5% ein Schnurlostelefon (kumulative Gesprächsdauer 707 h (Mittelwert) bzw. 183 h (Median).

Insgesamt wurde kein erhöhtes Hirntumorrisiko gefunden. Das Risiko war für Benutzer von allen drei Telefontypen nicht signifikant um 13% erhöht. (Benutzer von Analogtelefonen: OR=1.13, 95%-CI: 0.82-1.57, Digitaltelefon: OR=1.13, CI: 0.86-1.48 und Schnurlostelefone OR=1.13, CI: 0.85-1.50.)

Bei Benutzern von analogen Telefonen traten Tumore signifikant häufiger auf der Kopfseite auf, an der telefoniert wurde (OR=1.85, CI: 1.16-2.96). Bei Benutzern von digitalen Mobiltelefonen war das ipsilaterale Auftreten von Tumoren ebenfalls signifikant häufiger (OR=1.59, CI: 1.05-2.41), in Bezug auf Schnurlostelefone war der Unterschied nicht signifikant (OR=1.46, CI: 0.96-2.23).

Dosis-Wirkungsbeziehungen hinsichtlich der kumulativen Gesprächsdauer wurden für Benutzer von Schnurlostelefonen gefunden.

Schlussfolgerung: Der Gebrauch von Analogtelefonen ist mit einem erhöhten Hirntumorrisiko assoziiert. Die Analyse der Lateralität ergibt Hinweise darauf, dass auch die Benutzung von GSM- und Schnurlostelefonen ein Hirntumorrisiko bedeuten.

Bemerkungen: Insgesamt unterscheiden sich die Ergebnisse für maligne Tumore nicht sehr von den bereits publizierten kombinierten Analysen für maligne und benigne (gutartige) Tumore.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Huber R, Treyer V, Borbely AA, Schuderer J, Gottselig JM, Landolt HP, Werth E, Berthold T, Kuster N, Buck A, Achermann P.

Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG.

J Sleep Res 2002; 11 (4): 289-295

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den regionalen zerebralen Blutfluss im Wachzustand (Experiment 1) sowie auf das Schlaf- bzw. Wach-EEG bei Menschen (Experiment 2).

Kollektiv: Zwei Gruppen mit je 16 gesunden männlichen Rechtshändern im Alter von 20 bis 25 Jahren ohne Schlafstörungen. Am Tag vor der Untersuchung waren keine Telefonate mit einem Mobiltelefon erlaubt.

Exposition: In beiden Untersuchungen erfolgte die Exposition mit pulsmodulierter elektromagnetischer Strahlung ähnlich wie bei GSM-Mobiltelefonen; die Frequenz war 900 MHz, moduliert mit Frequenzen von 2, 8, 217 und 1736 Hz. Die lokale maximale spezifische Absorptionsrate gemittelt über 10 g Gewebe (SAR_{10}) betrug 1 W/kg. Als Kontrolle diente eine Scheinexposition. In Experiment 2 wurde neben der pulsmodulierten elektromagnetischen Strahlung ein nichtgepulstes, kontinuierliches Hochfrequenzfeld der gleichen Intensität verwendet.

Methode: Beide Studien folgten einem randomisierten, kontrollierten, doppelblinden Crossover-Design. In drei Sitzungen wurde die linke Kopfseite der Probanden entweder pulsmodulierter elektromagnetischer Strahlung oder kontinuierlicher Strahlung (ohne Pulsmodulation) oder einer Scheinexposition ausgesetzt. Während der Untersuchung sassen die Probanden auf einem Stuhl, ihr Kopf befand sich zwischen zwei planaren Antennen (Abstand zwischen Ohr und Antenne ca. 11 cm). Die Intervalle zwischen den Expositionen betrugen mindestens eine Woche.

Experiment 1: Die dreissigminütige EMF-Exposition erfolgte zwischen 8.00 und 14.00 Uhr. Zehn Minuten nach dem Ende der Exposition begann die Untersuchung mittels Positronen-Emissions-Tomographie (PET). Im Abstand von zehn Minuten wurden drei PET-Scans durchgeführt und der zerebrale Blutfluss bestimmt. Dreizehn Teilnehmer schlossen die Studie ab. Die statistische Analyse wurde mit gepoolten Werten durchgeführt (drei

Scans pro Setting).

In Experiment 2 wurden die Probanden vor dem Schlaf einer dreissigminütigen EMF-Exposition ausgesetzt. Danach wurden ihre Hirnströme während einer achtstündigen Schlafperiode polysomnographisch aufgezeichnet. Die Spektraldaten wurden mittels Varianzanalyse (ANOVA) getestet.

Resultat: Experiment 1: Nach der Exposition mit pulsmodulierter elektromagnetischer Strahlung erhöhte sich im Vergleich zur Scheinexposition der relative zerebrale Blutfluss in der seitlichen Grosshirnrinde (dorsolateraler präfrontaler Kortex) der exponierten (linken) Gehirnhemisphäre.

Experiment 2: Die Exposition gegenüber einem pulsmodulierten elektromagnetischen Feld führte im Wach-EEG vor dem Einschlafen zu einer Aktivitätszunahme im Alpha-Bereich (im 10 Hz-Band). Im Schlaf-EEG zeigte sich eine Zunahme der Aktivität im Bereich der Schlafspindeln (12,25 bis 13,5 Hz). Diese Effekte nahmen im Verlauf der Nacht zu und waren in der zweiten Nachthälfte am deutlichsten.

Ein kontinuierliches Feld der gleichen Intensität hatte dagegen im Vergleich zur Scheinexposition keinen Einfluss auf das EEG vor dem Einschlafen. Es erniedrigte die Amplitude in der Schlafphase II (im 14 Hz-Band).

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen, dass die Exposition mit pulsmodulierter elektromagnetischer Strahlung, wie sie bei Mobiltelefonen zum Einsatz kommt, den zerebralen Blutfluss und die elektrische Aktivität des Gehirns verändert. Die Pulsmodulation der elektromagnetischen Strahlung scheint dabei eine entscheidende Rolle zu spielen.

Die beobachteten Effekte sind aber diskret, und die Resultate erlauben keinerlei Rückschlüsse auf eventuelle Auswirkungen auf die Gesundheit.

Bemerkungen: Da die beobachteten Effekte bei Intensitäten auftraten, bei denen die Temperaturerhöhung im Gehirn nicht mehr als 0,2 °C beträgt, ist es wahrscheinlich, dass nichtthermische Wirkungsmechanismen eine Rolle spielen. Diese Hypothese wird auch dadurch gestützt, dass ein pulsmoduliertes und ein kontinuierliches Feld bei gleicher SAR unterschiedliche Effekte hatten.

Die Tatsache, dass die beobachteten Effekte im Verlauf der Nacht zunahmen, weist auf eine indirekte/komplexe Wirkung hin. Welcher Art diese Prozesse sein könnten, ist zur Zeit ungeklärt.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation, Human Frontiers Science Program, Research Cooperation Sustainable Mobile Communication

Blaasaas, KG, Tynes, T, Terje Lie, R.
Residence near power lines and the risk of birth defects.
Epidemiology 2003; 14 (1): 95-98

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche
Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt
Schwangerschaft: Pränatale
Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob die von Hochspannungsleitungen ausgehende Magnetfeldexposition schwangerer Frauen das Risiko angeborener Fehlbildungen beim Kind erhöht. Querschnittstudie. Norwegen.

Kollektiv: Alle Kinder, deren Geburt (Gestationsalter mindestens 16 Wochen) zwischen Januar 1980 und August 1997 im norwegischen Geburtenregister verzeichnet war und deren Mutter während der Schwangerschaft in der Umgebung einer Starkstromleitung gewohnt hatte. Von insgesamt 989'408 Kindern, die in diesem Zeitraum in Norwegen geboren wurden, identifizierten die Studienautoren 161'844 Kinder, auf die diese Bedingungen zutrafen.

Exposition: Als exponiert galt ein Kind, wenn seine Mutter während mehr als der Hälfte der Schwangerschaft in einem Haus mit einer geschätzten Magnetfeldexposition von mindestens 0,1 Mikrottesla (μT) gewohnt hatte. Das war bei 10 051 Kindern der Fall. Die Mütter der übrigen 151 793 Kinder des Studienkollektivs hatten zwar auch in der Umgebung einer Starkstromleitung gewohnt, die Magnetfeldexposition der entsprechenden Gebäude wurde aber auf weniger als 0,1 μT geschätzt.

Methode: Identifikation aller Wohnhäuser innerhalb von definierten Korridoren um jede Starkstromleitung in Norwegen herum (mittels "Geographical Information System"). Die Breite der Korridore variierte je nach Spannung der Starkstromleitung zwischen 25 m (bei 22 kV) und 300 m für Leitungen mit 420 kV. Die Abschätzung der Magnetfeldexposition in jedem dieser Häuser erfolgte anhand der Entfernung zur Starkstromleitung sowie anhand der Stromstärke und Spannungsconfiguration der Leitung. Als nichtexponiert galten Häuser, in denen die magnetische Flussdichte auf weniger als 0,1 μT geschätzt wurde. Die Mütter, die im

interessierenden Zeitraum geboren hatten, wurden mit Hilfe des norwegischen Geburtsregisters identifiziert. Dort sind auch die zum Zeitpunkt der Registrierung diagnostizierten Fehlbildungen des Kindes aufgeführt. Die Meldung an das Geburtsregister erfolgt innerhalb der ersten Lebenswoche des Kindes durch die Hebammen. Mögliche Confounder: berufliche Magnetfeldexposition der Mutter oder des Vaters; Alter und Bildungsstand der Eltern; Geburtsjahr und -ort des Kindes.

Resultat: Die adjustierte Odds-Ratio (OR) für angeborene kardiale Fehlbildungen betrug für Kinder, deren Mutter während der Schwangerschaft an ihrem Wohnort einem Magnetfeld von über 0.1 μ T ausgesetzt gewesen war, 0.52 (95%CI=0.32-0.86).

Für angeborene Fehlbildungen der Atemwege lag die korrigierte OR bei 0.39 (95%CI=0.16-0.94), für Fehlbildungen der Speiseröhre bei 2.47 (95%CI=1.03-5.91).

Korrigiert wurden die Odds-Ratios hinsichtlich beruflicher Magnetfeldexposition der Mutter oder des Vaters, hinsichtlich des Alters und Bildungsstandes der Mutter sowie hinsichtlich des Geburtsjahres und -orts des Kindes.

Für die weiteren 21 untersuchten Fehlbildungskategorien ergaben sich schwächere Assoziationen, z.B. lag die korrigierte OR für Klumpfuß bei 1.02 (0.80-1.31), für Hüftdysplasie bei 1.06 (0.81-1.38) und für Fehlbildungen an Haut, Haaren oder Nägeln bei 0.92 (0.40-2.11).

Schlussfolgerung: Die Hauptresultate der Untersuchung sprechen für eine Halbierung des relativen kardialen Fehlbildungsrisikos, für eine ca. 60%ige Reduktion des respiratorischen Fehlbildungsrisikos und für eine 2.5-fache Erhöhung des Risikos einer ösophagealen Fehlbildung bei Kindern von Müttern, die während der Schwangerschaft an ihrem Wohnort einer Magnetfeldexposition von 0.1 μ T oder mehr ausgesetzt waren. Nach Ansicht der Autoren sollten diese Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden, da die Resultate nicht durch andere Studien gestützt werden. Ausserdem bestanden einige Ungenauigkeiten bei der Berechnung der Distanz zwischen Haus und Hochspannungsleitung, und die Informationen über einen Wohnortwechsel der Frauen während der Schwangerschaft waren limitiert.

Als weitere Einschränkungen bezeichnen die Autoren, dass weniger offensichtliche Fehlbildungen, zu denen auch einige Herzfehler gehören, zum Zeitpunkt der Aufnahme in das Geburtsregister noch nicht diagnostiziert und daher unterrepräsentiert sein könnten.

Ausserdem könnte ein erhöhtes Fehlbildungsrisiko unter Magnetfeldexposition in der Schwangerschaft dadurch verschleiert werden, dass bei missgebildeten Feten das Risiko einer Fehlgeburt höher ist als bei gesunden Feten. Die Anzahl der Fehlgeburten wurde in der Studie nicht berücksichtigt. In der Literatur gibt es aber Berichte über eine Assoziation zwischen Magnetfeldexposition in der Schwangerschaft und einem erhöhten Abortrisiko.

Bemerkungen: Die Festlegung des Expositionsgrenzwertes auf eine magnetische Flussdichte von 0.1 μ T wird nicht begründet. Ausserdem fehlt in der Publikation eine Angabe darüber, ob es sich bei der geschätzten Magnetfeldexposition um die zeitlich durchschnittliche Belastung des jeweiligen Haushalts handelt oder um die Spitzenbelastung. Die Ergebnisse konnten für viele demographische Faktoren adjustiert werden, ihre Aussagekraft ist aber durch einige Biasmöglichkeiten limitiert (siehe Schlussfolgerungen). In einer vorhergehenden Studie untersuchte dieselbe Forschergruppe mögliche Zusammenhänge zwischen beruflicher 50-Hz-Magnetfeldexposition der Eltern und dem Risiko angeborener Fehlbildungen (Id.Nr.1657): "Risk of birth defects by parental occupational exposure to 50 Hz electromagnetic fields: a population based study", Occup Environ Med 2002; 59 (2), 92-7. Dabei fanden sich Hinweise auf eine Assoziation zwischen bestimmten Fehlbildungen des Zentralnervensystems und elterlicher Exposition gegenüber 50-Hz-Magnetfeldern. Generell

wurden aber keine erhöhten Risiken für Fehlbildungen des Zentralnervensystems gefunden. Kommentar von David A. Savitz, Dpt. of Epidemiology, University of North Carolina, in derselben Ausgabe von "Epidemiology" (2003, 14, S.15-17).

Croft RJ, Chandler JS, Burgess AP, Barry RJ, Williams JD, Clarke AR

Acute mobile phone operation affects neural function in humans.

Clinical Neurophysiology 2002; 113 (10): 1623-1632

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob die Exposition gegenüber einem eingeschalteten Mobiltelefon das EEG in Abhängigkeit von der Dauer der Exposition verändert.

Kollektiv: 24 Probanden, 16 Männer und 8 Frauen, zwischen 19 und 48 Jahren.

Exposition: Die Versuchspersonen wurden gegenüber einem Mobiltelefon exponiert, das zwischen Hinterkopf und Hinterhauptsbein positioniert war (Nokia 5110 Standard; 900 MHz, Pulsrate 217 Hz, Pulsweite 0.577 ms). Die durchschnittliche Sendeleistung des Mobiltelefons wurde auf 3 bis 4 mW geschätzt, nicht gemessen.

Methode: Ableitung des Ruhe-EEGs während der Exposition bzw. Scheinexposition und Aufzeichnung der Hirnströme als Reaktion auf einen akustischen Stimulus (phase-locked neural response). Experimentelle Studie mit Cross-over-Design, einfach verblindet. Australien/Grossbritannien.

Resultat: EEG-Aufzeichnung: Die Amplitude des Delta-Bands (1 bis 4 Hz) in der rechten Hirnhemisphäre war bei Exposition signifikant erniedrigt. Die Amplitude des Alpha-Bands war am Hinterkopf bei Exposition signifikant erhöht, nicht aber im Stirnbereich. Zusätzlich nahm die Amplitude im Alpha-Band (8 bis 12 Hz) mit zunehmender Expositionsdauer zu, während sie unter Kontrollbedingungen zeitlich konstant blieb. Hirnströme bei akustischem Stimulus: Signifikante Abnahme der Amplitude im Band von 12 bis 30 Hz, sowohl im Durchschnitt als auch als Funktion der Zeit. Eine unter Kontrollbedingungen im zeitlichen Verlauf beobachtete Abnahme der Theta-Band-Amplitude wurde durch die Mobiltelefon-Exposition unterdrückt. Die Amplitude im Gamma-Band war in den stärker exponierten Kopfgebieten erhöht.

Schlussfolgerung: Da sich die Amplitude des Alpha-Bands im EEG auch bei Koffeingenuss oder beim Schliessen der Augen verändert, lässt sich schlecht beurteilen, ob die beobachteten Effekte eine funktionelle Bedeutung haben.

Es scheint direkte und indirekte Auswirkungen auf die elektrische Aktivität im Gehirn zu geben, und es wurden Zusammenhänge zwischen den EEG-Veränderungen und psychologischen Parametern gefunden.

Eine wichtige Rolle scheint die Dauer der Exposition zu spielen. Insgesamt handelt es sich offenbar um ein vielschichtiges Geschehen, ein Kausalzusammenhang kann nicht abgeleitet werden.

Finanzierung: Clarus Products International, USA

Meyer RE, Aldrich TE, Easterly CE.

Effects of Noise and Electromagnetic Fields on Reproductive Outcomes.

Environmental Health Perspectives 1989; 81: 193-200

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Schoenfeld ER, O'Leary ES, Henderson K, Grimson R, Kabat GC, Ahnn S, Kaune WT, Gammon MD, Leske MC; EBCLIS Group.

Electromagnetic fields and breast cancer on Long Island: a case-control study.

Am J Epidemiol 2003 ; 158 (1): 47-58

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Brustkrebs
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhangs zwischen Langzeitexposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung und Brustkrebsrisiko bei Frauen auf Long Island, New York State.

Kollektiv: Die Studienteilnehmerinnen der "EMF and Breast Cancer on Long Island Study" (EBCLIS) wurden als eine Untergruppe aus der Gesamtpopulation der grossen Fall-Kontroll-Studie "The Long Island Breast Cancer Study Project" (LIBCSP) rekrutiert. Die Teilnehmerinnen mussten seit mindestens 15 Jahren in ihrer gegenwärtigen Wohnung wohnen und durften nicht älter sein als 74 Jahre. Als Fälle galten Frauen mit Brustkrebs (invasives Karzinom oder Carcinoma in situ), die Kontrollen wurden mittels Zufallsnummerngenerierung ausgewählt.

Exposition: 1) Interviews (schriftlich und mündlich) in Bezug auf frühere und aktuelle EMF-Exposition: Fragen zum Stromleitungsnetz im Haus, zum Gebrauch elektrischer Geräte, zur beruflichen Exposition und zu Schichtarbeit.

2) Messung der Magnetfeldexposition zu Hause mittels Spotmessungen, Messung der Hintergrundfeldstärke und 24-Std.-Messungen mit einem EMDEX-II-Meter im Schlafzimmer und in dem am meisten bewohnten Raum.

3) Klassifizierung der Wohnungen anhand von wire codes nach der Wertheimer-Leeper'schen Methode (fünf Belastungskategorien) und der Kaune-Savitz-Methode (drei Kategorien).

Methode: Auf der Basis von 24-Std.-Messungen und weiteren Faktoren wurden summarische Berechnungen durchgeführt. Um die Mittelwerte der Expositionsvariablen zwischen Fällen und Kontrollen zu vergleichen, verwendete man einen Mann-Whitney-U-Test. Als Referenzkategorien dienten bei allen Analysen diejenigen mit der niedrigsten Innenraum-EMF-Exposition. Berechnung der Odds-Ratios samt 95%-Konfidenzintervallen

bezüglich Assoziation zwischen EMF-Exposition und Brustkrebsrisiko. Logistische Regressionsanalyse für adjustierte Odds-Ratios und multivariate Analysen mit verschiedenen Variablen, unter anderem: Alter, Anzahl an Geburten, Familienanamnese, Ausbildungsstand, benigne Brustveränderungen in der Vorgeschichte, Body Mass Index.

Resultat: 576 Fälle und 585 Kontrollen beendeten die EBCLIS-Studie. Hinsichtlich der EMF-Exposition der beiden Gruppen ergaben sich sehr ähnliche Mittelwerte und nahezu identische Medianwerte bei allen Messungen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet. Alle 95%-Konfidenzintervalle enthielten die 1 und alle Odds-Ratios (unkorrigierte und korrigierte) lagen zwischen 0.78 und 1.29. Es zeigte sich keine Dosis-Wirkungs-Beziehung.

Schlussfolgerung: Die Resultate unterstützen die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen EMF-Exposition im Wohnraum und dem Auftreten von Brustkrebs nicht.

Aufgrund der grossen Teilnehmerzahl, der umfangreichen Qualitätskontrollen und der Berücksichtigung vieler potenzieller Störgrössen bei der statistischen Analyse gehen die Studienautoren davon aus, dass die fehlende Assoziation zwischen EMF-Exposition und Brustkrebsrisiko nicht irrtümlich entstanden ist.

Bemerkungen: Es bleibt unklar, ob das Ausmass der beruflichen EMF-Exposition der Studienteilnehmerinnen in der statistischen Auswertung berücksichtigt wurde.

Savitz DA, Calle E.

Leukemia an Occupational Exposure to Electromagnetic Fields: Review of Epidemiologic Surveys.

Journal of Occupational Medicine 1987; 29 (1): 47-51

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Coleman M, Beral V.

A review of epidemiological studies of the health effects of living near or working with electricity generation and transmission equipment .

Int. J. Epidemiol. 1988 ; 17 (1): 1-13

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Juutilainen J.

Effects of low-frequency magnetic fields on embryonic development and pregnancy.

Scand J Work Environ Health 1991 ; 17 (3): 149-58

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Davis RL, Mostofi FK.

Cluster of testicular cancer in police officers exposed to hand-held radar.

American Journal of Industrial Medicine 1993; 24 (2): 231-233

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Kheifets LI, Afifi AA, Buffler PA, Zhang ZW.

Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis.

J Occup Environ Med 1995 ; 37 (12): 1327-1341

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Guenel P, Nicolau J, Imbernon E, Chevalier A, Goldberg M.

Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors, and other cancers among French electric utility workers.

Am J Epidemiol 1996; 144 (12): 1107-1121

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bemerkungen: Kommentar von P. Badrinath in Am J Epidemiol. 1997; 146(7): 606-7

Selmaoui B, Lambrozo J, Touitou Y.

Endocrine functions in young men exposed for one night to a 50-Hz magnetic field. A circadian study of pituitary, thyroid and adrenocortical hormones.

Life Sciences 1997; 61 (5): 473-486

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

McCann J, Kheifets L, Rafferty C.

Cancer risk assessment of extremely low frequency electric and magnetic fields: a critical review of methodology.

Environmental Health Perspectives 1998; 106 (11): 701-717

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Angelillo IF, Villari P.

Residential exposure to electromagnetic fields and childhood leukaemia: a meta-analysis.

Bulletin of the World Health Organization 1999; 77 (11): 906-915

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Chen G, Upham BL, Sun W, Chang CC, Rothwell EJ, Chen KM, Yamasaki H, Trosko JE.
Effect of electromagnetic field exposure on chemically induced differentiation of friend erythroleukemia cells.
Environmental Health Perspectives 2000; 108 (10): 967-972

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ahlbom A.

Neurodegenerative diseases, suicide and depressive symptoms in relation to EMF.

Bioelectromagnetics 2001; Suppl 5: S132-43

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Meta-Analyse zum Zusammenhang zwischen niederfrequenter EMF-Exposition und neurodegenerativen Erkrankungen, Selbstmord und depressiven Symptomen.

Kollektiv: Diverse Studienpopulationen.

Exposition: Je nach Studie berufliche oder wohnortbezogene Exposition durch verschiedene Feldquellen.

Methode: Meta-Analyse zu Arbeiten, die bis 1998 publiziert worden sind. Berechnung des mittleren Effektschätzers mehrerer Studien mittels 'fixed effects model', Gewichtung der Studienresultate mit der inversen Varianz.

Resultat: a) Amyotrophe Lateralsklerose (ALS): sieben Studien berücksichtigt, alle beziehen sich auf die berufliche EMF-Exposition. Studiendesigns und Expositionsschätzung sind sehr verschieden (keine Homogenität), insgesamt ergibt sich aber ein relatives Risiko (RR) von 1.5 (95%-CI: 1.2-1.7). Qualitativ am besten sind zwei Studien zur Exposition von Elektrizitätswerksangestellten (Johansen/Olsen 1998 und Savitz 1998). Diese beiden Arbeiten ergeben ein mittleres RR für ALS von 2.7 (95%-CI: 1.4-5.0). b) Alzheimer-Demenz: fünf Studien vorhanden, ebenfalls keine Homogenität. Das gepoolte RR beträgt 2.2 (95%-CI: 1.5-3.2). Die ersten beiden Untersuchungen waren klinikbasiert und ergaben ein mittleres RR von 3.2 (95%-CI: 1.9-5.4). Die anderen drei Studien bezogen sich auf die Bevölkerung, RR: 1.2 (95%-CI: 0.7-2.3). c) Suizid und Depression: Die vorliegenden fünf Studien sind zu verschieden, um ein gepooltes Risiko zu berechnen, tendenziell kein Zusammenhang beobachtet. d) andere neurodegenerative Erkrankungen, d.h. Morbus Parkinson und Multiple Sklerose: wenig Daten vorhanden, tendenziell kein Zusammenhang beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten relativ starke Evidenz für ein erhöhtes ALS-Risiko bei Angestellten von Elektrizitätswerken. Dafür könnten auch andere Faktoren als die EMF-Exposition verantwortlich sein, z.B. häufigere elektrische Schläge. Bezogen auf die Alzheimer-Demenz liefern die beiden Klinikstudien beachtliche Hinweise auf einen Zusammenhang mit der EMF-Exposition. In den drei Bevölkerungsstudien wird dieser Zusammenhang nicht eindeutig bestätigt, so dass die Evidenz insgesamt schwächer ist als bei ALS. Hinsichtlich Selbstmord und Depression bestehen nur schwache Hinweise auf einen Zusammenhang. Bezüglich Parkinson-Krankheit und Multipler Sklerose können aus den vorliegenden Daten keine Schlussfolgerungen gezogen werden.

Bemerkungen: Mögliche Confounder: Exposition gegenüber elektrischen Schocks, evtl.: genetische Faktoren (<5% der ALS- und Alzheimererkrankungen genetisch bedingt). Zu jedem Krankheitsbild gibt es nur wenige Studien. Teilweise erfolgte die Expositionsabschätzung nur anhand von Berufskategorien. Bei vielen Untersuchungen muss mit einem Selektionsbias gerechnet werden.

Leeper E, Wertheimer N.

Potential motion related bias in the worn dosimeter measurements of two childhood leukemia studies.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (5): 390-397

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Oppenheimer M, Preston-Martin S.

Adult onset acute myelogenous leukemia and electromagnetic fields in Los Angeles County: bed-heating and occupational exposures.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (6): 411-415

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie an Personen mit Leukämie in Los Angeles zur Untersuchung eines allfälligen Zusammenhangs zwischen dem Vorkommen von Leukämie und der Arbeit in Elektroberufen oder der Benutzung von Wasserbetten und Heizdecken.

Kollektiv: 412 von 726 identifizierten Patienten mit akuter myeloischer Leukämie aus dem Krebsregister von Los Angeles, 30 bis 69 Jahre alt, diagnostiziert zwischen 1987 und 1994, und 412 dazu im Alter, Geschlecht, Rasse passende Kontrollpersonen aus der Nachbarschaft.

Exposition: Fragebogen gestütztes Interview mit den Kontrollpersonen, Fällen (51%) oder Angehörigen von Fällen (49%) nach Verwendung von Heizdecken und Wasserbetten (Ja/Nein, Anzahl Jahre) und nach Berufen mit wahrscheinlicher EMF Belastung. (Elektrofahrzeuge, Unterhalt oder Fabrikation von Elektrogeräten, Arbeit bei Hochspannungsanlagen oder grossen Elektromotoren, in Elektroberufen, Leitungsmonteur, Schweisser oder andere Berufe mit Stromkontakt.

Methode: Bedingte logistische Regressionsanalyse. Stratifizierung und Dosis-Wirkungsbeziehungen mit nichtbedingter logistischer Regression. Stratifizierung bezüglich Alter, Rasse, Geschlecht oder Sozialstatus konnte wegen der kleinen Fallzahl nur jeweils mit einer Grösse vorgenommen werden.

Resultat: Die Übereinstimmung zwischen den Aussagen der interviewten Fälle oder Kontrollpersonen und den Aussagen von Angehörigen bezüglich Exposition im Beruf war mässig bis schlecht, da den Angehörige die Belastungen oft nicht bekannt war. Die Verwendung von Heizdecken oder einem Wasserbett war nicht mit akuter myeloischer Leukämie assoziiert, auch bei Einbezug der Dauer der Verwendung nicht.

Bei grober Zusammenfassung der beruflichen Exposition in ja/nein ergab sich ein OR von 1.2 (95%CI 0.8-2.0), wenn nur direkt interviewte Paare einbezogen wurden, bei Einbezug des ganzen Kollektivs war die Odds Ratio 1.0. Die Resultate für die einzelnen Berufskategorien waren nirgends signifikant, das Kollektiv war zu klein. Eine Beziehung zeigte sich am ehesten bei den Schweissern (OR 2.2, 0.8-7.0), Arbeit bei Hochspannungsanlagen (1.5, 0.7-3.2), Elektrogerätetechniker (1.4) und Arbeit bei/an grossen Motoren (1.4).

Bemerkungen: Kleines Kollektiv. Keine Information über den Zeitpunkt des Interviews, bzw. die Spanne zwischen Interview und Diagnose.

Eskelinen T, Keinanen J, Salonen H, Juutilainen J.

Use of spot measurements for assessing residential ELF magnetic field exposure: a validity study.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (2): 173-176

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Kavet R, Zaffanella LE.

Contact voltage measured in residences: implications to the association between magnetic fields and childhood leukemia.

Bioelectromagnetics 2002 ; 23 (6): 464-74

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Röösli M, Rapp R, Braun-Fahrländer C.
Hochfrequente Strahlung und Gesundheit - eine Literaturanalyse.
Gesundheitswesen 2003; 65 (6): 378-392

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung des gegenwärtigen wissenschaftlichen Kenntnisstandes in der Erforschung von möglichen Gesundheitsrisiken durch hochfrequente Strahlung bei Strahlenbelastungen, denen die Bevölkerung typischerweise im täglichen Leben ausgesetzt ist.

Methode: Die Grundlage der Literaturanalyse bilden experimentelle Studien an Menschen sowie epidemiologische Untersuchungen, die Effekte von Strahlungsemittern im hochfrequenten Bereich (ca. 100 kHz bis 10 GHz) untersuchten. Die relevanten Studien wurden mittels systematischer Literaturrecherche in den Datenbanken Medline und ISI Web of Science eruiert.

Resultat: Es hat sich gezeigt, dass die wissenschaftliche Datenlage für eine abschliessende Beurteilung der Gesundheitsgefährdung im Niedrigdosisbereich zurzeit unbefriedigend ist. Langzeitstudien an Menschen in ihrer natürlichen Umgebung gibt es nur wenige. Entsprechend wenig kann über langfristige Gesundheitsrisiken ausgesagt werden. Es gibt einzelne Hinweise, dass Tumoren des Blut bildenden und lymphatischen Systems in der Umgebung von TV- und Radiosendern häufiger als erwartet auftreten. Die entsprechenden Studien sind jedoch widersprüchlich und weisen methodische Schwächen auf. Untersuchungen zum Hirntumorrisiko von Mobiltelefonbenutzern fanden bisher kein erhöhtes Risiko. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die durchschnittliche Mobiltelefonbenutzung in den untersuchten Kollektiven kürzer als die Latenzzeit von Hirntumoren war. Deshalb und aufgrund von Hinweisen in einigen Studien kann eine Assoziation zwischen langjährigem Mobiltelefongebrauch und einem erhöhten Hirntumorrisiko zurzeit nicht ausgeschlossen werden. Experimentelle Studien belegen unmittelbare Wirkungen der Hochfrequenzstrahlung, die nicht mit einem konventionellen Erwärmungsansatz erklärt werden können. Diese unmittelbaren Wirkungen liegen im Schwankungsbereich von normalen Werten und es ist schwierig, sie im Hinblick auf eine mögliche Gesundheitsgefährdung zu interpretieren. Sie zeigen jedoch, dass es noch andere biologische

Wirkungsmechanismen gibt als die etablierten thermischen Wirkungen.

Schlussfolgerung: Da die bisherigen, noch lückenhaften wissenschaftlichen Studien eine gesundheitliche Unbedenklichkeit weder ausschliessen noch positiv belegen, ist sowohl für jeden Einzelnen als auch für die Bevölkerung als Ganzes ein vorsorgeorientierter Ansatz im Umgang mit nichtionisierender Strahlung zu empfehlen.

Schüz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J.

Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study.

Int J Cancer 2001 ; 91 (5): 728-35

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: 1) Untersuchung des Zusammenhangs zwischen niederfrequenter Magnetfeldexposition über 0.2 μ T und dem Leukämierisiko von Kindern. 2) Überprüfung der Resultate einer früheren deutschen Studie, die Hinweise auf eine Assoziation mit nächtlicher Magnetfeldexposition ergeben hatte.

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden im Rahmen einer bevölkerungsbasierten Fall-Kontrollstudie in Westdeutschland rekrutiert, die unter anderem die Krebserkrankungen bei Kindern in der Umgebung von Atomkraftwerken untersuchte. An der Auswertung zur Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern nahmen nur Kinder teil, die zwischen 1992 und 1994 an einer akuten Leukämie erkrankt und zum Zeitpunkt der Diagnose nicht älter als 15 Jahre waren. Die Kontrollkinder wurden aus Bevölkerungsregistern zufällig ausgewählt und den Patienten nach Geschlecht, Geburtsdatum und Wohngemeinde zugeordnet (Häufigkeitsmatching).

Exposition: Die Magnetfeldexposition (50 Hz) wurde über 24 Stunden im Kinderzimmer unter der Matratze des Kindes und im Wohnzimmer der Familie gemessen. Zusätzlich erfolgten Kurzzeitmessungen in allen anderen Räumen. Neben dem Effektivwert der magnetischen Feldstärke wurden das arithmetische und das geometrische Mittel berechnet, ausserdem die Standardabweichung und verschiedene Perzentile der 24-Stunden-Messung (inkl. Median).

Methode: Als Indikator für die durchschnittliche Magnetfeldexposition der Kinder wurde der Median der 24-Stunden-Messung verwendet. Als exponiert galten Haushalte mit medianen Expositionen $>0.2 \mu$ T. Die Belastungskategorien lagen bei $<0.1 \mu$ T, 0.1 bis $<0.2 \mu$ T, 0.2 bis $<0.4 \mu$ T und $>0.4 \mu$ T. Die Odds Ratios wurden mittels logistischer Regression stratifiziert nach Geschlecht, Alter und Geburtsjahr berechnet und für

Unterschiede im Sozialstatuts korrigiert. In zusätzlichen Analysen wurden als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt: Wohnungswechsel, Jahreszeit zum Zeitpunkt der Messungen, Wohnungstyp und Monatseinkommen der Familie.

Resultat: Insgesamt bestand die Studienpopulation aus 847 Leukämiepatienten und 2127 Kontrollkindern. In die Analysen aufgenommen wurden 514 (60.7%) Patienten und 1301 (61.2%) Kontrollen mit vollständigen Messungen. Es zeigte sich eine Assoziation zwischen nächtlicher Magnetfeldexposition und Leukämierisiko: Für Kinder mit Medianwerten über 0.2 μT während der Nacht (22 Uhr bis 6 Uhr) ergab sich eine Odds Ratio von 3.21 (95%-CI: 1.33-7.80). In der Expositions-kategorie über 0.4 μT lag die Odds Ratio bei 5.53 (95%-CI: 1.15-26.6). Eine nächtliche mediane Magnetfeldexposition von mehr als 0.2 μT bestand bei 1.3 % der Kinder (12 Patienten und 12 Kontrollen). Die Auswertungen zur Magnetfeldexposition während des Tages ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede, die höchsten Risikoschätzer wurden aber für die oberste Expositions-kategorie berechnet. Durch Einbezug zusätzlicher Einflussfaktoren veränderten sich die Odds Ratios wenig. Die gepoolte Auswertung mit Daten aus einer früheren deutschen Leukämiestudie ergab ein signifikant erhöhtes Risiko bei Expositionen über 0.4 μT und eine Dosis-Wirkungsbeziehung für die Belastung während der Nacht (0.2 bis <0.4 μT : OR = 2.4 (95%-CI: 1.07-5.37); >0.4 μT : OR = 4.28 (95%-CI: 1.25-14.7).

Schlussfolgerung: Die Schlussfolgerungen der Autoren lauten: 1) Durchschnittliche Magnetfelddbelastungen von über 0.2 μT sind in Deutschland selten. Von einem erhöhten Leukämierisiko wäre nur ein kleiner Teil der Bevölkerung betroffen. 2) Weniger als ein Drittel der stärkeren Magnetfelder wurden durch Hochspannungsleitungen verursacht. 3) Es wurde kein alternativer Einflussfaktor gefunden, der die beobachtete Assoziation erklären könnte. 4) Die Ergebnisse unterstützen frühere Beobachtungen, sind aber nicht als Beweis für einen Zusammenhang zu interpretieren. Sie beruhen auf wenigen Personen in den exponierten Gruppen.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, war die Prävalenz der Exposition über 0.2 μT niedriger als erwartet (1.4 %, 95%-CI: 0.7-2.0 in der Kontrollgruppe) und die Teilnahmerate lag bei ungefähr 65% (Patienten und Kontrollen). Ein Selektionsbias ist nicht auszuschliessen. Zudem erfolgten die Magnetfeldmessungen mehrere Jahre nach der Rekrutierung der Patienten, also nach der ätiologisch relevanten Zeit. Daher sind Fehlklassifikationen der Exposition möglich.

Publikationen zu den früheren deutschen Leukämiestudien mit teilweise überlappenden Studienregionen und Diagnosezeiträumen: Michaelis et al., Childhood leukemia and electromagnetic fields: Results of a population-based case-control study in Germany. *Cancer Causes & Control* 1997; 8 (2), 167-174. Michaelis et al., Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia. *Epidemiology* 1998; 9 (1), 92-94.

Eine Teilauswertung der aktuellen Studie zur Bahnstromexposition (16.7 Hz) ist publiziert in Schüz et al.: Childhood acute leukaemia and residential 16.7 Hz magnetic fields in Germany. *Br J Cancer* 2001; 84 (5), 697-9 (Id.Nr. 1933).

Finanzierung: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Deutschland

Johansen C, Feychting M, Moller M, Arnsbo P, Ahlbom A, Olsen JH.
Risk of severe cardiac arrhythmia in male utility workers: a nationwide danish cohort study..
Am J Epidemiol 2002 ; 156 (9): 857-861

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bemerkungen: Zusammenfassung in Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1), 1-30. (Id.Nr. 1823, Dissertation)

Finanzierung: Association of Danish Energy Companies, Danish Cancer Society

Thompson CJ, Anderson V, Rowley JT.

Assessment of guidelines for limiting exposures to emf using methods of probabilistic risk analysis.

Health Phys 2002; 82 (4): 484-490

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Lonne-Rahm S, Andersson B, Melin L, Schultzberg M, Arnetz B, Berg M.
Provocation with stress and electricity of patients with "sensitivity to electricity".
J Occup Environ Med. 2000; 42 (5): 512-516

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

HerzKreislaufsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Hardell L, Mild KH, Pahlson A, Hallquist A.

Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumours.

Eur J Cancer Prev 2001; 10 (6): 523-529

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bemerkungen: Resultate mit Vorsicht zu interpretieren, da kleine Fallzahlen und sehr weite Konfidenzintervalle, vor allem bei den Ergebnissen zur Benutzung von Mobiltelefonen.

Finanzierung: Krebs- und Allergiefonds, Schwedischer Medizinischer Forschungsrat, Örebro Krebsfonds

Garson OM, McRobert TL, Campbell LJ, Hocking BA, Gordon I.

A chromosomal study of workers with long-term exposure to radio-frequency radiation.

The Medical Journal of Australia 1991; 155 (5): 289-292

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ouellet-Hellstrom R, Stewart WF.

Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation.

Am J Epidemiol 1993; 138 (10): 775-786

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Lin JC.

Hearing Microwaves: The Microwave Auditory Phenomenon.

IEEE Antennas and Propagation Magazine 2001; 43 (6): 166-168

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse zum Mikrowellen-Hören (elektrophysiologische Untersuchungen an Tieren und Menschen). Das Mikrowellen-Hören entsteht nicht durch eine direkte Interaktion mit den Hörnerven, sondern durch thermoelastische Wellen, die nach der Absorption von gepulster Strahlung im weichen Hingewebe entstehen.

Stenberg B, Bergdahl J, Edvardsson B, Eriksson N, Linden G, Widman L.

Medical and social prognosis for patients with perceived hypersensitivity to electricity and skin symptoms related to the use of visual display terminals..

Scand J Work Environ Health 2002; 28 (5): 349-57

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Hamblin DL, Wood AW.

Effects of mobile phone emissions on human brain activity and sleep variables.

Int J Radiat Biol 2002; 78 (8): 659-669

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der wichtigsten Studienresultate zu den Effekten der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung von GSM-Mobiltelefonen auf Hirnströme und Schlafparameter beim Menschen.

Methode: Vierzehn publizierte Studien, in denen die elektrische Aktivität des Gehirns während und/oder nach der Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung von Mobiltelefonen gemessen wurde, werden verglichen und kommentiert.

Schlussfolgerung: Das konsistenteste Ergebnis der vorliegenden Studien ist eine Erhöhung der Amplitude des Alpha-Bands im EEG im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber Mobiltelefonen. Der Vergleich der einzelnen Studien ist aber schwierig. In Bezug auf Public-Health-Belange sollte der Unterschied zwischen biologischen Effekten und Gesundheitsrisiken hervorgehoben werden. Bei den gegebenen grossen Zahlen von Mobiltelefonbenutzern über einen Zeitraum von vielen Jahren können auch kleine Effekte Konsequenzen haben. Daher sind weitere Untersuchungen mit realistischer Expositionsmessung und grösserer statistischer Power notwendig.

Cooper J, Marx B, Buhl J, Hombach V.

Determination of safety distance limits for a human near a cellular base station antenna, adopting the IEEE standard or ICNIRP guidelines.

Bioelectromagnetics 2002; 23 (6): 429-443

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Lerman Y, Jacobovich R, Green MS.

Pregnancy outcome following exposure to shortwaves among female physiotherapists in Israel.

Am J Ind Med 2001; 39 (5): 499-504

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des möglichen Zusammenhangs zwischen der Verwendung von Kurzwellen-Diathermiegeräten durch schwangere Physiotherapeutinnen und dem Auftreten von Schwangerschaftskomplikationen oder angeborenen Missbildungen.

Kollektiv: Registrierte Mitglieder der Vereinigung israelischer Physiotherapeuten. 434 Frauen mit 630 normalen Schwangerschaften und 300 pathologischen: 175 spontane Fehlgeburten, 45 Kinder mit angeborenen Missbildungen, 47 Frühgeburten, 33 Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht.

Exposition: Die Dauer der Exposition gegenüber Kurzwellen (27.12 MHz) und Ultraschall wurde auf einer Skala von 0 bis 2 eingeschätzt. 0= keine Exposition, 1= 5 bis 25 Mal pro Woche, 2= über 10 Stunden pro Woche.

Methode: Auswertung von Fragebögen und Telefoninterviews. Berechnung der Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle. Chi-Quadrat- und Fisher-Exakt-Test zur Beurteilung der statistischen Signifikanz. Multiple logistische Regressionsanalyse zur Confounder-Kontrolle. Retrospektive eingebettete Fall-Kontrollstudie. Israel. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Alter der Mutter, schweres Heben während der Schwangerschaft, Erkrankungen mit Fieber; Drogen-, Tabak- und Alkoholkonsum, Anzahl der Schwangerschaften.

Resultat: Es zeigte sich kein erhöhtes Risiko für Spontanaborte und Frühgeburten beim Gebrauch von Kurzwellen-Diathermiegeräten. Angeborene Missbildungen beim Kind waren in einer multivariaten Analyse mit dem Gebrauch von Ultraschallgeräten assoziiert, nicht aber mit der Exposition gegenüber Kurzwellenstrahlung (Ultraschall: OR=4.19, 95%CI: 1.58-11.13; Kurzwellen: OR=1.33, 95%CI: 0.68-2.75). Jedoch trat bei Exposition

gegenüber Kurzwellen signifikant häufiger ein tiefes Geburtsgewicht auf (OR=2.75, 95%CI: 1.07-7.04, p=0.03).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten eine Unterstützung frühere Berichte darüber, dass sich die berufliche Exposition gegenüber Kurzwellenstrahlung bei schwangeren Physiotherapeutinnen negativ auf den Schwangerschaftsverlauf oder die Fetalentwicklung auswirken könnte.

Bemerkungen: Interessant ist das erhöhte Risiko angeborener Missbildungen bei Ultraschall-Exposition, obschon es sich beim Ultraschall nicht um elektromagnetische Wellen handelt. In der Publikation bleibt dieses Ergebnis unkommentiert.

Floderus B, Stenlund C, Carlgren F.

Occupational exposures to high frequency electromagnetic fields in the intermediate range (>300 Hz-10 MHz).

Bioelectromagnetics 2002; 23 (8): 568-577

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Adair RK.

Biophysical limits on athermal effects of RF and microwave radiation.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (1): 39-48

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Toropainen A.

Human exposure by mobile phones in enclosed areas.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (1): 63-65

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Infante-Rivard C, Deadman JE.

Maternal occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields during pregnancy and childhood leukemia.

Epidemiology 2003; 14 (4): 437-441

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhangs zwischen der beruflichen Magnetfeldexposition schwangerer Frauen und dem Leukämierisiko ihrer Kinder.

Kollektiv: 491 Fälle: Kinder aus der Provinz Québec, bei denen im Alter von 0 bis 9 Jahren eine akute lymphoblastische Leukämie diagnostiziert wurde (Zeitraum: 1980 bis 1990).

491 Kontrollen: bevölkerungsbasierte Auswahl mit Hilfe eines staatlichen Kindergeldregisters ("family allowance files"); Matching mit den Fallkindern bezüglich Geschlecht, Wohnort und Alter zum Zeitpunkt der Diagnose.

Exposition: Extrem niederfrequente Magnetfelder ausgehend von elektrischen Geräten am Arbeitsplatz der schwangeren Frauen (extremely low frequency magnetic fields, ELF-MF). Die zeitgewichtete durchschnittliche Exposition pro Woche wurde berechnet, indem man die ELF-Magnetfeldintensität jeder Quelle mit der wöchentlichen Verwendungsdauer multiplizierte. Ausserdem wurde die Hintergrund-Befeldung am Arbeitsplatz berücksichtigt.

Zur Anwendung kamen drei verschiedene Expositionsmasse: durchschnittliche Exposition (μT) , kumulative Exposition ($\mu\text{T-Tage}$) und maximale Exposition (μT)

Methode: Telefoninterviews mit Fragebögen zur beruflichen Tätigkeit der Mutter, vor allem in den zwei Jahren vor und während der Schwangerschaft, sowie zu möglichen anderen Faktoren, die das Leukämierisiko des Kindes beeinflusst haben könnten. Statistik: Bedingte logistische Regression zur Berechnung von Odds-Ratios und Konfidenzintervallen, separate Analysen für die Gruppe aller berufstätigen Frauen (374 Fälle, 375 Kontrollen). Einflussfaktoren: Geschlecht und Alter des Kindes (=Matching-Faktoren), Alter der Mutter, Krankheiten der

Mutter während der Schwangerschaft, Anzahl der Geschwister, Berufstätigkeit der Mutter ("healthy worker effect"), Exposition gegenüber polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen; sozioökonomischer Status (wird von den Autoren als in beiden Gruppen gleich bezeichnet).

Resultat: Kinder von Müttern, die in ihrem Beruf einer höheren ELF-Magnetfeldbelastung ausgesetzt waren, hatten verglichen mit den Kindern der am wenigsten exponierten Mütter ein mässig erhöhtes Leukämierisiko. Zum Beispiel betrug die Odds-Ratio für die Gruppe mit der höchsten kumulativen Exposition ($> 47.7 \mu\text{T-Tage}$) im Vergleich zur Gruppe mit der niedrigsten Exposition 1.4 (95%CI: 0.8-2.2).

Für Kinder von Frauen mit der höchsten maximalen Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz ($> 0.4 \mu\text{T}$) ergab sich verglichen mit der am wenigsten exponierten Gruppe eine Odds-Ratio von 2.5 (95%CI: 1.2-5.0).

Zur Gruppe der am meisten exponierten Frauen gehörten Nähmaschinarbeiterinnen und Elektronikerinnen. Die Ergebnisse änderten sich nur wenig, wenn bei der Analyse ausschliesslich berufstätige Frauen aus der Studienpopulation berücksichtigt wurden.

Schlussfolgerung: Die Studienresultate unterstützen die Hypothese eines erhöhten Leukämierisikos bei Kindern, deren Mütter einen Beruf mit sehr hoher ELF-Magnetfeldexposition ausüben. Endgültige Schlüsse können erst dann gezogen werden, wenn die verwendeten Methoden zur Expositionsabschätzung von anderen Forschergruppen validiert worden sind. Es kann noch nicht beurteilt werden, ob der beobachtete Zusammenhang kausal ist.

Bemerkungen: Ein gewisser Verdünnungseffekt ist nicht ganz auszuschliessen.

McElroy JA, Newcomb PA, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Kanarek MS, Remington PL.
Endometrial cancer incidence in relation to electric blanket use.
Am J Epidemiol 2002; 156 (3): 262-7

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Sahl J, Mezei G, Kavet R, McMillan A, Silvers A, Sastre A, Kheifets L.

Occupational magnetic field exposure and cardiovascular mortality in a cohort of electric utility workers.

Am J Epidemiol 2002; 156 (10): 913-8

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herzkreislaufsystem

Sterblichkeit (allgemein)

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Sterblichkeit an akutem Herzinfarkt oder chronischer koronarer Herzkrankheit bei Mitarbeitern eines Energieversorgungskonzerns.

Kollektiv: Kohorte von 35391 männlichen Angestellten der "Southern California Edison Company" zwischen 1960 und 1992. Während dieser Zeit starben 407 Männer an akutem Herzinfarkt und 369 an chronischer koronarer Herzkrankheit. Ausserdem waren 304 Todesfälle in Folge von Lungenkrebs und 93 auf Grund einer chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung (COPD) zu verzeichnen.

Exposition: Schätzung der kumulativen 60Hz-Magnetfeldexposition jedes Studienteilnehmers anhand von Messungen (EMDEX-II), mit Hilfe eines Klassifikationssystems und auf Grund seiner beruflichen Laufbahn (Dauer der Tätigkeit in einer Position mit hoher Magnetfeldbelastung).

Methode: Unterteilung nach Mikrottesla-Jahren in fünf Expositionskategorien, Vergleich mit der Referenzkategorie (<30. Perzentile). Ausserdem wurden verschiedene Zeitperioden getrennt analysiert. Zur Schätzung der relativen Risiken (rate ratios) kamen Poisson-Regressionsmodelle zur Anwendung. Einflussfaktoren: Alter, Beobachtungsperiode, sozioökonomischer Status, ethnische Zugehörigkeit, Berufstätigkeit/Rente. Nicht kontrollierte Variable: Rauchgewohnheiten.

Resultat: Insgesamt ergab sich kein konsistenter Zusammenhang zwischen kumulativer Magnetfeldexposition und Sterblichkeit an Herzinfarkt oder chronischer koronarer Herzkrankheit (relatives Risiko pro Mikrottesla-Jahr: 1.01 (95%CI: 0.99-1.02) resp. 1.00 (95%CI: 0.99-1.02)).

Die Analyse der kumulativen Exposition als kategorielle Variable erbrachte für einige der mittleren

Expositionsklassen erhöhte kardiovaskuläre Sterberisiken, nicht aber für die am meisten exponierten Gruppen.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse weisen nicht auf einen Anstieg des Herz-Kreislauf-Sterberisikos im Zusammenhang mit der Magnetfeldexposition hin. Für den akuten Herzinfarkt stehen sie damit im Widerspruch zu Resultaten früherer Studien, für die chronische koronare Herzkrankheit stimmen sie mit früheren Ergebnissen überein.

Bemerkungen: Es wird keine Angabe zur Gesamtzahl aller Todesfälle in der Kohorte während des Beobachtungszeitraums gemacht (andere Todesursachen als Herzinfarkt, koronare Herzkrankheit, Lungenkrebs, COPD).

Personen, die nicht in den Sterberegistern verzeichnet waren, wurden automatisch als noch lebend eingestuft. Dies erscheint etwas fraglich, da der Eintrag auch aus anderen Gründen nicht erfolgt sein könnte (Wegzug usw.). Die Studie wurde von der Elektroindustrie finanziell unterstützt.

Finanzierung: Electric Power Research Institute, Pacific Gas and Electric Company, Southern California Edison Company

Leitgeb N, Schröttner J.

Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (6): 387-94

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Elektrosensibilität in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe. Charakterisierung der Elektrosensibilität durch Wahrnehmungsschwellen und ihre Standardabweichung. Zu unterscheiden ist zwischen "Elektrosensibilität", also der Fähigkeit, elektromagnetische Strahlung wahrzunehmen, und "elektromagnetischer Hypersensitivität", der Entwicklung gesundheitlicher Symptome aufgrund von elektromagnetischen Feldern in der Umgebung.

Kollektiv: Aus 200 zufällig ausgewählten Haushalten in Österreich (Antwortrate 70%) wurden nach dem Zufallsprinzip 905 Personen rekrutiert. Die vorliegende Analyse beschränkt sich auf 708 Erwachsene zwischen 17 und 60 Jahren, davon 349 Männer und 359 Frauen.

Exposition: Mit einem speziell entwickelten Stimulator wurden am Unterarm der Versuchspersonen über EKG-Klebe-Elektroden niederfrequente Ströme (50 Hz) appliziert. Die Stromstärke wurde so lange linear gesteigert, bis die Probanden den Strom wahrnahmen und auf einen Stoppschalter drückten.

Die Versuche erfolgten in der häuslichen Umgebung der Probanden.

Methode: Experimentelle Studie mit doppelblinder Versuchsanordnung. Statistische Analyse der Wahrnehmungsschwellen und ihrer Standardabweichungen mittels Kolmogorov-Smirnov-Test. Berechnung des Korrelationskoeffizienten der kumulativen Häufigkeitsverteilung. Einflussfaktoren: Kooperation und Zuverlässigkeit der Probanden.

Resultat: Die Analyse der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Wahrnehmungsschwelle für 50-Hz-Ströme ergab Hinweise darauf, dass es Personen gibt, die eine signifikant erhöhte Elektrosensibilität besitzen. Die Null-Hypothese einer Normalverteilung wurde mit einer Signifikanz von $P < 0.001$ für Männer und Frauen widerlegt.

Dagegen konnte die Annahme einer Log-Normal-Verteilung nicht widerlegt werden ($P=0.476$ für Männer, $P=0.18$ für Frauen).

Die Daten erlauben eine Klassifizierung der Probanden hinsichtlich ihrer Elektrosensibilität; von "nichtsensibel" bis "hypersensibel". Bei Frauen lagen die Wahrnehmungsschwellen generell niedriger als bei Männern (Faktor 0.77).

Keine Versuchsperson, die als hypersensibel identifiziert wurde, litt im Alltag unter gesundheitlichen Beschwerden bei EMF-Exposition.

Schlussfolgerung: Eine gesteigerte Elektrosensibilität ist eine notwendige, aber nicht ausreichende Bedingung für die elektromagnetische Hypersensitivität. Mit der vorgestellten Methode kann eine gesteigerte Elektrosensibilität nachgewiesen oder ausgeschlossen werden. Die vorliegenden Daten zeigen, dass die Variabilität der Elektrosensibilität in der Bevölkerung grösser ist als bisher von den Strahlenschutz-Organisationen vermutet wurde. Sie ist jedoch kleiner als von Selbsthilfegruppen für Elektrosensible angenommen. Die Resultate beweisen nicht, dass elektrische und magnetische Felder in der Umwelt gesundheitliche Symptome verursachen.

Bemerkungen: Es ist noch unklar, ob die Ergebnisse dieser Studie auch auf Elektrosensibilität gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (wie z.B. beim Mobilfunk) übertragbar sind. Der Umgang mit Werten, die stärker von der zugrundeliegenden statistischen Verteilung abweichen als erwartet, bleibt unklar (Problem der Overdispersion).

Infante-Rivard C, Mur P, Armstrong B, Alvarez-Dardet C, Bolumar F.

Acute lymphoblastic leukaemia among Spanish children and mothers' occupation: a case-control study.

J Epidemiol Community Health 1991; 45 (1): 11-5

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Methode:

Charles LE, Loomis D, Shy CM, Newman B, Millikan R, Nylander-French LA, Couper D.
Electromagnetic fields, polychlorinated biphenyls, and prostate cancer mortality in electric utility workers.
Am J Epidemiol 2003; 157 (8): 683-91

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Tumoren: weitere

Exposition:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Langzeit	Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation des Zusammenhangs zwischen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) und/oder gegenüber polychlorierten Biphenylen (PCB) und der Prostatakrebs-Sterblichkeit bei Mitarbeitern von Stromversorgungsfirmen.

Kollektiv: Kohorte aus 138 905 Angestellten und Arbeitern von fünf grossen nordamerikanischen Energieversorgern zwischen 1950 und 1986. Untersucht wurden 387 Fälle, die laut Totenschein an den Folgen eines Prostatakarzinoms gestorben waren. Pro Fall wurden aus derselben Kohorte fünf Kontrollen zufällig ausgewählt und altersgematcht. Dabei verwendete man 129 Kontrollbeobachtungen jeweils für mehrere Fälle (insgesamt 1935 Kontrollen).

Exposition: Berechnung der kumulativen EMF-Exposition in Mikrotesla-Jahren mittels "job exposure matrix"; Durchführung individueller Messungen. Schätzung der kumulativen PCB-Exposition in Stunden (keine Messungen).

Methode: Eingebettete Fall-Kontrollstudie. Statistik: bedingte logistische Regression und multivariate Analysen. Einflussfaktoren: Sonnenlichtexposition, körperliche Aktivität, ethnische Zugehörigkeit (weiss/nicht-weiss), sozioökonomischer Status, Berufstätigkeit/Berentung, Schichtarbeit, kombinierte Exposition; nicht kontrollierte Variablen: Ernährungs- und Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsum

Resultat: Hinsichtlich EMF-Belastung fand sich in der am stärksten exponierten Gruppe (n=47) ein zweifach erhöhtes Risiko, an Prostatakrebs zu sterben (kumulative Exposition ≥ 4.4 Mikrotesla-Jahre: Odds-Ratio 2.02,

95%CI 1.34-3.04).

Es zeigte sich keine statistisch signifikante Assoziation zwischen PCB-Exposition und Prostatakrebs-Sterblichkeit (kumulative Exposition ≥ 2821.4 Stunden, $n=48$: Odds-Ratio 1.47, 95%CI: 0.97-2.24).

Hinweise auf einen Synergieeffekt der beiden Expositionen wurden nicht gefunden: Personen mit hoher EMF- und hoher PCB-Belastung hatten niedrigere Prostatakrebs-Risiken als Studienteilnehmer mit lediglich einer Exposition. Allerdings war die Anzahl der Studienteilnehmer mit hoher Belastung gegenüber PCB und EMF klein und die Konfidenzintervalle daher weit.

Als unabhängiger Risikofaktor für die Prostatakrebs-Mortalität erwies sich die ethnische Zugehörigkeit: Odds-Ratio für "Nicht-Weisse" vs. "Weisse": 3.69 (95%CI 2.69-5.05).

Schlussfolgerung: Die Studienergebnisse sprechen für eine Assoziation zwischen Prostatakrebs-Sterblichkeit und hoher EMF-Exposition am Arbeitsplatz. Sehr wenig Evidenz ergab sich für einen Zusammenhang zwischen beruflicher PCB-Exposition und Prostatakrebs-Sterblichkeit.

Da die Resultate der bisher existierenden Studien zu EMF-Exposition und Prostatakrebs-Risiko inkonsistent sind, sollten weitere Untersuchungen folgen.

Bemerkungen: Die wiederholte Verwendung der 129 Kontrollpersonen für jeweils bis zu vier verschiedene Fälle ist ungewöhnlich. Dazu kommt, dass 32 Fälle vorher bereits als Kontrollen gedient hatten (Verwässerung der Ergebnisse?).

Finanzierung: Electric Power Research Institute, National Cancer Institute, University of North Carolina

Hakansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B.

Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields.

Epidemiology 2003; 14 (4): 420-6

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Stromleitungen		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Evaluation des Zusammenhangs zwischen der Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern (ELF-MF) und der Sterblichkeit an neurodegenerativen Erkrankungen.

Kollektiv: 537 692 Männer und 180 529 Frauen, die zwischen 1985 und 1996 in Schweden in Industriezweigen arbeiteten, in denen eine ELF-MF-Exposition häufig ist, insbesondere Widerstandsschweisser. Die Informationen zur Berufstätigkeiten stammten aus Volkszählungen in den Jahren 1980, 1985 und 1990. 50% der Teilnehmer waren unter 35 Jahre alt

Exposition: Die Expositionsklassifikation erfolgte mit Hilfe einer Berufsexpositionsmatrix, die auf Messungen in den 100 häufigsten Berufen schwedischer Männer beruhte. Als Expositionsmass wurde das geometrische Mittel der durchschnittlichen Arbeitstagsmittelwerte benutzt. Anhand der vier Quartile der Expositionsverteilung wurden die Studienteilnehmer in vier Belastungsklassen unterteilt: $<0.1636 \mu\text{T}$ (niedrig), $0.1637\text{-}0.2500 \mu\text{T}$ (mittel), $0.2501\text{-}0.5300 \mu\text{T}$ (hoch) und $>0.5301 \mu\text{T}$ (sehr hoch). Ungefähr 75% der Personen in der obersten Expositions-kategorie waren Schweisser. Zusätzlich wurden drei Berufsgruppen berücksichtigt, in denen mehr Frauen arbeiteten: "Hausangestellte" (niedrige MF-Exposition), "Büroangestellte mit Computertätigkeit" und "andere Näharbeiten" (beide hohe Exposition).

Methode: Die Daten stammten aus den Volkszählungen von 1980, 1985 und 1990 und aus dem schwedischen Todesursachen-Register von 1985 bis 1996. Ausgewertet wurde die Haupttodesursache sowie eine Kombination aus Hauptursache und begleitender Todesursache. Die relativen Risiken wurden mittels Cox-Regression berechnet, als Referenz diente die Teilnehmergruppe mit der niedrigsten beruflichen Magnetfeldbelastung. Einflussfaktoren: Alter, sozioökonomischer Status.

Resultat: Insgesamt verstarben im Beobachtungszeitraum 16 661 Männer und 29 48 Frauen an neurologischen Krankheiten. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und der Gesamtmortalität. Bei der krankheitsspezifischen Analyse ergab sich in der höchsten Expositionsklasse ein gesteigertes Sterberisiko für Alzheimer-Demenz (RR=4.04, 95%-CI: 1.40-11.66) und für amyotrophe Lateralsklerose (RR=2.16, 95%-CI: 1.01-4.66), wenn neben der Haupttodesursache auch die Begleittodesursache berücksichtigt wurde. Bei ausschliesslicher Berücksichtigung der Haupttodesursache betrug das Alzheimer-Sterberisiko 0.90 (95%-CI: 0.10-8.57), für amyotrophe Lateralsklerose 2.19 (95%-CI: 0.99-4.87). Für beide Krankheiten ergaben sich Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. In Bezug auf Morbus Parkinson und Multiple Sklerose wurde keine Risikozunahme beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten eine Bestätigung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und dem Risiko, an Alzheimer oder amyotropher Lateralsklerose zu erkranken.

Bemerkungen: Die Sterberisiken sind für die amyotrophe Lateralsklerose (n=97) über die verschiedenen Gruppen und Auswertungen hinweg konsistenter als für die Alzheimer-Demenz (n=40). Ein kritischer Punkt ist die Zuverlässigkeit der diagnostischen Angaben im Todesursachenregister. Es wurden zahlreiche Analysen durchgeführt, so dass mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen ist. Eine Korrektur für andere Risikofaktoren und Expositionen, die zur Entstehung neurodegenerativer Krankheiten beitragen könnten, wurde nicht vorgenommen.

In der gleichen Ausgabe von "Epidemiology" ist eine ähnliche Studie von Feychting et al. erschienen: Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease. Epidemiology 2003; 14 (4), 413-9. Kommentare der Autoren zu beiden Studien finden sich auf S.427f. Der Hauptunterschied zwischen den Studien ist, dass bei Hakansson et al. gezielt Personen in Berufen mit hoher Magnetfeldbelastung untersucht wurden, während Feychting et al. die gesamte arbeitende Bevölkerung berücksichtigten. Beide Studien zeigten einen Zusammenhang zwischen Exposition und Alzheimer-Risiko. Die Untersuchung von Feychting et al. ergab aber keinen Risikoanstieg hinsichtlich amyotropher Lateralsklerose.

Finanzierung: ELFORSK Sweden

Hakansson N, Gustavsson P, Sastre A, Floderus B.

Occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and mortality from cardiovascular disease.

Am J Epidemiol 2003; 158 (6): 534-42

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Sterblichkeit (allgemein)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Feychting M, Jonsson F, Pedersen NL, Ahlbom A.

Occupational magnetic field exposure and neurodegenerative disease.

Epidemiology 2003; 14 (4): 413-9

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen niederfrequenter EMF-Exposition im Beruf und dem Risiko einer neurodegenerativen Erkrankung.

Kollektiv: Alle Personen, die in der schwedischen Volkszählung von 1980 erfasst und entweder 1970 oder 1980 beruflich aktiv waren: 2 649 300 Männer und 2 163 346 Frauen. Die Studienteilnehmer wurden bis zum 31.12.1995 beobachtet oder bis zu ihrem Tod, wenn sie vor diesem Stichtag starben.

Exposition: Es wurde eine Berufsexpositionsmatrix aus einer früheren Fall-Kontrollstudie verwendet. Die Stärke der EMF-Belastung in jedem Beruf wurde als geometrischer Mittelwert des arithmetischen Durchschnitts der Arbeitstagmessungen berechnet (in μT). Berücksichtigt wurde in erster Linie die Art der Berufstätigkeit im Jahr 1970, aber auch diejenige von 1980 und eine kombinierte Expositionabschätzung aus beiden Zeitpunkten. Die Einteilung der EMF-Belastung erfolgte a priori und umfasste vier Kategorien: $\leq 0.11 \mu\text{T}$, $0.12-0.19 \mu\text{T}$, $0.20-0.29 \mu\text{T}$, $\geq 0.30 \mu\text{T}$, $\geq 0.5 \mu\text{T}$.

Methode: Identifiziert wurden alle Todesfälle, bei denen im schwedischen Todesursachenregister eine neurodegenerative Erkrankung als zugrundeliegende oder begleitende Todesursache verzeichnet war. Die Schätzung des statistischen Zusammenhangs zwischen EMF-Exposition und Sterberisiko erfolgte mittels Cox-proportional-Hazard-Modell. Alle relativen Risiken wurden für die Einflussfaktoren Alter und sozioökonomischer Status korrigiert. Weitere Faktoren waren: Geschlecht, Häufigkeit von Stromschlägen am Arbeitsplatz.

Resultat: Für Männer, die sowohl 1970 als auch 1980 einen Beruf mit einer Magnetfeldbelastung von $\geq 0.5 \mu\text{T}$

ausgeübt hatten, ergab sich ein ungefähr zweifach erhöhtes relatives Risiko, an Alzheimer-Demenz zu sterben: $RR=2.3$ (95%-CI: 1.6-3.3). Das relative Sterberisiko für amyotrophe Lateralsklerose nahm weder bei Männern, noch bei Frauen mit steigender Magnetfeldbelastung zu. Auch in Bezug auf andere neurodegenerative Erkrankungen wie Morbus Parkinson, Multiple Sklerose und verschiedene Nicht-Alzheimer-Demenzen zeigte sich kein Anstieg des Sterberisikos. Die separate Analyse einzelner Berufsgruppen ergab für Lokomotivführer die höchste Magnetfeldexposition ($4.03 \mu T$) und ein gesteigertes Alzheimer-Sterberisiko von 2.7 (95%-CI: 1.6-4.5). Bei den Schweißern zeigte sich eine Zunahme des Sterberisikos in Bezug auf Alzheimer (Follow-up bis 1990: $RR=2.6$, 95%-CI: 1.2-6.0) und in Bezug auf amyotrophe Lateralsklerose ($RR=1.6$, 95%-CI: 1.1-2.4). Für die Berufsgruppe der Elektriker und Elektroniker ergab sich ein ALS-Risiko von 1.4 (95%-CI: 1.1-1.9).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen eine Unterstützung der Hypothese, dass die berufliche EMF-Exposition das Risiko einer relativ früh beginnenden Alzheimererkrankung erhöht. Zwischen der amyotrophen Lateralsklerose (ALS) und der Magnetfeldbelastung am Arbeitsplatz wurde keine Assoziation beobachtet. In einigen Elektroberufen ergaben sich Hinweise auf ein erhöhtes ALS-Risiko. Der Zusammenhang zeigte sich nicht in erster Linie bei Elektrikern, die am ehesten elektrischen Schlägen ausgesetzt sind.

Bemerkungen: Es wurde nur das Sterberisiko, nicht das Erkrankungsrisiko untersucht. Die Zuverlässigkeit der Erfassung von neurodegenerativen Erkrankungen auf Todesscheinen ist fraglich. Demenzen sind oft nicht die Todesursache, und die Alzheimerdemenz kann strenggenommen nur mittels Autopsie diagnostiziert werden. Das Risiko elektrischer Schläge konnte in den Analysen nicht berücksichtigt werden, da keine individuellen Daten dazu vorlagen. In der gleichen Ausgabe von "Epidemiology" erschien eine ähnliche Studie von Hakansson et al.: Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. Epidemiology 2003; 14 (4), 420-6. Kommentare der Autoren zu beiden Studien finden sich auf S. 427f. Der Hauptunterschied zwischen den Studien ist, dass bei Hakansson et al. gezielt Personen in Berufen mit hoher Magnetfeldbelastung untersucht wurden, während Feychting et al. die gesamte arbeitende Bevölkerung berücksichtigten. Dadurch überschneiden sich die Kollektive. Beide Studien zeigten einen Zusammenhang zwischen Exposition und Alzheimer-Risiko. Die Untersuchung von Feychting et al. ergab keinen Risikoanstieg hinsichtlich amyotropher Lateralsklerose, die von Hakansson et al. beobachtete eine Assoziation.

Finanzierung: Swedish Council for Working Life and Social Research

Kabat GC, O'Leary ES, Schoenfeld ER, Greene JM, Grimson R, Henderson K, Kaune WT, Gammon MD, Britton JA, Teitelbaum SL, Neugut AI, Leske MC.

Electric blanket use and breast cancer on Long Island.

Epidemiology 2003; 14 (5): 514-20

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

O'Leary ES, Schoenfeld ER, Henderson K, Grimson R, Kabat GC, Kaune WT, Gammon MD, Leske MC.
Wire coding in the EMF and Breast Cancer on Long Island Study: relationship to magnetic fields.
J Expo Anal Environ Epidemiol 2003; 13 (4): 283-93

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Hossmann KA, Hermann DM.

Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (1): 49-62

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studienresultate zu möglichen Effekten der elektromagnetischen Strahlung von Mobiltelefonen auf das Zentralnervensystem. Aktualisierung einer früheren Review der Autoren (Hermann D. M. und Hossmann K. A.: Neurological effects of microwave exposure related to mobile communication, Journal of the Neurological Sciences 1997: 152 (1), 1-14).

Exposition: Elektromagnetische Strahlung im Hochfrequenz- und im extrem niederfrequenten Bereich, wie sie beim Mobilfunk entsteht (Pulsung des Trägersignals im GSM-Standard: 217 Hz).

Methode: Darstellung und Bewertung der Hauptresultate experimenteller Arbeiten (an Mensch und Tier) sowie epidemiologischer Studien zu elektrophysiologischen, biochemischen, morphologischen und neuropathologischen Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf das Gehirn. Zielparameter: elektrische Aktivität und Energiestoffwechsel der Nervenzellen, Neurotransmitter-Gleichgewicht, Melatoninsekretion, genetische Veränderungen, Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke, kognitive Funktionen, Schlaf, Entstehung von Hirntumoren und anderen neurologischen Erkrankungen.

Resultat: Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es wenig Evidenz dafür, dass die Exposition gegenüber gepulster oder kontinuierlicher Mobilfunkstrahlung die funktionelle oder strukturelle Integrität des Gehirns beeinflusst. Die meisten Befunde unter experimentellen Bedingungen könnten auf thermische Effekte zurückzuführen sein. Beim regulären Gebrauch von Mobiltelefonen ist das Auftreten solcher Effekte auf Grund der niedrigen Strahlungsintensität und der physiologischen Kompensationsmechanismen unwahrscheinlich. Weder in experimentellen noch in klinischen Studien zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung und der Entstehung oder dem Wachstum von Hirntumoren.

Schlussfolgerung: Da die direkten Effekte auf das Zentralnervensystem durch Mobilfunkstrahlung im nichtthermischen Bereich klein zu sein scheinen, sollte in zukünftigen Untersuchungen mehr Gewicht auf die indirekten Gesundheitsrisiken gelegt werden. Dazu gehört das erhöhte Unfallrisiko im Strassenverkehr durch das Telefonieren am Steuer eines Fahrzeugs und die Stressreaktionen bei Personen, die durch rücksichtslosen Gebrauch von Mobiltelefonen gestört werden.

Bemerkungen: Die Effekte auf die EEG-Aktivität, die in einigen Studien gefunden wurden, werden in den Schlussfolgerungen nicht mehr erwähnt. Der Vergleich von Mobilfunkstrahlung und ionisierender Strahlung hinsichtlich des Hirntumorrisikos erscheint u.a. wegen der kurzen Beobachtungszeit zur Mobilfunkstrahlung und der langen Latenzzeit bei der Entstehung von Hirntumoren problematisch.

Hansson Mild K, Hardell L, Kundi M, Mattsson MO.

Mobile telephones and cancer: Is there really no evidence of an association? (Review).

Int J Mol Med 2003; 12 (1): 67-72

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Methode: Kritische Auseinandersetzung mit einer Übersichtsarbeit der Swedish Radiation Protection Authority (SSI) zum Thema Mobiltelefonexposition und Tumorrisiko (Boice et al., Epidemiologic studies of cellular telephones and cancer risk - a review, Swedish Radiation Protection Authority Report 2002, www.ssi.se).

Resultat: Der SSI-Bericht 2002 hat die Studien in den Vordergrund gestellt, die keine Assoziation zwischen der Mobiltelefonexposition und dem Tumorrisiko ergeben haben. Bei Betrachtung aller epidemiologischen und experimentellen Studien sowie ihrer methodischen Mängel kann man aber auch zu dem Schluss kommen, dass ein Kausalzusammenhang zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden kann.

Haarala C, Bjornberg L, Ek M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hamalainen H.

Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (4): 283-8

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation und Erweiterung der Studie von M. Koivisto et al.: Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. NeuroReport 2000: 11 (2), 413-415.

Kollektiv: In zwei unabhängigen Labors in Finnland bzw. Schweden wurden jeweils 32 gesunde Probanden (16 Männer und 16 Frauen) im Alter von 20 bis 42 Jahren untersucht. Das Durchschnittsalter in der finnischen Untersuchungsgruppe lag bei 24.19, in der schwedischen bei 29.34 Jahren.

Exposition: Analog zur üblichen Gebrauchsposition wurde an der linken Kopfseite der Testperson ein GSM-Mobiltelefon angebracht. Die Antenne befand sich ungefähr 4 cm von der Schädeloberfläche entfernt über dem hinteren Teil der linken Hirnhemisphäre. Frequenz: 902 MHz, Durchschnittsleistung 0.25 W, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite: 577 µs. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) wurde mit einem dosimetrischen Untersuchungssystem (SPEAG) gemessen und betrug über 1 g gemittelt 0.88 W/kg mit einem Spitzenwert von 1.2 W/kg. Die durchschnittliche Expositionsdauer lag pro Versuchstag bei 65 Minuten. Die EEG-Aufzeichnung erfolgte mittels Elektrodenhaube.

Methode: Die Probanden absolvierten neun verschiedene Aufgaben zur Testung der Reaktionszeit (Software: CogniSpeed) und drei Aufmerksamkeitstests. Alle Teilnehmer lösten die Aufgaben im Abstand von 24 +/- 1 Stunden zweimal, einmal bei Exposition gegenüber einem Mobiltelefon und einmal bei Scheinexposition. Weder die Probanden noch die Versuchsleiter kannten den jeweiligen Expositionsstatus (Doppelblinddesign). Die Durchführung der Tests dauerte 70 bis 75 Minuten. Die statistischen Analysen erfolgten mittels SPSS-Software. Bei der Auswertung der Reaktionszeiten wurden nur richtig beantwortete Aufgaben berücksichtigt und eine multivariate Varianzanalyse für wiederholte Messungen durchgeführt. Zur Abschätzung des Expositionseffekts bei jedem einzelnen Test dienten paarweise durchgeführte Varianzanalysen für wiederholte Messungen.

Einflussfaktoren: Expositionstatus, Reihenfolge der Expositionssituationen, 13 verschiedene Aufgaben, Ort des Labors.

Resultat: Die multivariate Varianzanalyse ergab weder zwischen den beiden EMF-Expositionssituationen (ON bzw. OFF) noch zwischen den beiden Labors signifikante Unterschiede hinsichtlich der Reaktionszeiten der Probanden. Auch in den paarweise durchgeführten Varianzanalysen für die einzelnen Aufgaben waren die Reaktionszeiten nicht signifikant verschieden.

Hinsichtlich der Korrektheit der Antworten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Expositionssituationen und Laborstandorten. In der einfach verblindeten Studie von Koivisto et al. 2000 hatten sich bei Mobiltelefonexposition in fast allen Tests kürzere Reaktionszeiten gezeigt.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse weisen entweder darauf hin, dass die Exposition gegenüber einem GSM-Mobiltelefon keinen Einfluss auf die Reaktionszeit und die Korrektheit der Antworten hat, oder sie bedeuten, dass der EMF-Effekt so klein ist, dass er auf Verhaltensniveau nur gelegentlich entdeckt werden kann. Für die zweite Schlussfolgerung spricht, dass alle statistisch signifikanten Ergebnisse früherer Studien bei EMF-Exposition auf eine Verkürzung der Reaktionszeit hindeuteten. Die intra- und interindividuelle Variabilität in der Leistung der Testpersonen ist grösser als mögliche EMF-Effekte. Da in der Studie nur die unmittelbaren Auswirkungen der Exposition untersucht wurden, lassen sich keine Rückschlüsse auf verzögerte Effekte oder Gesundheitsrisiken ableiten.

Bemerkungen: Frühere Studien hatten ziemlich konsistent auf eine Verkürzung der Reaktionszeiten bei Mobiltelefonexposition hingewiesen. Dieser Befund konnte hier nicht repliziert werden.

Finanzierung: University of Turku; Finnish National Technology Agency; Nokia Corporation; Sonera Corporation; Elisa Communications Corporation; Benefon Oyi; Finnish 2G

Huber R, Schuderer J, Graf T, Jutz K, Borbely AA, Kuster N, Achermann P.

Radio frequency electromagnetic field exposure in humans: Estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (4): 262-76

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Herz-Kreislaufsystem
Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität
Land:
Zentralnervensystem
Europa

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Erweiterte Analyse der Daten von zwei früheren Studien zu den Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das EEG und Herz-/Kreislaufparameter (Borbely 1999, Huber 2000) .

Methode: Im ersten Experiment (Borbely 1999) wurden 24 Männer während der ganzen Nacht einem Feld ausgesetzt, das dem einer Mobilfunkbasisstation ähnlich war. Dabei war das Feld abwechselungsweise je 15 Minuten ein- und ausgeschaltet. Mit drei Lambda/2-Dipolantennen wurde im Kopfbereich der Probanden ein homogenes Feld erzeugt, dessen Stärke einen maximalen lokalen SAR₁₀-Wert von 1 W/kg erreichte. Während der ganzen Nacht wurde das EKG registriert und die Blutdruckintervalle und Pulsrate pro 20 Sekunden bestimmt. Im zweiten Experiment (Huber 2000) wurden 16 Männer zweimal vor einem dreistündigen Schlaf während 30 Minuten einem gleich starken Feld wie im ersten Experiment ausgesetzt, wobei aber einseitig einmal die rechte und einmal die linke Hemisphäre belastet wurde, das dritte Mal erfolgte eine Scheinexposition. Hier wurde das EKG bereits während der Exposition in der Wachphase registriert. Zusätzlich wurden in beiden Experimenten mittels EEG die Hirnströme aufgezeichnet.

Resultat: In beiden Experimenten war die Amplitude des Schlaf-EEGs im Bereich von 7 bis 14 Hz (Alpha-Band) in der ersten Nicht-REM-Phase signifikant erhöht. Trotz unterschiedlicher Expositionsanordnung fanden sich keine topographischen Unterschiede in der EEG-Reaktion (alle Ableitungen gleichmässig betroffen). Bei EMF-Exposition vor dem Schlaf hielten die EEG-Veränderungen noch mindestens 15 Minuten lang an. Beim EEG im Wachzustand zeigten sich keine konsistenten Expositionseffekte.

Die Pulsrate wurde während der Exposition im Schlaf (erstes Experiment) nicht beeinflusst. Dagegen änderte sich die Herzfrequenzvariabilität: Die Spektralanalyse der R-R-Intervalle ergab beim Einschlafen eine Powerabnahme im Bereich von 0.1 bis 0.11 Hz und eine Zunahme im Bereich von 0.29 bis 0.31 Hz während der ersten drei Nicht-REM-Phasen des Schlafs. Während der dreissigminütigen Exposition im Wachzustand (zweites

Experiment) zeigten sich auch keine Pulsunterschiede zwischen der Scheinexposition und den beiden unilateralen Expositionen. Hingegen war der Puls erniedrigt in der Phase zwischen dem Lichterlöschen und dem Einschlafen, in der Aufwachphase und im Schlafstadium 1 während des ganzen Schlafes. Auch in diesem Experiment war die Herzfrequenzvariabilität im Hochfrequenzbereich erhöht.

Schlussfolgerung: Die Symmetrie der Expositionseffekte auf das Schlaf-EEG, unabhängig davon, ob die Exposition ein- oder zweiseitig erfolgte, könnte darauf hinweisen, dass subkortikale Regionen mit bilateralen Projektionen zur Grosshirnrinde an den Veränderungen beteiligt sind.

Die Autoren weisen daraufhin, dass gewisse Veränderungen des Schlaf-EEGs und der Herzfrequenzvariabilität miteinander in Beziehungen stehen könnten. Über Wirkungspfade oder -mechanismen kann aber noch nicht spekuliert werden.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation; Human Frontiers Science Program; Swisscom; Swiss Federal Office of Public Health; Research Cooperation Sustainable Mobile Communications

Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR.

Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones.

Environ Health Perspect 2003; 111 (7): 881-3

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob eine pathologische Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke für Albumin und andere Substanzen zu einer Schädigung von Nervenzellen im Gehirn führt.

Kollektiv: 32 weibliche und männliche Ratten (Fischer 344), 12 bis 26 Wochen alt.

Exposition: Die Ratten wurden in vier Gruppen mit jeweils acht Tieren unterteilt. Drei Gruppen wurden mithilfe von TEM-Zellen (transverse electromagnetic transmission line chamber) zwei Stunden lang elektromagnetischen Feldern eines GSM-Mobiltelefons (915 MHz) mit unterschiedlicher Sendeleistung ausgesetzt, die vierte diente als Kontrollgruppe. Die maximale Leistungsflussdichte, gegenüber der die Ratten exponiert waren, betrug je nach Versuchsgruppe 0.24 W/m², 2.4 W/m² oder 24 W/m². Daraus abgeleitet wurden durchschnittliche Ganzkörper-SAR-Werte von 2 mW/kg, 20 mW/kg und 200 mW/kg.

Methode: Nach der Exposition wurden die Ratten ungefähr 50 Tage lang bezüglich neurologischer Symptome und Verhaltensauffälligkeiten beobachtet und dann getötet. In den histologischen Hirngewebsschnitten wurde die Verteilung des Albumins mittels Applikation von Albuminantikörpern untersucht (zum Nachweis einer abnormen Verteilung im Sinne eines Extravasats). Ausserdem wurde die Nukleinsäure in den Zellen (RNA/DNA) mit Kresylviolett angefärbt.

Das Vorkommen von "dunklen Nervenzellen" wurde durch Neuropathologen semiquantitativ beurteilt (0=keine oder vereinzelte dunkle Neurone, 1=mässiges Vorkommen, 2=reichliches Auftreten). Die histologische Beurteilung erfolgte ohne Kenntnis des Expositionsstatus.

Die Verteilung des Punktscores in den vier Expositionsgruppen wurde mittels Ein-Weg-Rangvarianzanalyse nach Kruskal-Wallis getestet. Wenn die Nullhypothese verworfen werden konnte, erfolgte der Vergleich zwischen der Kontrollgruppe und jeder Expositionsbedingung mit dem nichtparametrischen Mann-Whitney-Test für

unabhängige Stichproben.

Resultat: Die exponierten Tiere wiesen im Allgemeinen mehr albuminpositive Herde auf als die Ratten in der Kontrollgruppe. Die albuminpositiven Regionen waren um kleinere Blutgefässe herum in der grauen und weissen Substanz des Gehirns angeordnet. Bei den Kontrolltieren bestanden zusätzlich zur normalen diffusen Albuminanfärbung im Bereich des Hypothalamus entweder keine oder gelegentliche, oft fragliche Positivreaktionen.

In der exponierten Gruppe zeigte die Kresylviolett-Färbung vereinzelte und gruppierte dunkle Neurone, die oft geschrumpft waren und deren interne Zellstrukturen nicht mehr erkennbar waren. Der maximale Anteil abnormer Neurone betrug schätzungsweise 2%, in einigen Hirnregionen dominierten sie das histologische Bild. Veränderte Nervenzellen waren in allen Lokalisationen zu finden, besonders aber in der Grosshirnrinde (Kortex), im Hippocampus und in den Basalganglien. Es bestand eine signifikante positive Korrelation zwischen der Anzahl der dunklen Neurone und der EMF-Dosierung (kombinierter nichtparametrischer Test: $p < 0.002$). Verglichen mit der Kontrollgruppe war der Unterschied in der Gruppe mit SAR-Wert von 2 mW/kg nicht signifikant ($p < 0.2$), bei 20 und 200 mW/kg signifikant ($p = 0.01$ bzw. $p = 0.03$).

Bei den Kontrolltieren zeigte sich bei einer Ratte eine mässiggradige Anzahl von dunkel gefärbten Neuronen. Einige der dunklen Nervenzellen waren zusätzlich albuminpositiv oder enthielten Mikrovakuolen im Zellplasma.

Schlussfolgerung: Die Resultate liefern Evidenz für Nervenzellschäden, die durch eine nichtthermische Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung verursacht wurden. Es wurden zwar nur wenige Tiere untersucht, aber die kombinierten Ergebnisse sind hoch signifikant und weisen eine klare Dosis-Wirkungs-Beziehung auf. Das Vorhandensein von Vakuolen ist ein Zeichen dafür, dass die Schädigung am lebenden Tier eingetreten ist. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass die beobachtete Nervenzellveränderung durch Apoptose (natürlichen Zelltod) entstanden ist.

Bemerkungen: Sowohl die Durchführung des Experiments als auch die Schlussfolgerungen der Autoren wurden von verschiedenen Seiten kritisiert, u.a. von R. Glaser, Berlin, S. Johnston, London, und H. Franke, Münster, im Newsletter der Forschungsgemeinschaft Funk, Nr.1/2003. Hauptkritikpunkte waren:

- zu kleine Anzahl an Versuchstieren, keine Positiv-Kontrollen (Exposition gegenüber anderen Faktoren, z.B. Temperaturschock, Toxine)
- Die Stärke der Exposition (SAR-Werte) wurde nicht gemessen, nur anhand der Leistung des Mobiltelefons abgeschätzt
- Definition und Bedeutung der "dunklen Neurone" ist unklar, mögliche andere Ursachen für ihre Entstehung (z. B. Alterung und Stress) werden nicht diskutiert
- Warum wurde die Ratten erst 50 Tage nach der EMF-Exposition untersucht?
- Die Hirnschnitte wurden nur semi-quantitativ ausgewertet, es erfolgte keine genaue Auszählung der dunklen Nervenzellen
- Der Zusammenhang zwischen Albumindurchlässigkeit der Bluthirnschranke und dem Auftreten von dunklen Neuronen wird weder erläutert noch quantifiziert.
- Die Gleichstellung von 12 bis 26 Wochen alten Ratten mit Jugendlichen, wie von den Autoren vorgenommen, erscheint fraglich, ebenso die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Menschen.

Zhu K, Hunter S, Payne-Wilks K, Roland CL, Forbes DS.

Use of electric bedding devices and risk of breast cancer in African-American women.

Am J Epidemiol 2003; 158 (8): 798-806

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Touitou Y, Lambrozo J, Camus F, Charbuy H.

Magnetic fields and the melatonin hypothesis: a study of workers chronically exposed to 50-Hz magnetic fields.

Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2003; 284 (6): R1529-35

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Krause CM, Haarala C, Sillanmaki L, Koivisto M, Alanko K, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H.
Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during an auditory memory task: a double blind replication study.
Bioelectromagnetics 2004; 25 (1): 33-40

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der Studie von Krause et al., NeuroReport 2000: 11 (4), 761-764, zu den Auswirkungen der EMF-Exposition durch ein Mobiltelefon auf die Gedächtnisleistung und das EEG (Id.Nr.1383). Im Gegensatz zur ersten Untersuchung handelt es sich bei der Replikation um eine Doppelblindstudie.

Kollektiv: 24 gesunde Probanden (12 Frauen), Durchschnittsalter: 24.3 Jahre, Rechtshänder.

Exposition: Die Exposition erfolgte durch ein digitales GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110), Frequenz 902 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite 0.577 ms, Durchschnittsleistung 0.25 W. Das Telefon wurde an der linken Kopfseite der Probanden befestigt, die Antenne war ungefähr 40 mm vom Kopf entfernt. In der früheren Untersuchung befand sich das Mobiltelefon an der rechten Seite des Kopfes. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) wurde mit dem SPEAG-Dosimetrie-System DASY 3 gemessen. Die über 1 bzw. 10 g Körpergewebe gemittelten SAR-Werte betrugen 0.878 bzw. 0.648 mW/g.

Methode: Experimentelle Doppelblindstudie. Alle Probanden führten einen auditiven Gedächtnistest durch, der aus 192 Einzelaufgaben bestand (vgl. Krause et al., 2000). Eine Hälfte des Tests (bestehend aus 96 Aufgaben) absolvierten die Versuchspersonen unter realer Exposition durch das Mobiltelefon, die andere bei Scheinexposition. Das Mobiltelefon wurde von einem anderen Raum aus über einen Computer an- und abgeschaltet. Die Reihenfolge der Expositionssituationen war ausgeglichen (12 Personen ON-OFF, 12 Personen OFF-ON). Insgesamt dauerte der Test pro Versuchsperson ca. 60 Minuten.
Die EEG-Aufzeichnung erfolgte mittels Klebe-Elektroden (10/20-System). Zur Erkennung von Artefakten wurde zusätzlich ein Elektro-Okulogramm abgeleitet (2 Elektroden an den Augenaussenseiten).
Als Untersuchungskriterium diente die relative Veränderung des EEGs in vier verschiedenen Frequenzbändern (4-6 Hz, 6-8 Hz, 8-10 Hz, 10-12 Hz) bei realer bzw. bei Scheinexposition. Dazu wurde für jede Versuchsperson das

Verhältnis zwischen ereignisbezogenen Synchronisationen (=Anstieg der Amplitude im EEG) und Desynchronisationen (=Abnahme der Amplitude) berechnet und in den beiden Expositionssituationen verglichen. Statistische Analysen: Varianzanalysen (ANOVA), für jedes EEG-Frequenzband separat durchgeführt. Die Varianzanalyse enthielt die Faktoren Expositionsstatus, Zeit, Aufgabensituation und Hirnhemisphäre.

Resultat: Der Anteil an falschen Antworten betrug bei Mobiltelefonexposition durchschnittlich 19.1% (Standardabweichung=4.2%), bei Scheinexposition 6,3% (Standardabweichung=3.1%). Der Unterschied zwischen diesen beiden Irrtumsraten war statistisch signifikant ($p < 0.001$).

Die Anzahl der frühen ereignisbezogenen Synchronisationen verminderte sich bei realer Exposition im Vergleich zur Scheinexposition in den Frequenzbändern 4-6 Hz und 6-8 Hz. In den Frequenzbändern 8-10 Hz und 10-12 Hz waren keine signifikanten EEG-Effekte durch die Exposition zu beobachten.

In der ersten Studie (Krause et al., 2000) zeigten sich in allen vier Frequenzbändern signifikante Unterschiede in der EEG-Aktivität, die in der aktuellen Studie nicht mehr zu beobachten waren. Der einzige konsistente Befund in beiden Studien war die Abnahme der ereignisbezogenen Synchronisationen im Frequenzband 4-6 Hz. Dieser Unterschied war in der ersten Studie allerdings nicht signifikant.

Schlussfolgerung: In Bezug auf das Frequenzband 4-6 Hz liessen sich die Ergebnisse der früheren Studie (Krause et al. 2000) teilweise replizieren: In beiden Untersuchungen nahmen die ereignisbezogenen Synchronisationen bei Exposition gegenüber einem Mobiltelefon ab. Die signifikanten Unterschiede der ersten Studie in den übrigen drei EEG-Frequenzbändern (6-8, 8-10 und 10-12 Hz) waren in der Replikationsstudie nicht mehr nachweisbar.

Der signifikante Unterschied bei der Korrektheit der Antworten in der aktuellen Studie (fast 20% falsche Antworten bei Exposition vs. ca. 6% falsche Antworten bei Scheinexposition) war in der früheren Untersuchung nicht aufgetreten. Dieser Befund steht auch im Widerspruch zu den Resultaten anderer Untersuchungen. Die Effekte der Mobiltelefonexposition auf das EEG und die Gedächtnisleistung scheinen aus noch unbekannten Gründen variabel und nicht leicht replizierbar zu sein.

Bemerkungen: Die Beobachtung einer erhöhten Fehlerrate in der exponierten Gruppe ist bisher ein Einzelbefund. Aus der Publikation geht nicht hervor, warum im Gegensatz zur ersten Studie jetzt die linke Kopfseite der Probanden exponiert wurde.

Finanzierung: National Technology Agency (TEKES); Nokia Research Centre; Elisa Communications; Sonera, Benefon

Stenberg B, Eriksson N, Mild KH, Hoog J, Sandstrom M, Sundell J, Wall S.

Facial skin symptoms in visual display terminal (VDT) workers. A case-referent study of personal, psychosocial, building- and VDT-related risk indicators.

Int J Epidemiol 1995; 24 (4): 796-803

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Tahvanainen K, Nino J, Halonen P, Kuusela T, Laitinen T, Lansimies E, Hartikainen J, Hietanen M, Lindholm H.

Cellular phone use does not acutely affect blood pressure or heart rate of humans.

Bioelectromagnetics 2004; 25 (2): 73-83

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Herzfrequenz und des Blutdrucks während und nach einer 35-minütigen Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung eines Mobiltelefons (Frequenzen: 900 und 1800 MHz).

Kollektiv: 32 gesunde Probanden, 16 Frauen und 16 Männer, zwischen 23 und 55 Jahre alt. Durchschnittsalter: 38.8 Jahre (St.abw.: 10.3 J.).

Exposition: Mobiltelefon (Nokia 6150) mit einer Frequenz von 900 MHz oder 1800 MHz oder Scheinexposition. Maximale Strahlungsleistung: 2 W bei 900 MHz und 1 W bei 1800 MHz. Die Probanden trugen einen Plastikhelm, in den zwei äusserlich identische Mobiltelefone eingebaut waren. Das aktive Telefon befand sich auf der Kopfseite der dominanten Körperhälfte, das inaktive Gerät (Scheinexposition) auf der Gegenseite. Die maximalen spezifischen Absorptionsraten (SAR) wurden an einem Phantomkopf gemessen und betrugen 1.58 W/kg bei 900 MHz und 0.70 W/kg bei 1800 MHz (Messinstrument: DASYS 3).

Methode: Doppelblinde, randomisierte, plazebokontrollierte Crossover-Studie. Alle Probanden nahmen an zwei Sitzungen teil, die im Abstand von einer Woche stattfanden. Jede Session bestand aus einer 35-minütigen Exposition und einer ebenso langen Scheinexposition. Eine Hälfte der Probanden wurde am ersten Versuchstag einem 900-MHz-Feld ausgesetzt, am zweiten einem 1800-MHz-Feld. Bei der anderen Hälfte war der Ablauf umgekehrt. Sowohl die Zuteilung zu einer der beiden Gruppen als auch die Festlegung der Reihenfolge von Exposition und Scheinexposition innerhalb jeder Sitzung erfolgte randomisiert. Während und nach jeder Expositions- bzw. Scheinexpositionsphase wurden Kreislaufbelastungstests durchgeführt, um Veränderungen in der Regulation von Blutdruck und Herzfrequenz zu beobachten. Zu diesen Tests gehörten verschiedene Atmungsformen (spontan, kontrollierte Frequenz, Tiefatmung), ein Kipptischversuch und zwei Valsalva-Manöver (= kräftige Betätigung der Ausatemungsmuskeln u. der Bauchpresse nach tiefer Einatmung während ca.

10 Sekunden; bewirkt eine Veränderung von Blutdruck u. Pulsfrequenz durch intrathorakale Druckerhöhung). Zu Beginn und am Ende jedes Tests wurden Blutdruck und Puls kontrolliert. Die Blutdruckmessung erfolgte mittels Oberarm-Manschette. Nach den Sitzungen beantworteten die Probanden schriftliche Fragen, u.a. zum Befinden und zur Wahrnehmbarkeit des elektromagnetischen Feldes. Die erforderliche Stichprobengrösse wurde zunächst auf 64 Versuchspersonen berechnet. Ab einer Teilnehmerzahl von 32 wurden Zwischenanalysen durchgeführt, bei denen der systolische Blutdruck nach dem letzten Valsalva-Manöver am Ende der Exposition bzw. Scheinexposition als primärer Endpunkt diente. Mit Hilfe einer Dreiecksprüfung ("triangular test") wurde eine Regel zur Beendigung der Studie ermittelt. In der Zwischenanalyse waren die Kriterien zur Beendigung der Studie erfüllt. Statistische Methoden: Vergleich zwischen Exposition und Scheinexposition mittels Student's t-Test für gepaarte Daten (kontinuierliche Variablen) und McNemar-Test für diskrete Variablen. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht.

Resultat: Bei keinem der beiden Expositionsfelder zeigten sich hinsichtlich Blutdruck oder Herzfrequenz statistisch signifikante Unterschiede zwischen realer Exposition und Scheinexposition. Auch in der Phase nach der Exposition bzw. Scheinexposition oder während der Belastungstests unterschieden sich die Kreislaufparameter der Probanden nicht signifikant. Es waren keine Unterschiede in Abhängigkeit von Alter oder Geschlecht der Studienteilnehmer zu beobachten.

Für beide Expositionsfelder zeigte sich ein statistisch signifikanter Periodeneffekt: Der systolische und der diastolische Blutdruck stiegen im Verlauf der Studie leicht an. Da dieser Effekt unabhängig von der Reihenfolge von Exposition und Scheinexposition zu beobachten war, kann er nicht auf die Strahlung zurückgeführt werden.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen, dass eine 35-minütige Exposition durch ein elektromagnetisches Feld von einem Mobiltelefon mit einer Frequenz von 900 oder 1800 MHz bei maximal erlaubter Strahlungsleistung kurzfristig weder den arteriellen Blutdruck noch die Herzfrequenz beeinflusst.

Bemerkungen: Die Kriterien für den Studienabbruch sind anhand der Angaben in der Publikation nicht nachvollziehbar. Bei einer klassischen Powerberechnung kommt man auf eine Mindestgrösse von 64 Personen. Die Studie war konzipiert, um die Ergebnisse der Studien von Braune et al. (1998, 2002) zu überprüfen. Diese Autorengruppe hatte in der ersten Publikation über einen leichten Blutdruckanstieg bei Mobiltelefonexposition berichtet, der sich aber in ihrer eigenen Replikation mit zufälliger Reihenfolge von Exposition und Scheinexposition nicht bestätigte. Die jetzige Beobachtung eines leichten Blutdruckanstiegs im Verlauf der Experimente unabhängig von der Reihenfolge der Testexpositionen bestärkt die Hypothese, dass dieser Befund mit dem Testablauf, und nicht mit der Exposition zusammenhing.

Finanzierung: National Technology Agency of Finland (TEKES)

Zwamborn A, Vossen S, van Leersum B, Ouwens M, Mäkel W.

Effects of Global Communication system radio-frequency fields on Well-Being and Cognitive Functions of human subjects with and without subjective complaints. TNO-report FEL-03-C148.

TNO-report FEL-03-C148 2003;

<http://www.tno.nl>, Health Council of the Netherlands

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob ein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber GSM- oder UMTS-ähnlichen elektromagnetischen Feldern und dem Auftreten von subjektiven Beschwerden besteht, und ob kognitive Funktionen durch die Exposition beeinflusst werden.

Kollektiv: Zwei Gruppen von Teilnehmern: Gruppe A: 36 Personen, die Beschwerden im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern angaben und sich beim "Monitoring Network for Environmental Health" gemeldet hatten. Gruppe B: 36 beschwerdefreie Personen, die per Internet- oder Zeitungsinserat akquiriert wurden.

Exposition: Es wurden vier Expositionsarten untersucht: a) GSM 900 MHz, b) GSM 1800 MHz, c) UMTS-ähnlich 2100 MHz, d) Scheinexposition. Maximale Feldstärke: 1 V/m. Spezifische Absorptionsrate (SAR) für 2100 MHz: maximal: 0,064 mW/kg, gemittelt über 10 g Gewebe: 0,078 mW/kg. Maximale SAR über 10 g für das 900- bzw. 1800-MHz-Signal: 0.045 mW/kg bzw. 0.082 mW/kg.

Methode: Plazebokontrollierte Doppelblindstudie, dreifaches Cross-over-Design. Jede Versuchsperson absolvierte eine Trainingssitzung mit allen kognitiven Tests zu Reaktionszeit, Erinnerungsvermögen, visueller Aufmerksamkeit und Dual-Tasking (Taskomat-Test). Danach folgten drei Sitzungen mit zwei realen Expositionen und einer Scheinexposition in randomisierter Reihenfolge. Dadurch lagen für jede reale Exposition Daten von 24 Probanden vor und für die Scheinexposition von 36 Personen. Während jeder Exposition wurden die kognitiven Funktionstests durchgeführt. Vor der Trainingssitzung füllten die Teilnehmer einen psychologischen Fragebogen aus (Big-Five) und nach jedem Taskomat-Test einen Fragebogen zum Wohlbefinden. Die Gesamtdauer des Versuchs betrug ungefähr 2,5 Stunden. Die Stichprobengrösse wurde auf 28 Personen pro Studiengruppe berechnet (5% Unterschied, alpha: 0.05, Power: 80%). Die statistischen Analysen erfolgten mittels Varianzanalyse (ANOVA), nichtparametrischem Mann-Whitney-U-Test (Wilcoxon),

Vorzeichen-Rang-Test und Cochran-Mantel-Haenszel-Test. Im statistischen Modell berücksichtigt: Expositionsart (Plazebo, 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz), Gruppenzugehörigkeit, Sitzungszahl, Expositionssequenz (18 verschiedene Sequenzen möglich), Person innerhalb der Sequenz, Zeitpunkt der Durchführung (Vor-/Nachmittag).

Resultat: Die Ergebnisse zeigen in beiden Personengruppen eine statistisch signifikante Assoziation zwischen der Exposition gegenüber UMTS-ähnlichen Feldern (Feldstärke: 1 V/m) und einer Beeinträchtigung des subjektiven Wohlbefindens. Die Dimension der beobachteten Unterschiede ist relativ klein.

Für die GSM-Expositionen (900 und 1800 MHz) zeigte sich hinsichtlich Wohlbefinden kein signifikanter Unterschied zwischen realer Exposition und Scheinexposition. Von den 30 Tests zur kognitiven Funktion ergaben sich bei acht Tests signifikante Unterschiede zwischen realer Exposition und Scheinexposition, teilweise handelte es sich um eine Verbesserung der kognitiven Leistung. In Gruppe A zeigten sich zwei signifikante Unterschiede bei GSM 900 und ein signifikanter Unterschied beim UMTS-ähnlichen Signal. In Gruppe B waren bei Exposition gegenüber dem GSM-1800-Feld zwei Testergebnisse signifikant verschieden und drei beim UMTS-ähnlichen Signal.

Schlussfolgerung: Die Resultate weisen auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber UMTS-ähnlichen Hochfrequenzfeldern mit einer Feldstärke von 1 V/m und dem Wohlbefinden hin. Ein direkter Vergleich der beiden Studiengruppen (A und B) ist auf Grund ihrer unterschiedlichen demographischen Struktur und wegen des Selektionsverfahrens nicht zulässig. Der Fragebogen zum Wohlbefinden (gekürzte Version eines bereits bestehenden) ist noch nicht validiert worden. Es erscheint unwahrscheinlich, dass die statistisch signifikanten Unterschiede bei den acht kognitiven Funktionstests durch Zufall entstanden sind. Eine Hypothese zur Entstehung dieser Effekte kann aus den Ergebnissen nicht abgeleitet werden, thermische Auswirkungen sind aber nicht anzunehmen. Weitere Studien notwendig, um die beobachteten Unterschiede zu verifizieren.

Bemerkungen: Es wurde kritisiert, dass 36 Personen mit Scheinexposition und 24 Personen mit realer Exposition verglichen wurden. Die daraufhin erneut durchgeführte Analyse ergab bei den kognitiven Funktionstests in Gruppe B eine statistische Signifikanz weniger als vorher, alle anderen signifikanten Unterschiede blieben bestehen. Nach einer nochmaligen Auswertung mit Korrektur für multiple Expositionen zeigte sich nur noch in einem Kurzzeitgedächtnistest ("memory comparison test") ein signifikanter Unterschied zwischen UMTS-Exposition und Scheinexposition in Gruppe B, die übrigen Differenzen waren nicht mehr signifikant (Publikation Nr. 2004/13, Health Council of the Netherlands, The Hague, www.gezondheidsraad.nl). Bezüglich Expositionssituation ist diese Studie bisher einzigartig, da sie mit einem Doppelblindverfahren eine niedrig dosierte Ganzkörperbefeldung untersucht hat. Um eventuelle Artefakte ausschliessen zu können (z.B. Wahrnehmbarkeit des Expositionsstatus), sind Replikationsstudien notwendig.

Ali Kahn A, O'Brien DF, Kelly P, Phillips JP, Rawluk D, Bolger C, Pidgeon CN.
The anatomical distribution of cerebral gliomas in mobile phone users.
Ir Med J 2003; 96 (8): 240-242

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Studientyp: Epidemiologische Studien	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa Nichteuropäische Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fallserie von Gliompatienten aus einem irischen Spital zur Untersuchung, ob die Tumore bei Mobiltelefonbenützern häufiger auf der Seite der bevorzugten Hand auftreten als bei Patienten ohne Mobiltelefon.

Kollektiv: 92 Patienten mit supratentoriellem Gliom (20- bis 81-jährig), welche vom Okt. 2000 bis Sept. 2001 in einer neurochirurgischen Klinik in Irland operiert wurden. Davon wurden 19 ausgeschlossen, bei denen der Tumor zentral oder in beiden Hemisphären oder nicht in der Hirnrinde lokalisiert waren (Grund: Hypothese, dass elektromagnetische Wellen nur minimal eindringen).

Exposition: 50 Patienten benutzten regelmässig ein Mobiltelefon, davon 20% 30 bis 60 Min./Tag, 50% 10 bis 30 Min./Tag, 30% 5 bis 10 Min./Tag. 23 Patienten benutzten kein oder nicht regelmässig ein Mobiltelefon.

Methode: Interview postoperativ nach Alter, Geschlecht, Rechts- oder Linkshändigkeit, Dauer der Mobiltelefonbenutzung, tägliche Stunden der Mobiltelefonbenutzung, Antennencharakteristiken und Typ des Mobiltelefons. Analysiert wurde die Beziehung der Händigkeit zur Lokalisation des Glioms rechts oder links und die Beziehung zwischen Mobiltelefonbenutzung und der Lokalisation frontal, parietal, temporal oder okzipital mit dem Fisher's exact Test.

Resultat: 69 von 73 Gliompatienten waren Rechtshänder. 48 von 73 Patienten hatten das Gliom auf der rechten Seite, auch alle vier Linkshänder. Keine signifikanten Beziehungen zwischen Händigkeit und Lokalisation oder Mobiltelefonbenutzung und Lokalisation.

Schlussfolgerung: Keine Beziehung zwischen Händigkeit oder Mobiltelefonbenutzung und Tumorlokalisation.

Bemerkungen: Sehr kleine Zahlen, keine Kontrollen. Dauer der Mobiltelefonbenützung nicht angegeben oder analysiert. Keinerlei Schlussfolgerungen möglich.

Finanzierung: Deklaration: keine Finanzierung von Industrieseite, sonst keine Angaben

Arai N, Enomoto H, Okabe S, Yuasa K, Kamimura Y, Ugawa Y.

Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathways.

Clin Neurophysiol 2003; 114 (8): 1390-4

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
	Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	
	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie an normal hörenden Erwachsenen zur Untersuchung, ob eine kurzfristige Exposition mit einem gepulsten hochfrequenten elektromagnetischen Feld entsprechend der Exposition während eines Mobiltelefongesprächs einen Einfluss hat auf die mit Hirnstammaudiometrie messbaren Funktionen der Reizleitung und -beantwortung des Gehörs.

Kollektiv: 10 Männer und 5 Frauen von 26 bis 50 Jahren, ohne Hörprobleme.

Exposition: Während 30 Min. hielten die Teilnehmer ein Mobiltelefon mit Antenne ans rechte Ohr (Antenne ca. 4 cm vom Kopf entfernt), verbunden mit einem EMF-produzierenden Gerät, das ein gepulstes 800-MHz-Feld mit 0.8 W erzeugte.

Methode: Die Teilnehmer kamen dreimal im Abstand von einer Woche zur Untersuchung, wobei einmal (1) eine Hirnstammaudiometrie (auditory brainstem evoked response, ABR), einmal (2) die Erholungszeit nach den angebotenen Reizen und einmal (3) die mittlere Latenzzeit vor und direkt nach der EMF-Exposition untersucht wurde. Das EEG wurde mit einer Elektrode am rechten Ohrläppchen, einer Scheitelektrode und einer geerdeten Elektrode an der Nasenwurzel abgeleitet.

(1) Die Stimulation für die ABR bestand in 80 dB Klicktönen von 100 µs Dauer ans rechte Ohr mit einer Rate von 5 Hz, gemessen wurden die Latenz und Amplituden der Wellen I, III und V. Vergleich der Ergebnisse vor und nach der Exposition mit gepaartem t-Test.

(2) Die Erholungszeit wurde mit gepaarter Stimulationstechnik untersucht: angeboten wurden zwei sukzessive 80dB-Klickgeräusche in verschiedenen langen Intervallen mit einer Wiederholungsrate von 3 Hz und unter verschiedenen Bedingungen. Varianzanalyse mit den Faktoren Intervallzeit und "vor oder nach Exposition".

(3) Zur Bestimmung der mittleren Latenzzeit wurden die Latenzzeiten und Amplituden der Na-, Pa- und Pb-Wellen ausgewertet. Vergleich der Ergebnisse vor und nach der Exposition mit gepaartem t-Test.

Für alle drei Zielgrößen wurden mindestens je 1000 Reaktionen ausgewertet.

Resultat: Resultat: (1) ABR: Weder die Latenzzeiten der I, III und V-Wellen noch die Amplituden dieser Wellen unterschieden sich vor und nach dem Test. (2) Die Erholungszeit nach den Doppelreizen hing sowohl bei der Welle I wie bei der Welle V von der Intervalldauer zwischen den Reizen ab, unterschied sich aber nicht zwischen dem Test vor und demjenigen nach der EMF-Exposition. (3) Die mittleren Latenzzeiten und Amplituden der Na-Senke, resp. Pa- und Pb-Wellen unterschieden sich vor und nach der Exposition nicht.

Schlussfolgerung: Eine Mobiltelefonexposition von 30 Min. hat kurzfristig keine nachteiligen Effekte auf die Verarbeitung eines Hörreizes im Hirnstamm.

Bemerkungen: Eine frühere Studie mit nur 10 Testpersonen und (laut Autoren) gleicher Testanordnung, aber 15 Min. Exposition hatte eine Verzögerung der Welle V ergeben (Kellényi 1999). Das konnte mit dieser Studie nicht repliziert werden. Insgesamt gibt es erst wenige experimentelle Studien zu Hörfunktionen und hochfrequenten EMF, daher ist eine Gesamtbeurteilung noch nicht möglich. Mängel dieser Studie sind sicher die fehlende Scheinexposition und Verblindung.

Finanzierung: Association of radio-industry and business ARIB

Bak M, Sliwinska-Kowalska M, Zmyslony M, Dudarewicz A.

No effects of acute exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on brainstem auditory potentials in young volunteers.

Int J Occup Med Environ Health 2003; 16 (3): 201-8

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Evaluation der Effekte der Exposition gegenüber einem Mobiltelefon auf auditorisch evozierte Potenziale im Hirnstamm (auditory brainstem-evoked response, ABR).

Kollektiv: 45 gesunde Probanden, 21 Männer (Alter: 25 +/- 3 J.), 24 Frauen (24 +/- 3 J.). Zehn Personen benutzten regelmässig ein Mobiltelefon: vier in der 450-MHz-Gruppe, zwei in der 935-MHz-Gruppe und vier in der 1800-MHz-Gruppe. Polen.

Exposition: Die Studienteilnehmer wurden je nach Expositionsfrequenz in drei Gruppen unterteilt: 450 MHz, 935 MHz, 1800 MHz. Das elektromagnetische Feld wurde von Mobiltelefonen mit einer externen Antenne erzeugt. Das Telefon war direkt auf der Haut an der seitlich-hinteren Region des Kopfes über dem zu untersuchenden Ohr befestigt. Über einen Zeitraum von 20 Minuten wurde das Mobiltelefon wiederholt aktiviert, 4 Mal pro Minute mit Intervallen von einer Sekunde. Die Exposition erfolgte zuerst am rechten Ohr, dann am linken. Während beiden Durchgängen wurden die auditorisch evozierten Potenziale mittels Hirnstammaudiometrie abgeleitet. Die Expositionsdauer betrug insgesamt 40 Minuten. Bezüglich der Expositionsintensität werden lediglich Höchstwerte für die Leistungsflussdichte angegeben: 0.15 W/m² bei 450 MHz Frequenz, 0.11 W/m² bei 1800 MHz und 0.052 W/m² bei 935 MHz.

Methode: Die akustische Stimulation erfolgte während zehn Minuten mit Klicktönen (wide band click) von 12.5 ms Dauer mit einer Intensität von 85 dB nHL, alternierender Polarisierung und einer Frequenz von 20 pro Sekunde. Die Hirnstammpotenziale wurden über 1600 Stimuli gemittelt. Der Versuchsablauf bestand für jeden Probanden aus zweimal drei Serien ABR-Ableitung: für beide Seiten des Kopfes jeweils vor, während und direkt nach der Exposition durch das Mobiltelefon. Gemessen wurden die Latenzzeiten der Wellen I, III und V sowie die Zwischenwellen (inter-waves) I bis V.

Die statistische Auswertung erfolgte getrennt für verschiedene Gruppen, unterteilt nach den Faktoren Geschlecht, Messzeitpunkt (vor, während, nach Exposition) und EMF-Frequenz. Vergleich der mittleren Latenzzeiten bei verschiedenen Expositionsfrequenzen und Messzeitpunkten mittels multivariater Varianzanalyse mit drei abhängigen Variablen. Vergleich zwischen den Gruppen mittels univariater Varianzanalyse.

Resultat: Die Latenzen der Welle I waren in der Gruppe der Frauen mit 935-MHz-Exposition generell länger als in den anderen Gruppen. Die Latenzen der Welle III waren bei den Frauen mit 1800-MHz-Exposition kürzer als in den anderen Gruppen. Diese Unterschiede waren signifikant, bestanden aber vor, während und nach der EMF-Exposition.

Bezüglich der EMF-Exposition zeigten sich keine Unterschiede, weder bei den Frauen noch bei den Männern. Die mittleren Latenzzeiten vor, während und nach der Exposition unterschieden sich bei keiner der drei Frequenzen signifikant.

Die Analyse der Effekte der kombinierten Faktoren (EMF-Frequenz, Messzeitpunkt) ergab nur für die Latenz der Welle I bei den Frauen einen signifikanten Unterschied in den ABR-Wellen und den Zwischenwellen-Latenzen. Bei Analyse für jede Frequenz einzeln mittels MANOVA waren keine signifikanten Unterschiede mehr sichtbar.

Schlussfolgerung: Mobiltelefone haben keine signifikanten Effekte auf die Weiterleitung akustischer Signale über den Hörnerv zum auditorischen Hirnstamm.

Bemerkungen: Bei Exposition gegenüber einem Mobiltelefon ist die Angabe der Leistungsflussdichte wegen des ausgeprägten Nahfeldcharakters nicht sinnvoll.

Eine weitere Schwäche der Studie ist die kleine Anzahl an Probanden, zudem fehlen Informationen zur Zusammensetzung der einzelnen Gruppen (m/w).

Bei den Resultaten wird nicht zwischen Exposition am rechten bzw. linken Ohr unterschieden, kein Kommentar dazu in der Diskussion.

Finanzierung: keine Angaben

Kramarenko AV, Tan U.

Effects of high-frequency electromagnetic fields on human EEG: a brain mapping study.

Int J Neurosci 2003; 113 (7): 1007-19

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Effekte von gepulster Hochfrequenzstrahlung eines Mobiltelefons auf die Hirnströme (EEG) von Erwachsenen und Kindern.

Kollektiv: Zehn junge Männer und zehn Kinder (12 J. alt).

Exposition: Mobiltelefon: 900 MHz, Pulsfrequenz 217 Hz, Strahlungsleistung 3 bis 4 W. Schnurlostelefon: bis zu 100 MHz, kontinuierlich, Leistung bis zu 3 mW. (?)

Methode: EEG-Aufzeichnung (16 Schädelelektroden, internationales 10-20-System) vor und während eines Telefongesprächs mit einem Schnurlostelefon (Radiofon?) und einem Mobiltelefon. Für die EEG-Aufzeichnung wurde der "telemetrische 16-Kanal-Elektroenzephalograph ExpertTM" verwendet, ein von den Studienautoren speziell angefertigtes Gerät. Dieses ist weniger empfindlich gegenüber Störfeldern (Rauschen, Interferenz?) und übermittelt die EEG-Signale per Radiofrequenzwellen digital an die Registriereinheit (drahtlos). Während des Experiments waren die Versuchspersonen wach und sassen mit offenen Augen auf einem Stuhl. Dreidimensionale Rekonstruktion der räumlichen Ausbreitung der EMF mittels Spektralanalyse und "multiple mapping" der Amplitudencharakteristik.

Resultat: Keine sichtbaren EEG-Veränderungen in den ersten 10 bis 15 Sekunden nach dem Anschalten des Mobiltelefons. Danach stieg das Spektrum der medianen Frequenz in Regionen in der Nähe der Antenne an. Innerhalb von 20 bis 40 Sek. Auftreten einer Slow-Wave-Aktivität (2.5 bis 6.0 Hz, Deltaband) in den selben Hirnarealen und Frequenzabnahme, Dauer: ca. 1 Sek. Die frontalen Hirnregionen wurden beidseitig aktiviert, die Schläfenregionen auf der Gegenseite der Exposition durch das Mobiltelefon. Bei weiterer EMF-Exposition nahm die mediane Frequenz der Hirnströme leicht zu, und das EEG normalisierte sich abgesehen von einer alle 15 bis

20 Sek. periodisch wiederkehrenden Slow-Wave-Aktivität in den selben Elektroden. Nach dem Abschalten des Mobiltelefons nahmen die slow waves langsam ab und verschwanden im Verlauf von 15 bis 20 Minuten. Die Lokalisation der maximalen Slow-Wave-Aktivität stimmte mit derjenigen der höchsten Feldstärke überein. Bei Kindern war die Amplitude der langsamen Wellen höher als bei Erwachsenen, sie traten früher auf (nach 10 bis 20 Sek.) und hatten eine niedrigere Frequenz (1.0 bis 2.5 Hz) mit längerer Dauer und kürzeren Intervallen.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren zeigen die Resultate, dass elektromagnetische Felder eines Mobiltelefons das EEG beeinflussen. Die beobachteten langsamen Wellen sind abnormal, da bei Menschen im Wachzustand keine Deltawellen auftreten. Kinder scheinen empfindlicher zu sein als Erwachsene.

Bemerkungen: Keine Kontrollgruppe, sehr wenig Angaben zum Versuchsablauf und zur Anordnung, wenig Versuchspersonen. Das Alter der erwachsenen Teilnehmer ist nicht bekannt. Die Exposition ist unklar: nur Mobiltelefon oder auch Schnurlostelefon ("radiophone")? Wurde das EEG-Gerät selbst entwickelt, war es validiert? Es werden keine Zahlen zu den Ergebnissen angegeben, nur eine generelle Schilderung der beobachteten EEG-Veränderungen (bei allen Versuchspersonen gleich?). Keine Angaben zur statistischen Auswertung. Manche Ergebnisse stehen nur im Abstract.

Finanzierung: keine Angaben

Lee TM, Lam PK, Yee LT, Chan CC.

The effect of the duration of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention.

Neuroreport 2003; 14 (10): 1361-4

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung des Effekts einer Mobiltelefonexposition auf die Aufmerksamkeitsfunktionen beim Menschen.

Kollektiv: 78 Studenten der Universität Hong Kong, 25 Männer, 53 Frauen, Durchschnittsalter 19.79 J., Rechtshänder.

Exposition: Mobiltelefon Nokia 3210, an der rechten Kopfseite der Probanden angebracht, in normaler Gebrauchsposition. Frequenz ca. 1900 MHz. Expositionsdauer ca. 30 Minuten, weitere Angaben fehlen.

Methode: Randomisierte Zuteilung der Probanden entweder zur experimentellen Gruppe oder zur Kontrollgruppe (je n = 39). Die Studie war einfach verblindet, die Untersucher kannten den jeweiligen Expositionsstatus, die Teilnehmer nicht. Die Probanden in den beiden Gruppen wurden nach Alter, Geschlecht, Ausbildungsstand und Mobiltelefonbenutzung gematcht. Es wurden zwei Aufmerksamkeitstests durchgeführt: Trail Making Test (TMT) und Sustained Attention to Response Task (SART). Alle Teilnehmer absolvierten zwei Versuchssitzungen nacheinander, in denen sie die Aufmerksamkeitstests durchführten. Beide Sitzungen dauerten ungefähr eine halbe Stunde, dazwischen befand sich eine Ruhepause von zwei Minuten. Bei der experimentellen Gruppe war das Mobiltelefon in der ersten Sitzung an- und in der zweiten ausgeschaltet. Die Kontrollgruppe wurde zweimal ohne reale Exposition getestet. Die Auswertung der Daten zum Effekt der EMF-Exposition erfolgte mittels Zwei-Weg-ANOVA für wiederholte Messungen. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Ausbildungsstand, Mobiltelefonbenutzung (Dauer und Intensität), Computer-/Internetbenutzung.

Resultat: In beiden Gruppen nahm die mittlere Reaktionszeit im SART bei der zweiten Durchführung ab ($p < 0.001$). Die Korrektheit der Antworten unterschied sich weder zwischen den Testdurchgängen noch zwischen

den beiden Gruppen. Die mittleren Reaktionszeiten waren in beiden Gruppen im zweiten Durchgang signifikant kürzer als im ersten Durchgang. Bei einer der beiden Aufgaben ergab sich im zweiten Durchgang ein signifikanter Unterschied zu Gunsten der exponierten Gruppe, den die Autoren als verzögerte Wirkung der EMF-Exposition interpretieren.

Schlussfolgerung: Die Abnahme der SART-Reaktionszeiten ohne Anstieg der Fehlerrate unterstützt die Hypothese, dass die Mobiltelefonexposition die Aufmerksamkeitsfunktion positiv beeinflusst. Das Fehlen eines Unterschieds beim TMT-Test könnte dafür sprechen, dass die verschiedenen Aufmerksamkeitsfunktionen unterschiedlich stark beeinflusst werden.

Bemerkungen: Es wurde kein Ausgangstest gemacht, um die kognitiven Leistungen der beiden Gruppen vor der Exposition zu vergleichen. Die Expositionsreihenfolge war nicht randomisiert, die reale Exposition erfolgte immer zuerst. Wichtige Angaben zur Exposition fehlen, und in der Darstellung der Resultate finden sich einige Ungereimtheiten.

Finanzierung: keine Angaben

Monfrecola G, Moffa G, Procaccini EM.

Non-ionizing electromagnetic radiations, emitted by a cellular phone, modify cutaneous blood flow.

Dermatology 2003; 207 (1): 10-4

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung möglicher Effekte der Mobiltelefonexposition auf die Hautdurchblutung.

Methode: Die Durchblutung der Ohrhaut wurde mit einem Laser-Doppler-Flussmeter in verschiedenen 4 Minuten dauernden Phasen des Kontaktes mit einem GSM-Mobiltelefon untersucht. Die Abfolge der Expositionssituationen war: abgestellt, ohne Ohrkontakt (Basis), mit Ohrkontakt (T1), angestellt mit Ohrkontakt (T2), angestellt mit Ohrkontakt und Empfang (T3), danach in umgekehrter Reihenfolge.

Resultat: Die Mikrozirkulation nahm bis zur Phase T3 ständig zu, sie war in T3 um 158 % gesteigert, danach nahm sie ebenso regelmässig wieder ab bis zum Ausgangswert.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die signifikant erhöhte Mikrozirkulation der Phasen T2 und T3 (unter Exposition) im Vergleich mit der Phase T1 als unmittelbare und sofort wieder reversible Folge der EMF-Exposition und führen sie auf einen thermalen Mechanismus zurück.

Bemerkungen: Es wird nicht angegeben, wie sich die Hauttemperatur in den verschiedenen Expositionssituationen verändert hat.

Parslow RC, Hepworth SJ, McKinney PA.
Recall of past use of mobile phone handsets.
Radiat Prot Dosimetry 2003; 106 (3): 233-40

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der Zuverlässigkeit der Angaben von Probanden bezüglich Mobiltelefonbenutzung. Validierungsstudie im Rahmen des Interphone-Projekts zur Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: 93 Probanden, die an der britischen Teilstudie von Interphone teilnahmen.

Methode: Vergleich der Probandenangaben in Fragebögen zur Mobiltelefonbenutzung mit den Daten von Netzbetreibern.

Resultat: Die Auswertungen weisen darauf hin, dass die Angaben der Probanden nicht vollständig mit ihren tatsächlichen Mobiltelefon-Gewohnheiten übereinstimmen.

Bemerkungen: Studie liegt nur als Abstract vor.

Finanzierung: ?

Potokar T, Ross AD, Clewer G, Dickson WA.
Mobile phones--a potential fire hazard?.
Burns 2003; 29 (5): 493-4

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Methode: Fallbericht

Resultat: Im März 2001 wurde ein 50-jähriger Automechaniker mit Verbrennungen an den Händen und Unterarmen in das Welsh Regional Burns Center in Wales (GB) eingeliefert. Die Verbrennungen hatte er sich bei einem Arbeitsunfall zugezogen: Als er den Benzintank eines Autos auswechselte, klingelte das Mobiltelefon, das sich in der Tasche seines Overalls befand. Direkt danach kam es zu einer Explosion und es begann zu brennen.

Es gibt zwei Theorien, wie Mobiltelefone zur Entstehung von Explosionen oder Bränden führen könnten:

- a) Entzündung des Dampfes von Benzin, Diesel oder verflüssigtem Erdölgas durch Funken, die von der Batterie des Mobiltelefons stammen.
- b) Elektromagnetische Felder des Mobiltelefons führen zur Erwärmung der Umgebungsluft, wodurch es in Anwesenheit von konzentriertem, brennbarem Dampf zur Explosion kommt.

Betriebe, die mit entzündlichen oder explosiven Materialien arbeiten (Öl-, Chemieindustrie), sind sich dieser Gefahr bewusst und haben entsprechende Vorschriften erlassen. Auch die Hersteller von Mobiltelefonen weisen in Handbüchern auf solche Gefahren hin.

Schlussfolgerung: In der wissenschaftlichen Literatur gab es bisher noch keine Berichte zur Verursachung von Bränden oder Explosionen durch Mobiltelefone. Das Risiko ist wahrscheinlich gering und der Entstehungsmechanismus noch unklar. Wegen der weiten Verbreitung des Mobilfunks in der Bevölkerung erscheint es aber sinnvoll, diese Frage weiter zu untersuchen und gegebenenfalls entsprechende Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Astrain I, Bernaus J, Claverol J, Escobar A, Godoy P.
Prevalence of mobile phone use while driving vehicles (Article in Spanish).
Gac Sanit 2003; 17 (1): 66-9

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prävalenz des Mobiltelefongebrauchs bei Autofahrern in der Stadt Lleida (Spanien).

Kollektiv: 1536 zufällig ermittelte Autofahrer, 1186 Männer und 350 Frauen.

Methode: Über einen Zeitraum von 8 Tagen wurden an sechs Strassenkreuzungen in Lleida jeweils die ersten drei Autos registriert, die an einer roten Ampel anhielten. Es wurde dokumentiert, ob die Autofahrer telefonierten oder nicht. Für verschiedene Variablen (Alter, Geschlecht des Fahrers, mit/ohne Beifahrer, Wochentag, Tageszeit, Art der Strassenkreuzung) wurden Odds Ratios berechnet, die Beurteilung der Signifikanz erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Autofahrt mit/ohne Beifahrer, Wochentag, Tageszeit, Art der Strassenkreuzung.

Resultat: Von 1536 beobachteten Autofahrern telefonierten 50 (44 Männer und 6 Frauen), entsprechend einer Prävalenz von 3,3%. Personen ohne Beifahrer benutzten signifikant häufiger ein Telefon am Steuer (OR = 3.0; 95% CI, 1.5-6.3). Im Stadtverkehr wurde mehr telefoniert als auf Landstrassen (OR = 2.7; 95% CI, 1.2-5.9). Zwischen den verschiedenen Altersklassen und hinsichtlich anderer Variablen wie Tageszeit und Wochentag ergaben sich ebenfalls Unterschiede, die aber statistisch nicht signifikant waren (siehe Abstract).

Schlussfolgerung: Massnahmen wie Informationskampagnen und gesetzliche Regelungen zur Verminderung des Mobiltelefongebrauchs am Steuer sind zu empfehlen.

Bemerkungen: In einigen Subgruppen sind die Fallzahlen sehr klein: Es wurden nur 6 Frauen beobachtet, die am Steuer telefonierten, in der Altersgruppe der über 61-Jährigen waren es 3 von 55 Personen. Da es sich um eine

rein deskriptive Erhebung zur Prävalenz des Mobiltelefongebrauchs bei Autofahrern handelt, sagen die Ergebnisse nichts über den Zusammenhang zwischen dem Telefonieren am Steuer und der Unfallhäufigkeit aus.

Christensen HC, Schüz J, Kosteljanetz M, Poulsen HS, Thomsen J, Johansen C.
Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma.
Am J Epidemiol 2004; 159 (3): 277-83

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob zwischen dem Mobiltelefongebrauch und der Entstehung von Akustikusneurinomen ein Zusammenhang besteht. Akustikusneurinome sind gutartige Tumoren des Hörnervs (=Nervus vestibulocochlearis, achter Hirnnerv). Dänische Teilstudie des Interphone-Projekts, einer internationalen Fall-Kontrolluntersuchung zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonexposition und Hirntumoren.

Kollektiv: 106 Personen mit neu diagnostiziertem Akustikusneurinom (20 bis 69 Jahre alt), die zwischen September 2000 und August 2002 in die Hals-Nasen-Ohren-Abteilung der Universitätsklinik Kopenhagen eingewiesen wurden. Mittels Zufallsnummernverfahren wurden aus dem zentralen dänischen Bevölkerungsregister 212 Kontrollpersonen ermittelt und jedem Patienten zwei Kontrollpersonen mit entsprechendem Alter (+/- 5 Jahre) und Geschlecht zugeordnet. 51% Männer und 49% Frauen in beiden Gruppen.

Exposition: 58% der Patienten und 54% der Kontrollpersonen benutzten nie oder selten ein Mobiltelefon. Regelmässige Benutzer: 42 bzw. 46%. Drei verschiedene Verwendungsniveaus unter den Benutzern (Telefontyp, Jahre der Benutzung, Anzahl Anrufe, Gesamtdauer der Telefonate). Bei der Berechnung der Gesamtexposition wurde die Verwendung von Kopfhörern oder Freisprechgeräten berücksichtigt (je nach Häufigkeit des Gebrauchs solcher Geräte Reduktion um 100%, 75%, 50% oder 25%).

Methode: Fragebogenbefragung in persönlichen Interviews: Verwendung eines Mobiltelefons, Regelmässigkeit (mehr als ein Anruf pro Woche über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten), Anzahl und durchschnittliche Dauer der Telefonate, Anzahl der regelmässig verwendeten Mobiltelefontypen sowie Änderungen der Gewohnheiten. Berechnung der Gesamtzahl an Telefonaten und der Gesamtdauer des

Mobiltelefongebrauchs bezogen auf die Lebenszeit. Schätzung des relativen Risikos (Odds Ratio) für ein Akustikusneurinom in den verschiedenen Benutzergruppen mittels bedingter logistischer Regression. In der Auswertung berücksichtigt: Ausbildungsstand, Wohnregion, Zivilstand und Verwendung von Freisprechgeräten in Fahrzeugen. Wegen der Anonymisierung der Fragebogen konnte im Regressionsmodell nicht für den sozioökonomischen Status adjustiert werden.

Hörverlust (positiv korreliert mit Akustikusneurinom, negativ korreliert mit Telefonbenutzung).

Resultat: Es wurde kein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko für Personen gefunden, die regelmässig ein Mobiltelefon benutzten (Odds-Ratio=0.90, 95%-CI: 0.51-1.57). Keine Assoziation bezüglich der Benutzungsdauer oder der Verwendungshäufigkeit. Keine geschlechtsspezifischen Unterschiede. 18% aller Fälle und 24% aller Kontrollen benutzten regelmässig ein Mobiltelefon seit mehr als 5 Jahren. Das relative Risiko eines Tumors auf der Kopfseite der Telefonbenutzung war 0.68 (Fisher's exact test: $p=0.02$). 47% der Benutzer hielten das Mobiltelefon überwiegend ans rechte Ohr, 22% telefonierten auf beiden Seiten, 31% auf der linken Seite. In der Gruppe der Benutzer und der Nie- oder Seltenbenutzer traten gleich häufig Tumoren auf der rechten Kopfseite auf (24 von 45 bzw. 32 von 60, jeweils 53%). Die durchschnittliche Tumorgrösse betrug 1.66 cm³ bei den regelmässigen Mobiltelefonbenutzern und 1.39 cm³ bei den Nichtbenutzern (Wilcoxon-Test: $p=0.03$). Das Risiko, ein grösseres Akustikusneurinom zu entwickeln (Volumen >1,51cm³), lag für regelmässige Benutzer im Vergleich zu Nie- oder Seltenbenutzern bei 1.87 (95%-CI: 0.75-4.64). Eine längere Benutzungsdauer erhöhte das Risiko eines grösseren Tumors nicht signifikant (OR=1.67 bei 1 bis 4 J. regelmässige Benutzung; OR=1.44 bei ≥ 5 J., Rohdaten und Konfidenzintervalle nicht angegeben).

Schlussfolgerung: Kein signifikant erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko bei Mobiltelefonbenutzern, keine Korrelation zwischen den Verwendungsgewohnheiten und der Tumorlokalisation oder den Krankheitssymptomen. Keine Assoziation zwischen kumulativer Mobiltelefonexposition und der Tumorgrösse.

Bemerkungen: Nur 19 Personen mit Akustikusneurinom (18%) und 50 Kontrollpersonen (24%) benutzten seit mindestens 5 Jahren regelmässig ein Mobiltelefon. Der signifikante Unterschied zwischen Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern hinsichtlich der durchschnittlichen Tumorgrösse wird in der Publikation nicht diskutiert und auch im Abstract nicht erwähnt. Falls sich dieser Unterschied in weiteren Untersuchungen bestätigen sollte, stünde er im Einklang mit der Hypothese einer tumorpromovierenden Wirkung der Mobilfunkstrahlung. Die Angabe der statistischen Power von "mehr als 75% zum Nachweis eines verdoppelten Akustikusneurinom-Risikos" erscheint fragwürdig, da bei Umweltexpositionen generell nicht von einer so deutlichen Risikoerhöhung auszugehen ist. Für das internationale Gesamtprojekt "Interphone", an dem 1000 Personen mit Akustikusneurinom und insgesamt 20 000 Tumorpatienten sowie Kontrollpersonen teilnehmen, rechnet man mit einer 80%igen Power zum Nachweis einer Odds Ratio von 1.5. Die Vorabpublikation der Resultate einer kleinen Teilstudie ist kritisch zu bewerten, da die Powerberechnung auf das Gesamtprojekt bezogen ist und die auf geringen Fallzahlen basierenden Ergebnisse wenig aussagekräftig sind. Vgl.: Leserbriefe von Hardell und Kundi sowie Antwort der Autoren in American Journal of Epidemiology 2004; 160 (9): 923-926. Kritikpunkte: Verwendung von Schnurlostelefonen wurde nicht erfragt, Personen mit seltenem Mobiltelefongebrauch wurden als nichtexponiert eingestuft, evtl. Verfälschung der Resultate durch die Symptome des Akustikusneurinoms (Hörverlust).

Finanzierung: European Commission Fifth Framework Program, Union Internationale Contre le Cancer, Danish Cancer Society

Wilén J, Hornsten R, Sandström M, Bjerle P, Wiklund U, Stenlund O, Lyskov E, Mild KH.
Electromagnetic field exposure and health among RF plastic sealer operators.
Bioelectromagnetics 2004; 25 (1): 5-15

Stichwörter	Kollektiv: Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Herz-Kreislaufsystem Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Zentralnervensystem
	Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	
	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa

Studientyp:
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Arbeitsmedizinische Studie zur Evaluation der beruflichen Hochfrequenzexposition von Plastikscheissern und ihren Auswirkungen auf die Gesundheit.

Kollektiv: 35 Plastikscheisser, 37 Kontrollpersonen, alle ohne Herzkrankheiten oder Diabetes.

Exposition: Frequenz: 27 MHz. Die Durchschnittswerte der räumlich gemittelten Feldstärke waren (6 Min.): elektrisches Feld: 107 V/m, Magnetfeld: 0.24 A/m. Maximale Feldstärken: 2 kV/m bzw. 1.5 A/m. Mittelwert der induzierten Ströme: 101mA, Höchstwert: 1 A.

Methode: Es wurden ausführliche Messungen der elektrischen und magnetischen Felder am Arbeitsplatz vorgenommen. Neben verschiedenen Herz-Kreislaufparametern (24-Std.-EKG) wurden auch kognitive Funktionen und die Häufigkeiten von unspezifischen Symptomen bei Plastikscheissern und Kontrollpersonen verglichen.

Resultat: Exponierte und Kontrollen unterschieden sich nicht im Blutdruck. Alle Teilnehmer hatten einen Sinusrhythmus und keine Zeichen für Myokardischämie. Die Plastikscheisser hatten jedoch einen signifikant niedrigeren Puls als die Kontrollpersonen (68.9/Min., SD 1.4 vs. 76.2/Min., SD 1.4) und häufiger bradykarde Episoden.

Einige unspezifische Symptome wurden von den Plastikscheissern häufiger angegeben als von den Kontrollpersonen, v.a. Müdigkeit, Kopfschmerzen, Schlafstörungen und Wärmeempfindungen. Dieser Unterschied war statistisch nicht signifikant. Bei Berücksichtigung der Expositionsdauer und der kumulativen Exposition (pro Tag oder pro Arbeitsleben) ergaben sich Hinweise auf eine Korrelation mit der Häufigkeit von Kopfschmerzen, Müdigkeit und Wärmegefühl in den Händen.

Verglichen mit der Kontrollgruppe zeigte sich bei den Scheissern eine leicht beeinträchtigte Fähigkeit zur

Zweipunktdiskrimination.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten einen Hinweis auf mögliche Gesundheitseffekte im Zusammenhang mit der beruflichen Hochfrequenzexposition.

Bemerkungen: Die Exposition der Schweisser liegt im Bereich der von der ICNIRP empfohlenen Grenzwerte für Arbeitsplätze und darüber, und weit über der für die Bevölkerung geltenden Immissionsgrenzwerten für diese Frequenzen. Auch die Stärke der induzierten Ströme beim Kontakt mit dem Arbeitsplatz oder Arbeitsmaterial lag wesentlich höher als die ICNIRP-Empfehlungen von 20 mA. Ähnliche Ergebnisse bezüglich der Verlangsamung des Pulses fand eine Studie von Bortkiewicz et al. 1995 im Umfeld eines Radiosenders. Die Plastikscheisser waren allerdings einem Nahfeld ausgesetzt.

Wilén J, Sandström M, Hansson Mild K.

Subjective symptoms among mobile phone users--a consequence of absorption of radiofrequency fields?.

Bioelectromagnetics 2003; 24 (3): 152-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Die Studie von Wilén et al. 2003 basiert auf einer früheren Studie der selben Forschergruppe (Oftedal et al. 2000, Sandström et al. 2001). Diese Untersuchung an 17 000 Mobiltelefonbenutzern in Schweden und Norwegen hatte ergeben, dass Personen, die beruflich ein analoges Telefon benutzten, mehr unspezifische Symptome entwickelten als Benutzer von digitalen GSM-Telefonen (v.a. Wärmegefühl am Ohr, brennende Haut, Kopfschmerzen, Schwindel, Konzentrationsstörungen, Unwohlsein und Müdigkeit). Als Nebenfund zeigte sich, dass die Prävalenz vieler Symptome bei längerer Gesprächsdauer und grösserer Anzahl an Anrufen pro Tag zunahm. Das Ziel der aktuellen Analyse war, diesen Befund zu überprüfen und neue Expositionsparameter zu entwickeln.

Kollektiv: 2402 Personen aus dem Kollektiv der früheren epidemiologischen Untersuchung (Sandström et al. 2001), die eines der vier gängigsten Mobiltelefone benutzten.

Methode: Ausgewertet wurden Daten von 2197 Personen, die täglich mindestens zwei Minuten lang mit einem Mobiltelefon telefonierten. Zusätzlich erfolgten SAR-Messungen bezogen auf drei verschiedene Volumina am Kopf: über dem Ohr, am Ohr und unter dem Ohr. Die Angaben der Mobiltelefonbenutzer zu ihren Telefongewohnheiten wurden mit Messungen der spezifischen Absorptionsrate (SAR_{1g}) kombiniert und daraus zwei neue Expositionsparameter abgeleitet (spezifische Absorption pro Tag (SAD) und pro Anruf (SAC)). Der Vergleich der Mittelwerte für die verschiedenen Expositionsparameter zwischen Personen mit und ohne Symptomen erfolgte mittels Ein-Weg-ANOVA.

Resultat: Die Prävalenz der meisten Symptome war bei SAR-Werten über 0.5 W/kg grösser als bei niedrigeren SAR-Werten. Für einige Symptome, insbesondere Schwindel und Unwohlsein, war dieser Unterschied bei längeren Gesprächszeiten (>15 Min./Tag) ausgeprägter als bei kürzeren Gesprächszeiten.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen, bei der Diskussion von subjektiven Symptomen im Zusammenhang mit Mobiltelefonexposition neben der SAR auch die tägliche Gesprächszeit zu berücksichtigen.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine neue Auswertung bereits bestehender Daten. Wie bei der früheren Studie könnten andere Faktoren als die EMF-Exposition zur Entstehung des beobachteten Effekts beitragen (Lebensstil, Stress usw.). Mögliche Confounder wie psychosoziale Arbeitsbelastung, Beruf und Geschlecht wurden bei der Analyse nicht berücksichtigt. Nicht alle Aussagen im Text der Publikation sind anhand der Tabellen nachvollziehbar.

Finanzierung: keine Angaben

Van Rongen E, Roubos EW, Van Aernsbergen LM, Brussaard G, Havenaar J, Koops FB, Van Leeuwen FE, Leonhard HK, Van Rhoon GC, Swaen GM, Van De Weerd RH, Zwamborn AP.

Mobile phones and children: Is precaution warranted?.

Bioelectromagnetics 2004; 25 (2): 142-4

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Beurteilung des derzeitigen Kenntnisstands zur Frage, ob Kinder empfindlicher auf Mobiltelefonstrahlung reagieren als Erwachsene.

Schlussfolgerung: Es gibt keine überzeugende wissenschaftliche Evidenz, dass die Absorption elektromagnetischer Energie im Kopf von Kindern sich von derjenigen bei Erwachsenen unterscheidet. Es ist nicht wahrscheinlich, dass sich die elektromagnetische Empfindlichkeit des kindlichen Kopfes nach dem zweiten Lebensjahr noch signifikant verändert. Daher sieht das "Health Council of the Netherlands" keinen Grund, eine eingeschränkte Verwendung von Mobiltelefonen für Kinder zu empfehlen.

Haarala C, Aalto S, Hautzel H, Julkunen L, Rinne JO, Laine M, Krause B, Hämäläinen H.
Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study.
Neuroreport 2003; 14 (16): 2019-23

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des regionalen Blutflusses im Gehirn (regional cerebral blood flow, rCBF) bei gleichzeitiger Mobiltelefonexposition und Durchführung eines visuellen Gedächtnistests.

Kollektiv: 14 gesunde Männer im Alter von 21 bis 35 J., Rechtshänder.

Exposition: GSM-Mobiltelefon ohne Lautsprecher, das an der linken Kopfseite des Probanden befestigt wurde. Frequenz: 900 MHz, Durchschnittsleistung: 0.25 W, Pulsrate: 217 Hz, Pulsbreite: 0.577 ms. Am Phantomkopf gemessene spezifische Absorptionsrate über 10g Gewebe: 0.993 W/kg mit einem extrapolierten Spitzenwert von 2.00 W/kg. Die Antenne des Telefons befand sich ungefähr 17 mm von der Kopfoberfläche der Versuchsperson entfernt auf Höhe des unteren Teils des Grosshirn-Schläfenlappens. Dauer der Versuchssitzung ca. 90 Min., die Hälfte davon war das Mobiltelefon kontinuierlich eingeschaltet.

Methode: Experimentelle Doppelblindstudie. Jeder Proband führte den Gedächtnistest zweimal durch: einmal bei realer Exposition, einmal bei Scheinexposition (Reihenfolge ausgeglichen). Gleichzeitig wurde der regionale Blutfluss im Gehirn mittels Positronen-Emissions-Tomographie (PET) untersucht. Dazu erhielten die Versuchspersonen eine intravenöse Injektion des Radiopharmakons Sauerstoff-15 (200 MBq). Qualitative und quantitative Auswertung der Daten mittels explorativer Analyse bzw. Varianzanalyse für wiederholte Messungen mit den Faktoren EMF on vs. off, Teilabschnitt des Gedächtnistests, Hirnhemisphäre, Expositionsreihenfolge. Bei der quantitativen Analyse wurden wegen fehlender Daten nur 12 Probanden berücksichtigt.

Resultat: Die reale EMF-Exposition führte zu einer relativen Abnahme des regionalen Blutflusses im Bereich der Hörrinde (Brodmann-Areal 41). Der Effekt war in beiden Hirnhemisphären vorhanden, auf der linken Seite deutlicher als auf der rechten. In der Gehirninregion mit der höchsten EMF-Exposition zeigte sich keine

Veränderungen des Blutflusses.

Hinsichtlich der kognitiven Leistungen (Reaktionszeiten resp. Korrektheit der Antworten) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit vom Expositionsstatus ($p=0.218$ resp. 0.107).

Schlussfolgerung: Die beobachteten Effekte könnten durch die EMF-Emissionen des Mobiltelefons entstanden sein. Wahrscheinlicher ist, dass sie auf ein akustisches Signal von der Batterie des Telefons zurückzuführen sind.

Bemerkungen: In der ersten PET-Studie beobachteten Huber et al. 2002 eine signifikante Erhöhung des Blutflusses im Stirnbereich der Grosshirnrinde an der exponierten Kopfseite (dorsolateraler Präfrontalkortex) nach einer dreissminütigen Mobiltelefonexposition. In der aktuellen Studie liess sich dieser Befund nicht replizieren. Die Resultate der beiden Studien sind allerdings nur bedingt vergleichbar, weil die PET-Untersuchung in der ersten Studie nach der Exposition erfolgte, in der zweiten während der Exposition.

Finanzierung: Universität Turku, National Technology Agency of Finland, Finnish mobile phone industry

Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M.

Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : II/ Incidences de l'âge des sujets, de la durée de leur exposition et de leur position par rapport aux antennes et autres sources électromagnétiques [Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors].

Pathol Biol (Paris) 2003; 51 (7): 412-5

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Hautreaktionen
Herzkreislaufsystem
Schlafphasen und Schlafqualität
Seh- und Hörstörungen
Land:
Zentralnervensystem
Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zusammenfassung

Ziel: Umfrage bei Einwohnern im Umfeld einer Mobilfunkbasisstation zur Untersuchung, ob unspezifische Symptome in Antennennähe häufig sind und mit der Wohnsitzdauer zunehmen.

Kollektiv: 270 Männer und 260 Frauen aus Frankreich, welche im Umfeld einer Mobilfunkbasisstation wohnten, davon (laut einer früheren Publikation, Santini et al., 2001, Nr. 1570) 20.7% mehr als 300m entfernt, die übrigen näher.

Exposition: Wohnadresse bis 300m oder mehr als 300m von der Basisstation entfernt (Schätzung der Teilnehmer), Wohndauer an der gegenwärtigen Adresse bis zu 1 Jahr, 1-2, 2-5, mehr als 5 Jahre, andere Quellen elektromagnetischer Felder (Hochspannungsleitungen innert 100m, Transformatoren in 10m, Computerbenutzung von mindestens 2 Std./Tag, Mobiltelefonbenutzung mindestens 20 Min./Tag. Wohnlage unter, neben, vis à vis oder hinter einer Antenne.

Methode: Fragebogen nach 16 unspezifischen Symptomen (Müdigkeit, Reizbarkeit, Kopfweg, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Schlafstörungen, Neigung zu Depressionen, Unwohlsein, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisverlust, Hautprobleme, Sehstörungen, Hörstörungen, Schwindel, Störungen des Bewegungsapparates und Herz-Kreislaufprobleme) und ihrer Häufigkeit (nie, manchmal, oft, sehr oft). Vergleich der Symptommhäufigkeit der Kategorien "oft und sehr oft" zwischen den Personen, welche in 300m Entfernung wohnten und denjenigen, die mehr als 300m entfernt wohnten mit Chi-Quadrattest, geschichtet für die Altersklassen bis 20, 21-40, 41-60 und mehr als 60-Jährige. Vergleich der Häufigkeit der Symptomanangaben (oft und sehr oft) bei den Teilnehmern im Umfeld bis 300m von der Antenne in Abhängigkeit von ihrer Wohnsitzdauer.

Resultat: In der Gruppe der 21- bis 40-Jährigen wurden die Symptome Kopfweg und Müdigkeit von denjenigen in weniger als 300m Abstand zur Antenne signifikant häufiger angegeben als von den weiter entfernt wohnenden Teilnehmern. In der Gruppe der 41- bis 60-Jährigen waren dies die Symptome Kopfweg, Müdigkeit, Reizbarkeit und Herz-/Kreislaufstörungen, in der Gruppe der über 60-Jährigen die Symptome Kopfweg, Müdigkeit, Reizbarkeit, Schlafprobleme, Unwohlsein, Konzentrationsschwierigkeiten und Schwindel.

Die Teilnehmer, die seit mehr als 5 Jahren innerhalb von maximal 300m Abstand von der Antenne wohnten, gaben nur das Symptom Reizbarkeit häufiger an als die Teilnehmer, welche seit weniger als einem Jahr innerhalb 300m Entfernung von der Antenne wohnten. Bei den übrigen Symptomen hatte die Wohndauer keinen Einfluss. Ferner werden für Wohnlagen direkt unter oder neben einer Antenne einzelne Symptome häufiger angegeben und beschrieben, dass Schlafprobleme bei Mobiltelefonbenutzern seltener seien. Schwindel und Unwohlsein seien nahe bei einem Transformator häufiger, das gleiche gelte für Konzentrationsprobleme nahe bei einer Radio/Fernsehanenne.

Schlussfolgerung: Die Autoren betonen die Wichtigkeit des Einbezugs der Altersklassen und empfehlen, vorsichtshalber keine Basisstationen näher als 300m von Wohnzonen zu errichten, und möglichst nicht gegenüber von Wohnbauten.

Bemerkungen: Keine Angaben über die Auswahl der Teilnehmer bzw. die Repräsentativität für die insgesamt im Gebiet wohnenden Personen. Kein Einbezug von weiteren Störfaktoren (Sozialstatus usw.). Selbsteinschätzung der Entfernung von der Antenne verhindert Verblindung gegenüber dem Studienziel. Eine kausale Beziehung kann aus dieser Publikation nicht abgeleitet werden.

Finanzierung: keine Angaben

Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M.
Public perception of risk concerning celltowers and mobile phones.
Sozial- und Präventivmedizin 2004; 49 (1): 62-66

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Frage, ob Anwohner einer Mobilfunkbasisstation grössere Befürchtungen haben hinsichtlich Gesundheitsrisiken des Mobilfunks als andere Personen.

Kollektiv: Studiengruppe: 123 Teilnehmer an öffentlichen Vortragsveranstaltungen zum Thema Mobilfunkbasisstationen in Wien (Fragebogen-Rücklaufquote 48%). Referenzgruppe: 366 Medizinstudenten im vorklinischen Teil des Studiums.

Insgesamt: 489 Studienteilnehmer, davon 221 Männer und 268 Frauen. Die Geschlechterverteilung innerhalb der beiden Gruppen ist in der Publikation nicht angegeben.

Methode: Fragebogenerhebung zur persönlichen Einschätzung der gesundheitlichen Risiken verschiedener Umweltfaktoren: Asbest, Rauchen, Atomkraftwerke, Luftverschmutzung, Verkehrslärm, Luftverkehr, Mobiltelefone, Basisstationen. Einstufung auf einer Sechs-Punkte-Skala von "überhaupt kein Risiko" bis "sehr hohes Risiko" (Skala nach Likert). Vergleich der beiden Studiengruppen mittels Mann-Whitney-U-Test. Berechnung von Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Risikobewertung und Alter. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Mobiltelefonbenutzung.

Resultat: Insgesamt beurteilten beide Studiengruppen die Umweltrisiken ähnlich. Hinsichtlich Mobiltelefonen und Basisstationen gab es aber signifikante Unterschiede: Die Medizinstudenten beurteilten sie als unterdurchschnittlich hohes Risiko, die Vortragsteilnehmer als etwas überdurchschnittlich. Dieser Unterschied zwischen den beiden Gruppen war unabhängig von Alter, Geschlecht und Mobiltelefonbenutzung. Medizinstudenten und Vortragsteilnehmer hielten das von Basisstationen ausgehende Risiko für etwas höher als dasjenige von Mobiltelefonen. Die Grössenordnung des wahrgenommenen Risikos im Zusammenhang mit dem Mobilfunk entsprach in beiden

Studiengruppen demjenigen von anderen Umweltbelastungen wie Verkehrslärm oder Luftverschmutzung. Tendenziell stuften Frauen und ältere Menschen die Mobilfunkrisiken höher ein als andere Studienteilnehmer.

Schlussfolgerung: Normalerweise äussern Mobilfunkgegner keine ungewöhnlichen grossen Ängste bezüglich elektromagnetischen Feldern. Es ist anzunehmen, dass die Besorgnis in der Bevölkerung durch eine transparentere Informationspolitik und eine glaubwürdige Risikokommunikation verringert werden könnte.

Bemerkungen: Die Fragebogen-Rücklaufrate ist mit 48% relativ niedrig, insbesondere da es sich bei den Vortragsteilnehmern wahrscheinlich überwiegend um Personen handelte, die dem Mobilfunk kritisch gegenüber standen.

Finanzierung: keine Angaben

Hardell L, Mild KH, Carlberg M.

Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours.

Int J Oncol 2003; 22 (2): 399-407

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Weitere Analysen einer bereits publizierten Fall-Kontrollstudie zu Hirntumoren und

Mobiltelefonexposition: Hardell et al., Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. Eur J Cancer Prev 2002; 11 (4), 377-86 (Artikel 1669).

Kollektiv: 1617 Patienten mit einem primären Hirntumor im Alter von 20 bis 80 Jahren, bei denen die Diagnose in der Zeit vom 1.1.1997 bis 30.6.2000 in Uppsala-Örebro, Stockholm, Linköping oder Göteborg gestellt worden war und die zum Studienzeitpunkt noch lebten. Sie wurden fortlaufend von den Krebsregistern gemeldet. Eine bezüglich Alter, Geschlecht und Wohnregion passende Kontrolle wurde aus dem schwedischen Bevölkerungsregister gezogen.

Exposition: Gebrauch von Mobil- und Schnurlostelefonen: Anzahl Jahre seit Gebrauch, durchschnittlicher täglicher Gebrauch (Anzahl Gespräche und Länge), lebenslang kumulierte Benutzungsdauer bis ein Jahr vor der Diagnose. Telefontyp, analog oder digital, Gebrauchsart (interne oder externe Antenne), Handfrei-Installation im Auto, bevorzugtes Ohr. Patienten mit Mobiltelefonbenutzung von weniger als einem Jahr wurden als nicht exponiert betrachtet.

Methode: Exposition wurde mit schriftlichem Fragebogen erhoben, ergänzt mit telefonischer Nachfrage durch Studienmitarbeiter. Die Antwortrate war bei den Fällen 88% (1429) und bei den Kontrollen 91% (1470). Die Diagnose und die genaue Lokalisation der Tumoren wurde anhand der Krankheitsrapporte überprüft. Unbedingte logistische Regressionsanalyse in zwei Gruppen, Exponierte und nicht Exponierte, weiter geschichtet nach Telefontyp (analog, digital, Freisprechanlage) unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Code für den Sozialstatus. Analysen wurden für Latenzzeiten >1 Jahr, >5 Jahre >10 Jahre separat durchgeführt. Lateralität des

Tumoraufretens wurde in bezug auf die Lateralität des Telefongebrauchs analysiert.

Resultat: 456 Teilnehmer hatten seit mindestens 1 Jahr ein analoges Mobiltelefon benutzt, 295 vor mindestens 5 Jahren und 105 vor 10 Jahren. 856 hatten seit mindestens 1 Jahr und 132 seit 5 Jahren ein digitales Mobiltelefon benutzt. 798 hatten regelmässig ein schnurloses Telefon benutzt, 293 bereits vor 5 Jahren, 20 bereits vor 10 Jahren.

Benutzung von analogen Mobiltelefonen war insgesamt mit einem erhöhten Risiko von OR 1.3 (95%CI 1.04-1.6) verbunden, Benutzung eines digitalen Telefons (OR 1.04, 0.9-1.3) oder Benützung eines Schnurlostelefons (OR 1.1, 0.9-1.3) nicht. Längere Latenzzeiten erhöhten das Risiko bei Analogtelefonen und zeigten auch ein erhöhtes Risiko für Schnurlostelefone (OR 1.4, 1.1-1.8).

Die anatomische Lokalisation des Hirntumors war für 1358 Patienten eruierbar.

Bei Analog- und Digitaltelefonen waren die Tumorrisiken in der Gehirnhälfte, neben der telefoniert wurde (ipsilateral) erhöht: für Analogtelefone OR 1.7 (1.2-2.3), Digitaltelefone 1.3 (1.02-1.8), bei Schnurlostelefonen nicht signifikant OR 1.2 (0.9-1.6). Ipsilaterale und kontralaterale Tumoren im Schläfenlappen waren bei Benutzern von Analogtelefonen häufiger (OR 2.1, 1.3-3.3, bei mehr als 10 jähriger Benutzung sogar OR 3.1, 1.2-7.7).

Astrozytome waren nur ipsilateral aber bei allen drei Telefonarten gehäuft, Akustikusneurinome (148 Fälle, davon 47 bei Analogtelefonen) beidseitig mit Analogtelefonbenutzung assoziiert (OR 4.4, 2.1-9.2).

Schlussfolgerung: Der Gebrauch von Analogtelefonen ist mit einem erhöhten Hirntumorrisiko assoziiert. Digitale Mobilfunktelefone erhöhten das Hirntumorrisiko insgesamt nicht, aber die ipsilateralen Tumoren waren gehäuft. Schnurlostelefone zeigten ein erhöhtes Risiko nach mehr als 5 Jahren Latenzzeit.

Bemerkungen: Es handelt sich um die gleichen Daten wie in der Studie Nr. 1669, ergänzt mit Angaben über die Histologie und die genauere Lokalisation der Tumoren. Die Studie wurde kritisiert, weil die verstorbenen Patienten nicht einbezogen wurden (540 Fälle) und weil eine Verzerrung durch die Interviewer vorliegen könnte. Aus der Publikation wird nicht ganz klar, welche Faktoren in die multivariate Analyse (Tab. 5) einbezogen wurden. Als Hauptresultate werden die Ergebnisse der geschichteten Analyse unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Sozialstatus (Tab. 2) angegeben. Beide stimmen nicht genau mit den Ergebnissen der früheren Veröffentlichung überein, bewegen sich aber in der selben Grössenordnung.

Finanzierung: Schwedischer Arbeits- und Umweltfonds, Krebs- und Allergiefonds Örebro, Telia (Mobiltelefonanbieter).

Perez-Gomez B, Pollan M, Gustavsson P, Plato N, Aragonés N, Lopez-Abente G.
Cutaneous melanoma: hints from occupational risks by anatomic site in Swedish men.
Occup Environ Med 2004; 61 (2): 117-26

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Berufen und dem Risiko für ein Melanom an verschiedenen Körperstellen im Kollektiv einer grossen historischen Kohortenstudie in Schweden.

Kollektiv: 1 890 497 schwedische Männer, die sowohl 1960 als auch 1970 bei der Volkszählung erfasst waren, 1970 eine hundertprozentige Berufstätigkeit angegeben hatten, und am 1.1.1971 im Alter von 25 bis 64 Jahren waren. Eine Subkohorte von 755 728 Männern gaben 1960 und 1970 denselben Beruf an.

Exposition: Als Exposition wurden die Personenjahre in 278 Berufen von 1971 bis Ende 1989 oder bis zum Tod definiert. Die Berufe werden anhand von Nummern zehn Hauptkategorien zugeordnet. Neben dem Beruf wurden die Region, die Grösse der Wohngemeinde, das Alter (Fünfjahresklassen) und die Zeitperiode (1971-75, 1976-80, 1981-85, 1986-89) als Einflussvariablen untersucht.

Methode: Die Volkszählungsdaten wurden mit Daten aus dem nationalen schwedischen Krebsregister kombiniert. Dann wurde die Zahl der erwarteten Fälle für jeden Beruf und jede Hauptkategorie von Berufen auf Grund der alters- und periodenspezifischen Raten für die ganze Kohorte (altersstandardisierte Inzidenzverhältnisse SIR) für Melanome berechnet. Mit log-linearen Poissonmodellen wurde das Risikoverhältnis RR für Berufe mit mindestens fünf Melanomfällen im Vergleich mit den übrigen Berufen desselben Sektors unter Berücksichtigung der Wohnregion bestimmt. Die Risiken für bestimmte Körperregionen wurden für Berufe mit mindestens zwei Fällen an einer entsprechenden Lokalisation berechnet. Zusätzliche Analysen erfolgten für die Personen, die 1960 und 1970 den gleichen Beruf angaben. Um Unterschiede im Sozialstatus zu berücksichtigen, wurden die Risikoverhältnisse nur zwischen Berufen innerhalb der gleichen

Hauptkategorie untersucht. Dadurch werden die Risiken gemeinsamer Expositionen wie z.B. Sonnenexposition im Sektor Landwirtschaft unterschätzt.

Resultat: In der ganzen Kohorte fanden sich 6187 Melanomfälle, in der Subkohorte 2816 Fälle. Davon waren 51% am Thorax und 12% an den Armen oder an beidem lokalisiert. An Hals und Nacken befanden sich die Tumoren zu 12% , an den Beinen zu 11%. Am meisten Melanome fanden sich generell bei den höhergestellten Personen.

Hohe Risiken beobachtete man bei Personen, die UV-Quellen ausgesetzt waren. Dazu gehörten Zahnärzte, Physiotherapeuten und Lithographen sowie Menschen mit sonnenlichtexponierten Berufen wie Hafenmeister, Leuchtturmwärter etc. Ferner war das Melanomrisiko erhöht bei Kürschnern, Gerbern, Zuschneidern, Elektrikern, Telefoninstallateuren und Arbeitern in der Glas-, Keramik- und Backsteinindustrie. Die Ergebnisse für Melanome an Armen und Beinen waren korreliert, aber unabhängig von denjenigen am Thorax. Erhöhte Risiken für spezifische Melanomlokalisationen fanden sich bei Walzwerkarbeitern (Kopf, Nacken), Kaminfeuern (Arme), und Piloten, Flugzeugingenieuren (Beine).

Schlussfolgerung: Die hohen Risiken für Thoraxmelanome in Berufen mit UV-Exposition lassen vermuten, dass die UV-Wirkung sich nicht auf die direkt exponierten Hautstellen beschränkt. Dagegen legen die erhöhten Risiken für gewisse Lokalisationen bei Kaminfeuern, Walzwerkarbeitern und Glashüttenarbeitern direkte lokale Wirkungen nahe. Diese Unterschiede könnten auf unterschiedliche ursächliche Mechanismen der Melanomentstehung hinweisen.

Bemerkungen: Das Melanomrisiko für Elektriker und Telefoninstallateure betrug 1.37 (95%CI 1.15-1.64) respektive 1.56 (1.0-2.42) im Vergleich mit den übrigen Berufen der Kategorie Produktion. Die Ergebnisse der Subkohorte lagen im gleichen Bereich. Als möglicher Risikofaktor wird in erster Linie Kontakt mit PCB beschrieben, vereinzelt auch die EMF-Exposition. Kausale Zurodnungen sind nicht möglich.

Navarro E, Segura J, Portolés M, Gómez-Perretta de Mateo G.

The Microwave Syndrome: A Preliminary Study in Spain .

Electromagnetic Biology and Medicine (formerly Electro- and Magnetobiology) 2003; 22 (2): 161-169

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fragebogenerhebung zur Überprüfung der Hypothese des "Mikrowellensyndroms" in der Umgebung von GSM-DCS-Basisstationen. (DCS: Digital Communication System, alternative Bezeichnung für das GSM-1800-System.)

Kollektiv: In die Auswertung einbezogen wurden die Angaben von 101 Einwohnern der Stadt La Nora in der spanischen Provinz Murcia (47% Männer, 53% Frauen; 15 bis 65 J.). Über 5% der 1900 Einwohner der Stadt hatten den Fragebogen beantwortet. Ein Ausschlusskriterium waren schwere psychische oder neurologische Erkrankungen.

Exposition: Zusätzlich zur Fragebogenerhebung wurde an zwei verschiedenen Tagen das elektrische Feld in den Schlafzimmern der 101 Teilnehmer gemessen. Ausserdem erfolgten mehrere Messungen in den Strassen der Stadt (an Werktagen und am Wochenende). Die gemessenen Leistungsflussdichten lagen generell unter 0.2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Methode: Als Fragebogen diente eine spanische Adaptation des Fragebogens von Santini et al., 2001 (vgl. Id.Nr. 1570). Gefragt wurde nach 16 unspezifischen Symptomen (Müdigkeit, Reizbarkeit, Kopfweg, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Schlafstörungen, Neigung zu Depressionen, Unwohlsein, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisverlust, Hautprobleme, Sehstörungen, Hörstörungen, Schwindel, Störungen des Bewegungsapparates und Herz-Kreislaufprobleme) und ihrer Häufigkeit (nie=0, manchmal=1, oft=2, sehr oft=3). Zusätzlich wurden demographische Angaben erhoben sowie Informationen zur Distanz bis zur Basisstation, zur Expositionsdauer, zu Hochspannungsleitungen in der Umgebung und zur persönlichen Benutzung von Computern und Mobiltelefonen.

Der Zusammenhang zwischen dem Schweregrad eines Symptoms und dem Ausmass der Exposition wurde mit

Hilfe verschiedener Regressionsmethoden untersucht.

Resultat: 47 Personen gaben an, weniger als 150 m von der Basisstation entfernt zu wohnen und waren durchschnittlich einer Leistungsflussdichte von $0.11 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ exponiert (Gruppe 1). 54 Personen wohnten über 250 m von der Basisstation entfernt und hatten eine durchschnittliche Exposition von $0.01 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (Gruppe 2). Elf der 16 Symptome wurden von den stärker exponierten Personen signifikant häufiger angegeben als von den Personen in der geringer exponierten Gruppe (durchschnittliche Punktwerte in der stärker exponierten Gruppe von 0.68 bis 2.17). Bei 14 Symptomen bestand eine signifikante Korrelation zwischen Symptommhäufigkeit und Expositionsintensität. Am deutlichsten war dieser Zusammenhang bei den Symptomen Unwohlsein, Reizbarkeit und Appetitlosigkeit (Korr. Koeffizient: 0.544, 0.515 bzw. 0.485).

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Korrelation zwischen dem Schweregrad mehrerer Symptome und der gemessenen Leistungsflussdichte. Personen mit einer niedrigeren Exposition und einer grösseren Entfernung zur Basisstation haben weniger starke Symptome.

Bemerkungen: Das Vorgehen bei der Fragebogenerhebung ist aus der Publikation nicht ersichtlich: Wurden die Fragebögen an alle Einwohner verteilt oder nur an einen Teil der Bevölkerung? Die Rücklaufquote wird mit 70% angegeben, insgesamt beantworteten aber nur 5% der Bevölkerung den Fragebogen. In der Publikation finden sich keine Angaben zur Auswahl der ursprünglich angeschriebenen Adressaten bzw. ihrer Repräsentativität für die Gesamtbevölkerung. Haben aus beiden Gruppen gleich viele Personen geantwortet? Was ist mit den Personen, die zwischen 150 und 250 m von der Basisstation entfernt wohnen? Wie viele Personen wurden von der Auswertung ausgeschlossen? Ohne Angaben zu diesen Punkten erscheint das Vorliegen eines Selektionsbias recht wahrscheinlich: Personen, die ihre Beschwerden mit der Basisstation in Verbindung bringen, beteiligen sich überproportional häufig an der Umfrage.

Unklar bleibt auch, wie das Ausmass der Exposition in den beiden Gruppen bestimmt wurde (Schätzung aus der angegebenen Distanz zur Basisstation, Durchschnittswerte der Messungen in den Schlafzimmern oder im Freien, Kombination von beidem?).

In der Publikation finden sich keine Angaben, ob bei der Datenanalyse für mögliche Confounder korrigiert wurde (Alters-, Geschlechterverteilung in den beiden Gruppen, sozioökonomische Unterschiede usw.).

Das Studienziel war den Teilnehmern bekannt, eine Verblindung nicht möglich.

Hamblin DL, Wood AW, Croft RJ, Stough C.

Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on human event-related potentials and performance during an auditory task.

Clin Neurophysiol 2004; 115 (1): 171-8

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Empfindlichkeit auditiver ereignisbezogener Hirnpotenziale (ERP) gegenüber elektromagnetischen Hochfrequenzfeldern von Mobiltelefonen.

Kollektiv: Zwölf gesunde Probanden, acht Frauen, vier Männer, alle Rechtshänder. Alter: 19 bis 44 J., Durchschnitt: 23 Jahre. Australien.

Exposition: An der rechten Kopfseite der Probanden wurde analog der üblichen Gebrauchsposition ein digitales Standard-GSM-Mobiltelefon befestigt (modifiziertes Nokia 6110). Durchschnittsleistung 250 mW, Pulsfrequenz: 217 Hz, duty cycle 12.5%, Pulsbreite 576 mcs, Trägerfrequenz: 894.6 MHz. Geschätzte spezifische Absorptionsrate (SAR) für Modell Nokia 6110: 0.87 W/kg. Expositionsdauer: 1 Stunde, davon 30 Min. mit Aufmerksamkeitstest.

Methode: Einfach verblindete experimentelle Studie, Crossoverdesign. Die Probanden absolvierten zwei Sitzungen im Abstand von einer Woche, einmal bei Scheinexposition, einmal bei realer Exposition (Reihenfolge ausgeglichen). An beiden Sitzungen erfolgte die ERP-Aufzeichnung mit Hilfe einer Elektrodenhaube mit 62 Elektroden nach dem internationalen 10:10-System. Während der ERP-Aufzeichnung sassen die Versuchspersonen auf einem Stuhl, hielten die Augen geschlossen und führten einen auditiven Aufmerksamkeitstest durch (auditory oddball task). Über Kopfhörer hörten sie Zahlwörter von 0 bis 9 in zufälliger Reihenfolge und bestätigten mit Hilfe einer Computermastaste jedes Mal, wenn das Wort "six" ertönte.

Statistische Auswertung: Varianzanalysen für wiederholte Messungen zum Vergleich der ERP-Aufzeichnung und der Reaktionszeit bei realer Exposition bzw. Scheinexposition. Die Korrektheit der Antworten wurde mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test analysiert. Einflussfaktoren: Expositionssituation, Lateralität der ERP im

Gehirn (links vs. Mittellinie vs. rechts), Sagitalität (frontal vs. zentral).

Resultat: Für mehrere Komponenten der ERP ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen realer Exposition und Scheinexposition: Bei realer Exposition war die Amplitude und die Latenz der N100-Komponente für Nicht-Zielreize reduziert, vor allem über der Mittellinie des Gehirns und der rechten Hemisphäre. Die Latenz der P300-Komponente für Zielreize war bei realer Exposition verzögert. Dieser Unterschied war links frontal und zentral am grössten. Bezüglich der P300-Amplitude sowie der P200- und N200-Komponenten der ERP zeigte sich kein Effekt der Exposition.

Die mittlere Reaktionszeit betrug bei realer Exposition 556 ms (Standardabweichung: 0.16), bei Scheinexposition 503 ms (St.abw.: 0.13). Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p=0.024$).

Die Rate an korrekten Antworten unterschied sich zwischen den beiden Expositionssituationen nicht signifikant: Mittelwert bei realer Exposition 99.11%, bei Scheinexposition 98.13%, $p=0.189$.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass elektromagnetische Felder eines Mobiltelefons die Gehirnaktivität beeinflussen können, besonders in unmittelbarer Nähe des Telefons. Generell waren die Effekte über der rechten Hemisphäre und der Mittellinie des Gehirns am grössten. Dieser Unterschied könnte auf die Strahlung zurückzuführen sein oder auf Hirnregionen hinweisen, in denen kognitive Prozesse ablaufen, die besonders empfindlich gegenüber der EMF-Exposition sind. Die längeren Reaktionszeiten könnten für eine Verlangsamung des Entscheidungsprozesses während der Mobiltelefonexposition sprechen.

Die Ergebnisse früherer Studien zur Reaktionszeit und zur Korrektheit der Antworten stimmen nicht mit den hier beobachteten Effekten überein (Hladky 1999, Freude 2000, Koivisto 2000a,b, Jech 2001). Allerdings wurden in den Studien verschiedene Stimuli und diverse Tests zur Untersuchung der kognitiven Funktion verwendet.

Die typische Exposition von Mobiltelefonbenutzern beinhaltet eine niedrigere Strahlungsintensität und ist kürzer als die Exposition der Probanden in dieser Studie.

Bemerkungen: In den früheren Studien zur kognitiven Leistungsfähigkeit waren relativ konsistent verkürzte Reaktionszeiten bei Mobiltelefonexposition beobachtet worden.

Finanzierung: Telstra Research Laboratories

Curcio, GCA; Ferrara, M, De Gennaro, L, Cristiani, R, D'Inzeo, G2; Bertini, M.
Time-course of electromagnetic field effects on human performance and tympanic temperature.
NeuroReport 2004; 15 (1): 161-164

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Effekte von elektromagnetischer Strahlung eines Mobiltelefons auf die kognitiven Funktionen und die Trommelfelltemperatur.

Kollektiv: 20 gesunde Probanden (10 Frauen, 10 Männer), Durchschnittsalter: 26.4 +/- 2.68 J., Rechtshänder, Mobiltelefonbenutzer.

Exposition: GSM-Mobiltelefon Motorola Timeport 260, Frequenz: 902.40 MHz, Leistung: 2 W, maximale SAR? g: 0.5 W/kg. Das Telefon befand sich in einem Helm und war 1.5 cm vom linken Ohr des Probanden entfernt.

Methode: Doppelblindstudie, Randomisierung in zwei Gruppen à 10 Personen. Die erste Gruppe wurde 45 Minuten vor der Durchführung von vier verschiedenen kognitiven Tests exponiert, die zweite während der Testung. Alle Probanden absolvierten drei Sitzungen: ohne Exposition, reale Exposition, Scheinexposition (in ausgeglichener Reihenfolge). Die vier Tests zur kognitiven Funktion waren: ein akustischer Test zur einfachen Reaktionszeit, ein Subtraktionstest, ein visueller Suchtest und ein akustischer Test zur Wahl-Reaktionszeit. Zusätzlich wurde während jeder Sitzung fünfmal die Trommelfelltemperatur gemessen. Der Vergleich der Ergebnisse in den kognitiven Funktionstests erfolgte mittels ANOVA, abhängige Variablen: Geschwindigkeit und Korrektheit der Antworten.

Resultat: Signifikante Effekte der Gruppenzugehörigkeit und der Expositionsbedingung zeigten sich in den beiden akustischen Tests zur einfachen Reaktionszeit und zur Wahl-Reaktionszeit. Die Testergebnisse wiesen auf eine Beschleunigung der psychomotorischen Antworten unter realer Exposition hin und auf kürzere Reaktionszeiten, wenn die Exposition **vor** der kognitiven Testung stattfand (Median der Reaktionszeiten: 248.97 ms). In der Gruppe, die während der Exposition getestet wurde, ergab sich ein Medianwert der Reaktionszeiten

von 334.53 ms. Bezüglich Korrektheit der Antworten zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Unter realer Exposition wurde ein Temperaturanstieg um 0.15°C im exponierten Ohr gemessen. Dabei nahm die Temperatur im Verlauf des Experiments zu und erreichte 25 bis 30 Minuten nach der Exposition ihr Maximum. Es bestanden keine signifikanten Korrelationen zwischen der Beschleunigung der Reaktionszeiten und dem Anstieg der Trommelfelltemperatur.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die Exposition gegenüber einem Mobiltelefon die Reaktionszeiten positiv beeinflusst und die Trommelfelltemperatur verändert. Personen, die 45 Minuten vor der kognitiven Testung exponiert wurden, schnitten besser ab als Personen, die während der Testung exponiert wurden. Die Expositionseffekte zeigten eine Entwicklung im zeitlichen Verlauf mit schnellerer psychomotorischer Funktion am Ende der 45-minütigen Exposition als bei Scheinexposition. Es bestehen Hinweise darauf, dass wahrnehmbare Veränderungen der Gehirnfunktion erst nach einem Intervall von 25 Minuten auftreten.

Da es keine signifikanten Korrelationen zwischen der Trommelfelltemperatur und den kognitiven Funktionen gab, scheint es sich um zwei von einander unabhängige Effekte der EMF-Exposition zu handeln. Rückschlüsse auf die Dauer der Expositionseffekte sowie die zugrundeliegenden Mechanismen oder eventuelle gesundheitliche Konsequenzen sind nicht möglich.

Bemerkungen: Die Ergebnisse könnten Hinweise auf einen spezifischen Zeitverlauf des Expositionseffekts sein. Um die Bedeutung dieser Befunde beurteilen zu können, müssen weitere Studien abgewartet werden.

Finanzierung: keine Angaben

Ozturan O, Erdem T, Miman MC, Kalcioglu MT, Oncel S.
Effects of the electromagnetic field of mobile telephones on hearing.
Acta Otolaryngol 2002; 122 (3): 289-93

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Auswirkungen von Mobiltelefonstrahlung auf die audiometrisch abgeleiteten evozierten otoakustischen Emissionen.

Kollektiv: 30 erwachsene Probanden, davon 13 Frauen, Alter: 19 - 36 Jahre, Durchschnitt 25 J. Alle Probanden hatten ein normales Hörvermögen und waren von Beruf Medizinstudenten oder Krankenschwestern/-pfleger.

Exposition: GSM-Mobiltelefon Panasonic GD 600, 900 MHz. Keine Angabe zur spezifischen Absorptionsrate (SAR). Die Autoren erwähnen die übliche Strahlungsleistung von GSM-Mobiltelefonen zwischen 0.02 und 2.0 W.

Die Exposition erfolgte am rechten Ohr.

Methode: Bei jedem Probanden wurden vier Versuchssitzungen mit Aufzeichnung der evozierten otoakustischen Emissionen durchgeführt (Dauer jeweils 2 bis 2.5 Minuten). Nach dem zweiten Durchgang hielten die Probanden während zehn Minuten ein angeschaltetes Mobiltelefon ans rechte Ohr. Direkt danach erfolgte die dritte Aufzeichnung und zehn Minuten später die vierte Messung. Die akustischen Stimuli bestanden aus Klickgeräuschen mit einer Dauer von 80 µs und einer Rate von 50/sek.

Der Vergleich der Emissionsamplituden in den verschiedenen Aufzeichnungen erfolgte mittels t-Test für gepaarte Stichproben, nachdem die Normalverteilung mit einem Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft worden war.

Resultat: Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Amplitude der evozierten otoakustischen Emissionen. Das galt ebenso für den Vergleich der ersten beiden Aufzeichnungen wie für den Vergleich der zweiten und dritten sowie der dritten und vierten Messung.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Resultaten, dass eine zehnminütige Mobiltelefonexposition keinen erkennbaren Effekt auf die evozierten otoakustischen Emissionen hat.

Bemerkungen: Die Exposition erfolgte stets in der dritten Sitzung. Es gab weder eine Scheinexposition noch eine Kontrollgruppe. Wesentliche Angaben zur Exposition fehlen, es wurden keine Messungen durchgeführt.

Lass J, Tuulik V, Ferenets R, Riisalo R, Hinrikus H.

Effects of 7 Hz-modulated 450 MHz electromagnetic radiation on human performance in visual memory tasks.

Int J Radiat Biol 2002; 78 (10): 937-44

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses von Hochfrequenzstrahlung auf die kognitive Leistungsfähigkeit in visuellen Aufmerksamkeits- und Kurzzeitgedächtnistests.

Kollektiv: 100 Probanden, 37 Frauen, Durchschnittsalter: 21.4 J.

Exposition: Als Strahlungsquelle diente ein Signalgenerator mit einer Lambda/Viertel-Antenne in 10 cm Entfernung von der rechten Kopfseite. Pulsleistung: 1 W, Frequenz: 450 MHz, Pulsfrequenz: 7 Hz, Puls-zu-Pause-Verhältnis: 1.0, spezifische Absorptionsrate (SAR): 0.0095 W/kg.

Methode: Die Probanden wurden randomisiert und einfach verblindet während zehn bis zwanzig Minuten entweder einem 450-MHz-Feld oder Scheinexposition ausgesetzt. Es wurden drei visuelle Tests zu Aufmerksamkeit und Kurzzeitgedächtnis durchgeführt. Jeder Proband absolvierte alle drei Test unter den gleichen Expositionsbedingungen. Die Mittelwerte der Testergebnisse wurden mittels t-Test verglichen, die Anzahl der erfolglosen Probanden mittels Chi2-Test.

Resultat: Im Gedächtnistest war die Anzahl an falschen Antworten bei realer Exposition signifikant niedriger als bei Scheinexposition ($p=0.032$). Bei den beiden Aufmerksamkeitstests traten dagegen tendenziell mehr Fehler in der exponierten Gruppe auf (statistisch nicht signifikant), und die Variabilität der Testergebnisse innerhalb der Gruppe war signifikant grösser als in der Kontrollgruppe.

Schlussfolgerung: Möglicherweise hat die Hochfrequenzexposition je nach Art der kognitiven Leistung verschiedene Auswirkungen. Bei weniger komplexen Aufgaben könnten die Fehlerrate reduziert werden, bei komplexeren Aufgaben ansteigen.

Bemerkungen: Die bisherige Datenlage lässt kein einheitliches Bild bezüglich der Auswirkungen von Hochfrequenzexposition auf die Fehlerrate in kognitiven Tests erkennen. Schwächen dieser Studie sind die fehlende Verblindung der Untersucher und mögliche Unterschiede in der Leistung der beiden Gruppen, die bereits unabhängig von der Exposition bestanden. Nachfolgestudie: Rodina et al.: Study of effects of low level microwave field by method of face masking. Bioelectromagnetics 2005: 26 (7), 571-577.

Smythe JW, Costall B.

Mobile phone use facilitates memory in male, but not female, subjects.

Neuroreport 2003; 14 (2): 243-6

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Auswirkungen einer Mobiltelefonexposition auf das Kurz- und Langzeitgedächtnis.

Kollektiv: 62 Probanden, 29 Frauen, Alter: 18 bis 53 J., Durchschnittsalter 26.7 J.

Exposition: Mobiltelefon (Ericsson A2618s), Frequenz: 1800 MHz, spezifische Absorptionsrate (SAR): 0.79 W/kg.

Methode: Die Probanden absolvierten einen visuellen, verbalen Gedächtnistest, nachdem sie randomisiert einer von drei Expositionsgruppen zugeteilt worden waren: ohne Mobiltelefon, mit aktivem bzw. inaktivem Mobiltelefon. Die Probanden hielten das Telefon ans linke Ohr und waren nicht über den Expositionsstatus informiert, die Untersucher dagegen schon. Die Exposition erfolgte jeweils während der Lernphase und während einer Überbrückungszeit bis zum Abruf der gelernten Informationen (insgesamt 15 Minuten). Eine Woche später wurde die Gedächtnisleistung erneut überprüft. Ausgewertet wurden sowohl semantische Fehler (falsches Wort in Erinnerung) als auch Fehler in der räumlichen Zuordnung (Wort in einem vorgegebenen Pyramidenschema an der falschen Stelle). Die statistische Analyse erfolgte mittels Kruskal-Willis-Test und Mann-Whitney-U-Test.

Resultat: Beim Vergleich der beiden Gruppen mit Mobiltelefon zeigte sich im Kurzzeitgedächtnistest bezüglich der räumlichen Zuordnung eine signifikant niedrigere Fehlerrate in der real exponierten Gruppe als in der Kontrollgruppe. Dieser Unterschied war allerdings nur bei den Männern zu beobachten. Die Testergebnisse der Frauen in den verschiedenen Expositionsgruppen unterschieden sich nicht signifikant, ebenso wenig die Gedächtnisleistung aller Teilnehmer bei der Testung nach einer Woche.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse sind ein weiterer Hinweis darauf, dass Mobiltelefonexposition die kognitiven

Leistungen beeinflusst. Diese Effekte scheinen bei Männern und Frauen verschieden zu sein.

Bemerkungen: Der Altersunterschied zwischen den Personen ist ungewöhnlich gross, die Zusammensetzung der beiden Gruppen in dieser Hinsicht wird nicht angegeben. Einige Angaben zur Exposition fehlen. In den bisherigen Studien zur kognitiven Leistungsfähigkeit wurden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gefunden.

Finanzierung: University of Bradford

Röösli M, Moser M, Baldinini Y, Meier M, Braun-Fahrlander C.

Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure--a questionnaire survey.

Int J Hyg Environ Health 2004; 207 (2): 141-50

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Schlafphasen und Schlafqualität Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Bahnstrom Elektrische Geräte Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Schnurlostelefone Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien	Nicht bestimmt	Europa

Zusammenfassung

Ziel: Besseres Verständnis für die Befürchtungen von Personen, die über gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) klagen. Vergleich der Betroffenen mit einer repräsentativen Stichprobe aus der Schweizer Bevölkerung.

Kollektiv: Personen, die Beschwerden in Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern angeben.

Exposition: Verschiedene Strahlungsquellen im beruflichen und privaten Alltag.

Methode: Die Studienteilnehmer wurden über verschiedene Anlaufstellen (Behörden, Baubiologen, Telefongesellschaften u.a.) rekrutiert, an die sich Personen wenden können, die ihre Beschwerden auf EMF-Exposition zurückführen. Die Fragebögen betrafen das Auftreten von Gesundheitssymptomen, die EMF-Exposition (Strahlungsquellen, geschätzte durchschnittliche Exposition), eventuell getroffene Massnahmen und allgemeine demographische Angaben. Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mittels Chi-Quadrat-Test analysiert. Beim Vergleich zwischen den Betroffenen und der Allgemeinbevölkerung wurde ein Regressionsmodell verwendet und für Geschlecht, Alter, Bildungs- und Familienstand der Personen adjustiert. Einflussfaktoren: Geschlecht, Alter, Bildungs- und Familienstand.

Resultat: Von Juli 2001 bis Juni 2002 füllten 429 Personen die Fragebögen aus. Davon klagten 394 über gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit EMF-Exposition, die übrigen 35 gaben andere Gründe für die Beteiligung an der Umfrage an. Das durchschnittliche Alter der Teilnehmenden war 51 Jahre, 57% waren Frauen. Im Vergleich zur Gesamtbevölkerung (Durchschnittsalter 46,1 J.) waren die Betroffenen statistisch signifikant älter, hatten ein höheres Bildungsniveau und waren häufiger verheiratet. Insgesamt liessen sich die

gesundheitlichen Beschwerden in 47 verschiedene Symptome unterteilen. Am häufigsten genannt wurden Schlafstörungen (58% der Betroffenen) und Kopfschmerzen (41%), gefolgt von Nervosität/Stress (19%), Müdigkeit (18%) und Konzentrationsschwierigkeiten (16%).

74% der antwortenden Personen führten ihre Beschwerden auf das Vorhandensein von Mobilfunkbasisstationen zurück, 36% auf das Benutzen eines Mobiltelefons und 29% auf die Verwendung von Schnurlostelefonen. 27% der Befragten gaben Hochspannungsleitungen als Ursache der Beschwerden an, 20% nannten Zug- und Strassenbahnleitungen, 19% Computerbildschirme und 16% Transformatorenstationen.

Zwei Drittel der Betroffenen (65%) hatten etwas unternommen, um die Symptome zu reduzieren, 45% von ihnen versuchten, die Exposition zu vermeiden. 70% der Befragten hatten mindestens eine Beratung erhalten. Dabei wurden die Auskünfte von Behörden mehrheitlich als nicht zufriedenstellend bewertet, die Ratschläge von Selbsthilfegruppen, Therapeuten und Baubiologen erfüllten dagegen meistens die Erwartungen.

Schlussfolgerung: Es ergab sich kein Hinweis auf ein spezifisches Symptommuster bei Personen, die ihre Beschwerden auf EMF zurückführen. Schlafstörungen waren aber deutlich häufiger als bei Personen mit Multipler Chemischer Sensibilität oder Sick-Building-Syndrom.

Da es sich um eine deskriptive Erhebung handelt, lassen sich keine Aussagen darüber machen, ob zwischen der EMF-Exposition und den berichteten Symptomen ein Kausalzusammenhang besteht. Das Auftreten von Schlafstörungen und Kopfschmerzen sollte in Provokationsstudien unter kontrollierten und verblindeten Bedingungen untersucht werden.

Es besteht Verbesserungsbedarf bezüglich Information und Beratung der Betroffenen. In vielen Fällen könnte die Messung der tatsächlich bestehenden Exposition sowie eine individuelle Beratung durch Umweltfachleute und/oder Ärzte zur Klärung beitragen.

Finanzierung: Schweizerisches Bundesamt für Gesundheit (BAG)

Kundi M.
Mobile phone use and cancer.
Occup Environ Med 2004; 61 (6): 560-70

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review

Methode: Übersicht über technische, biologische und methodische Grundlagen sowie epidemiologische Studien und Tier- oder Zelleexperimente zum Thema Mobiltelefonexposition und Karzinogenese (Krebsentstehung).

Resultat: Insgesamt gibt es neun epidemiologische Studien zur Untersuchung des potenziellen Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonexposition und Tumorrisiko (sieben Fall-Kontrollstudien, zwei Kohortenstudien). Die meisten von ihnen haben das Auftreten von Hirntumoren untersucht. In einer Studie wurde das Risiko für Melanome der Uvea (mittlere Augenhaut) untersucht, in einer anderen berücksichtigte man zusätzlich die Häufigkeit von Speicheldrüsentumoren. Eine weitere Untersuchung evaluierte das Auftreten von Tumoren des blutbildenden und des lymphatischen Systems. Ausserdem wurde eine kleine Fall-Kontrollstudie zum Risiko von Tumoren des Gesichtsnervs veröffentlicht. Vier dieser Studien ergaben Hinweise auf ein erhöhtes Risiko bei Mobiltelefongebrauch, in fünf Publikationen zeigte sich kein derartiger Effekt. Die Durchführung aussagekräftiger Fall-Kontroll- oder Kohortenstudien ist aus verschiedenen Gründen schwierig. Problematisch ist unter anderem die Quantifizierung der Exposition, die Latenzzeit der Tumoren, die kleinen Fallzahlen und die Verfälschung der Resultate durch Confounder oder Bias. Auch der Wirkmechanismus, über den die Mobiltelefonemissionen zur Erhöhung des Krebsrisikos führen könnten, ist noch unbekannt.

Schlussfolgerung: Eine abschliessende Risikoabschätzung ist noch nicht möglich, epidemiologische Studien und tier- oder zelleexperimentelle Studien haben aber Evidenz geliefert, dass eine Langzeitexposition gegenüber Mobiltelefonstrahlung mit einer gering- bis mässiggradigen Erhöhung des Risikos bestimmter Krebserkrankungen einhergehen könnte. Daher sind Vorsichtsmassnahmen wie die Verwendung von Headsets, die Reduktion der Gesprächsdauer und die Entwicklung von Mobiltelefonen mit geringerer Strahlenemission zu

empfehlen. Kindern und Jugendlichen sollte vom Mobiltelefongebrauch abgeraten werden.

Bemerkungen: Vgl.: Kundi M.; Hansson Mild K.; Hardell L.; Mattsson M.: Mobile telephones and cancer - a review of epidemiological evidence. Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews 2004; 7 (5), 351-384. (Id.Nr. 1822)

Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the electroencephalogram during a visual working memory task.

Int J Radiat Biol 2000; 76 (12): 1659-67

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der EEG-Veränderungen bei Mobiltelefonexposition während eines visuellen Gedächtnistests.

Kollektiv: 24 gesunde Probanden, darunter 12 Frauen. Durchschnittsalter: 23.3 J.

Exposition: Standard-GSM-Mobiltelefon an der rechten Kopfseite, ca. 20 mm Abstand zwischen Antenne und Haut. Frequenz: 902 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsweite 0.557 ms. Maximale Sendeleistung: 2 W, durchschnittlich 0.25 W. SAR-Wert nach Angaben des Herstellers (Nokia) deutlich unter 2 W/kg.

Methode: Durchführung eines visuellen Gedächtnistests mit Hilfe von 25 verschiedenen Buchstaben, die auf einem Monitor erscheinen und als Zielreiz oder Nicht-Zielreiz erkannt werden müssen. EEG-Aufzeichnung während des Tests und Auswertung des Verhältnisses zwischen ereignisbezogenen Desynchronisationen (ERD) und Synchronisationen (ERS). Die Arbeitsgedächtnisbelastung wurde in drei Stufen variiert, alle Teilnehmer absolvierten alle drei Testniveaus mit EMF-Exposition und ohne Exposition. Es handelte sich um eine einfach verblindete Versuchsanordnung, die Reihenfolge der Niveaus und der Expositionssituationen war ausgeglichen. Varianzanalyse mit den Faktoren EMF (on, off), Zeit (15 Levels: 1500-1000 ms), Stimulus (Ziel, Nicht-Ziel), Arbeitsgedächtnisbelastung (Niveau 0, 1, 2) und Hemisphäre (rechts, links).

Resultat: Es zeigte sich kein signifikanter Effekt der EMF-Exposition auf die Fehlerrate oder die Reaktionszeiten.

Im Frequenzband von 6 bis 8 Hz reduzierten sich bei realer Exposition die ERD/ERS-Unterschiede, die durch Zielreize und Nicht-Zielreize hervorgerufen wurden. Im Frequenzband von 8 bis 10 Hz verstärkten und

verzögerten sich die ERD-Antworten ab ungefähr 500 ms nach der Präsentation des Reizes. Bei den beiden anderen Frequenzbändern (4-6 Hz und 10-12 Hz) waren keine signifikanten Expositionseffekte zu beobachten.

Schlussfolgerung: In Übereinstimmung mit einer früheren Studie von Krause et al. (Neuroreport 2000, 11:761-764) und anderen Untersuchungen scheint die EMF-Exposition das EEG überwiegend während der kognitiven Aktivität zu verändern. Die beobachteten Effekte betreffen hauptsächlich EEG-Frequenzbänder im Bereich von 8 Hz.

Bemerkungen: Es fehlt die Berechnung der SAR-Werte für die vorliegende Versuchsanordnung.

Finanzierung: Universität von Turku, Nokia Research Center und Academy of Finland.

D'Costa H, Trueman G, Tang L, Abdel-rahman U, Abdel-rahman W, Ong K, Cosic I.
Human brain wave activity during exposure to radiofrequency field emissions from mobile phones.
Australas Phys Eng Sci Med 2003; 26 (4): 162-7

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Effekts der elektromagnetischen Strahlung eines Mobiltelefons auf das EEG.

Kollektiv: 5 männliche und 5 weibliche Probanden, 18 bis 30 J. alt.

Exposition: Zwei verschiedene Mobiltelefone: 1) modifiziertes Nokia 6110 ohne Lautsprecher, 900 MHz, 217 Hz gepulst, durchschnittliche Leistung 250 mW, Standby- und Leistungskontrollfunktion ausgeschaltet. 2) Standard Ericsson GH388 im Standbymodus, 1 bis 31 Hz. Das Mobiltelefon lag hinter dem Kopf des Probanden, die Antenne war etwa 2 cm vom Hinterkopf entfernt.

Methode: Während der EEG-Aufzeichnung waren die Versuchspersonen wach und hielten die Augen geschlossen. Die beiden Experimente bestanden aus je zehn EEG-Aufzeichnungsphasen à fünf Minuten, von denen fünf mit eingeschaltetem Mobiltelefon stattfanden und fünf bei Scheinexposition. Die Elektroden befanden sich an drei Ableitungsorten: frontal, zentral und okzipital gemäss 10/20-System. Im ersten Versuch erfolgte die Exposition durch das Nokia-Mobiltelefon im Fullpower-Modus, im zweiten durch das Ericsson-Gerät im Standbybetrieb. Alle zehn Probanden nahmen an beiden Experimenten teil. Die Reihenfolge der Expositionen erfolgte randomisiert, die Teilnehmer waren nicht über den jeweiligen Status informiert (einfach verblindetes Setting). Die Signifikanzprüfung der Unterschiede im EEG zwischen Exposition und Scheinexposition erfolgte mittels t-Test für gepaarte Beobachtungen.

Resultat: Beim Vergleich der EEG-Amplituden zeigte sich unter Exposition im Fullpower-Modus eine statistisch signifikante Abnahme der durchschnittlichen Amplitudenhöhe in zwei EEG-Frequenzbändern. An der zentralen Ableitung war das Alpha- und das Betaband vermindert ($p=0.038$ bzw. 0.045), an der Hinterkopfelektrode nur das Betaband ($p=0.049$). Im Bereich der Stirnelektroden sowie bezüglich der übrigen Frequenzbänder ergaben

sich keine signifikanten Unterschiede. Bei Exposition im Standbybetrieb (Experiment 2) waren keine signifikanten Unterschiede im EEG zu erkennen. Bei der separaten Analyse der 32 einzelnen EEG-Frequenzen zeigten sich sieben signifikante Unterschiede im Sinne einer Powerabnahme, sechs davon betrafen den Fullpower-Modus, einer den Standby-Modus.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse weisen auf eine Veränderung der EEG-Aktivität im Alpha- und Betafrequenzband bei Exposition gegenüber einem Mobiltelefon im Fullpower-Modus hin.

Bemerkungen: Es wurden sehr viele statistische Tests durchgeführt, so dass die Wahrscheinlichkeit zufällig signifikanter Ergebnisse gross ist. Ob dies bei den Analysen im Sinne einer Korrektur für multiple Testung berücksichtigt wurde, ist nicht ersichtlich. Ebenfalls unklar bleibt, warum zwei verschiedene Mobiltelefone für die beiden Versuchsanordnungen verwendet wurden. Im Diskussionsteil wird kein Bezug zu früheren EEG-Studien hergestellt, die auf eine Erhöhung der Alpha-Amplitude unter Mobiltelefonexposition hingewiesen haben.

Finanzierung: Technische Ausrüstung von Telstra Research Laboratories

Kane RC.

A possible association between fetal/neonatal exposure to radiofrequency electromagnetic radiation and the increased incidence of autism spectrum disorders (ASD).

Med Hypotheses 2004; 62 (2): 195-7

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Die Inzidenz der Autismus-Diagnosen bei Kindern ist in Kalifornien in den letzten Jahren nahezu linear angestiegen. Vor 1980 betraf die Erkrankung eins von ungefähr 2000 Kindern, in einer Publikation aus dem Jahr 2002 wird die Inzidenz mit eins pro 700 Kinder beziffert. Da sich im gleichen Zeitraum die Benutzung von elektrischen Geräten mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung (z.B. Radios, Mikrowellenöfen, Mobiltelefone und Babyphones) etabliert und verbreitet hat, wird die Hypothese formuliert, dass die Zunahme an autistischen Erkrankungen bei Kindern mit dieser neuen Exposition zusammenhängen könnte.

Schlussfolgerung: Die aufgestellte Hypothese kann mit etablierten epidemiologischen Methoden wie Fragebogenerhebungen und Registerstudien überprüft werden.

Bemerkungen: Der Autor betrachtet verschiedene biologische Effekte der hochfrequenten elektromagnetischer Strahlung als erwiesen, belegt diese Aussagen aber nur mit einzelnen, oft älteren Studien.

Aus der Tatsache allein, dass die Inzidenz des Autismus und die Hochfrequenzexposition ungefähr gleichzeitig zugenommen haben, lässt sich noch kein Zusammenhang zwischen den beiden Faktoren ableiten.

Finanzierung: keine Angaben

Warren HG, Prevatt AA, Daly KA, Antonelli PJ.
Cellular telephone use and risk of intratemporal facial nerve tumor.
Laryngoscope 2003; 113 (4): 663-7

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob das Auftreten von intratemporalen Fazialistumoren mit dem Mobiltelefongebrauch assoziiert ist.

Kollektiv: 18 Patienten mit intratemporalem Fazialistumor (=IFN, seltener Tumor des Gesichtsnervs im Bereich des Schläfenbeins), diagnostiziert zwischen Juli 1995 und Juli 2000, im Universitätsklinikum von Florida. Drei Kontrollgruppen aus dem gleichen Klinikregister: a) 51 Patienten mit Akustikusneurinom, b) 72 Patienten mit Rhinosinusitis (=Nasennebenhöhlenentzündung) und c) 69 Patienten mit Dysphonie (=Heiserkeit) oder gastroösophagealer Refluxkrankheit (=Magensaftübertritt in die Speiseröhre mit Schleimhautentzündung). Matching der Fälle und Kontrollen nach Alter, Geschlecht und ethnischer Zugehörigkeit.

Exposition: Verwendung von Mobilfunkgeräten in Beruf oder Freizeit.

Methode: Befragung der Teilnehmer mittels Telefoninterview bezüglich Beruf, sozialen Gewohnheiten, Risikofaktoren, früheren Erkrankungen und Verwendung von Mobiltelefonen oder anderen Mobilfunkgeräten. Für die statistische Auswertung wurden die beiden Nichttumor-Kontrollgruppen (b und c) zu einer Gruppe zusammengenommen und mit den IFN-Tumor- sowie den Akustikusneurinom-Patienten verglichen. Die Analyse erfolgte mittels multivariater nichtbedingter logistischer Regression, Berechnung von Odds Ratios und 95%-Konfidenzintervallen.

Resultat: Zwei der 18 IFN-Tumor-Patienten telefonierten mindestens einmal pro Woche mit einem Mobiltelefon (11,1%). Bei den Patienten mit Akustikusneurinom waren es 11 Personen (21,6%), in der Nichttumor-Kontrollgruppe 31 (22.0%). Die durchschnittliche Anzahl an Stunden pro Monat bzw. Jahren des

Mobiltelefongebrauchs betrug für IFN-Tumor-Patienten 208.93 bzw. 1.00, für Patienten mit Akustikusneurinom 130.84 bzw. 5.67 und für Kontrollpersonen ohne Tumorerkrankung 59.60 bzw. 1.00. Bei Patienten mit IFN-Tumor war die Odds Ratio für regelmässigen Gebrauch von Mobiltelefonen 0.4 (95%-CI: 0.1-2.1), für Patienten mit Akustikusneurinom lag sie bei 1.0 (95%-CI: 0.4-2.2). Es zeigte sich kein signifikanter Anstieg des Tumorrisikos bei regelmässiger Verwendung eines Autotelefon (IFN-Tumore: OR=2.4, 95%-CI: 0.4-13.0, Akustikusneurinome: OR=2.1, 95%-CI: 0.6-7.0).

Schlussfolgerung: Die regelmässige Verwendung von Mobiltelefonen scheint nicht mit einem erhöhten Risiko für IFN-Tumore assoziiert zu sein. Da die Expositionsdauer im Verhältnis zur Latenzzeit der Tumoren kurz ist, können noch keine endgültigen Aussagen getroffen werden.

Bemerkungen: Die Anzahl der IFN-Tumor-Patienten mit regelmässigem Mobiltelefongebrauch ist sehr klein. Wie die Autoren selbst anmerken, reicht die statistische Power der Studie nicht aus, um ein eventuell vorhandenes leicht erhöhtes Tumorrisiko nachzuweisen. Obwohl bei der Erhebung der Telefongewohnheiten offensichtlich danach gefragt wurde, geht aus den Resultaten nicht hervor, ob es sich bei den verwendeten Mobiltelefonen um analoge oder digitale Geräte handelte. Zudem erscheint die Angabe von durchschnittlich 208.93 Stunden Mobiltelefongebrauch pro Monat für die beiden Patienten mit IFN-Tumor sehr fraglich, da sie einer täglichen Gesprächsdauer von ca. 7 Stunden entsprechen würde. Auch die Verwendung von Akustikusneurinom-Patienten als Kontrollpersonen erscheint wegen des mit dieser Erkrankung einhergehenden Hörverlusts fragwürdig. Eine weitere Unklarheit ist, dass gematchte Fall-Kontrollstudien normalerweise mittels bedingter logistischer Regression ausgewertet werden. Hier wurde eine nichtbedingte Regression angewendet.

Finanzierung: keine Angaben

Lönn S, Klaeboe L, Hall P, Mathiesen T, Auvinen A, Christensen HC, Johansen C, Salminen T, Tynes T, Feychting M.

Incidence trends of adult primary intracerebral tumors in four Nordic countries.

Int J Cancer 2004; 108 (3): 450-455

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Inzidenztrends von Hirntumoren bei Erwachsenen in Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden von 1969 bis 1998.

Kollektiv: Patienten mit gut- oder bösartigen primären intrazerebralen Hirntumoren im Alter von 20 bis 79 Jahren aus den nationalen Krebsregistern der vier skandinavischen Länder. Ausgeschlossen wurden Patienten mit Neurinomen, Meningeomen, Lymphomen und Epiphysentumoren (=Zirbeldrüsentumoren), da diese Tumoren sich zwar im Kopf befinden, aber nicht direkt im Gehirn (intrazerebral). Sie betreffen andere Strukturen wie Hirnnerven und Hirnhäute.

Exposition: Einführung und Verbreitung des Mobilfunks in der Bevölkerung.

Methode: Berechnung der Inzidenzraten pro 100'000 Personenjahre für Männer und Frauen getrennt, Stratifizierung nach 5-Jahres-Altersgruppen. Die "person years at risk" wurden mithilfe der nationalen Bevölkerungsregister geschätzt. Als Standard für die Altersverteilung in der Bevölkerung der skandinavischen Länder diente das Jahr 1985.

Analyse der Inzidenz-Zeitrends mittels Poisson-Regression, Schätzung der jährlichen Veränderung der Inzidenzraten und ihrer 95%-Konfidenzintervalle. Unterteilung in drei Zeitperioden: a) 1969-1976: vor der Verbreitung der Computertomographie (CT), b) 1977-1983: vor der Einführung des Mobilfunks, c) 1984-1998: CT weit verbreitet und Mobilfunk schnell zunehmend. Berechnung der Inzidenzraten-Verhältnisse (incidence rate ratios) in Bezug auf 1983 als Referenzjahr, Adjustierung für Land und Alter.

Resultat: Insgesamt wurden im Studienzeitraum in allen vier Ländern gemeinsam 43'120 Hirntumorpatienten identifiziert (55% Männer). Die altersstandardisierte Gesamtinzidenz für Hirntumoren allgemein lag zwischen 8.4 und 11.8 pro 100'000 Männer und 5.8 bis 9.3 pro 100'000 Frauen. Insgesamt zeigte sich ein jährlicher Inzidenzanstieg bei Männern um 0.6% (95%CI: 0.4-0.7) und bei Frauen um 0.9% (95% CI: 0.7-1.0). Die Analyse nach Zeitabschnitten ergab, dass dieser Anstieg sich auf den Zeitraum zwischen 1977 und 1983 beschränkte. In dieser Periode nahm die Inzidenz aller Hirntumore pro Jahr um 1.7% (Männer) bzw. 1.8% (Frauen) zu. In den beiden anderen Abschnitten des Studienzeitraums blieben die Erkrankungsraten nahezu konstant oder nahmen tendenziell ab. Zudem betraf der Inzidenzanstieg überwiegend die Altersgruppe der 60- bis 79-Jährigen.

Schlussfolgerung: Insgesamt ist die Hirntumorinzidenz bei Erwachsenen in diesen vier Ländern in den letzten 15 Jahren weitgehend unverändert geblieben. Der Inzidenzanstieg Ende der Siebziger- und Anfang der Achtzigerjahre liegt zeitgleich mit der Einführung der Computertomographie und betrifft überwiegend die ältere Bevölkerung. Seit 1983 und nach der Verbreitung des Mobilfunks Anfang der 1990er Jahre war keine Zunahme der intrazerebralen Hirntumoren zu beobachten. Die Ergebnisse weisen nicht auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonexposition und Hirntumorinzidenz hin, über Langzeiteffekte können noch keine Aussagen gemacht werden.

Bemerkungen: Das Ausmass der Mobilfunkexposition in der Bevölkerung wird nicht untersucht, sondern nur vom Zeitpunkt der Einführung von Mobiltelefonen abgeleitet. Andere Risikofaktoren, die evtl. die Tumorinzidenz beeinflussen könnten, werden nicht erfasst. Es handelt sich um eine rein deskriptive Studie.

Finanzierung: keine Angaben

Cook A, Woodward A, Pearce N, Marshall C.
Cellular telephone use and time trends for brain, head and neck tumours.
N Z Med J 2003; 116 (1175): U457

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob sich seit der Einführung der Mobiltelefone die Inzidenzraten der bösartigen Hirn-, Kopf- und Halstumoren in Neuseeland verändert haben.

Kollektiv: Patienten im Alter von 20 bis 69 Jahren mit bösartigen Hirn- oder Kopf-/Halstumoren, die im nationalen Krebsregister von Neuseeland zwischen 1986 und 1998 verzeichnet sind.

Exposition: Bevölkerungsanteil von Personen, die als Mobiltelefonbenutzer bei den Telefongesellschaften registriert waren. Unterteilung der Kopf- und Gehirnregionen in stark oder weniger stark exponierte Areale bei Mobiltelefongebrauch.

Methode: Erhebung der Tumorinzidenzen von 1986 als Ausgangswert vor Einführung der Mobiltelefone und der Inzidenzen in den Jahren 1987 bis 1998. Berechnung der altersstandardisierten, jährlichen Erkrankungsraten pro 100'000 für Männer und Frauen. Durchführung von Trend- und Regressionsanalysen.

Resultat: Die Inzidenzen aller hier untersuchten Tumorarten haben sich seit der Einführung der Mobiltelefone in Neuseeland nicht wesentlich verändert. Da die Informationen zum Mobiltelefongebrauch nur auf Bevölkerungsebene vorlagen, kann nicht eruiert werden, ob bzw. wie viele Patienten ein Mobiltelefon benutzten. Bei einigen Tumoren waren die Inzidenzraten sehr niedrig, so dass Trends schwer zu beurteilen sind.

Schlussfolgerung: Es ergab sich kein Hinweis auf eine Zunahme der bösartigen Hirn- und Kopf-/Halstumore in Neuseeland seit der Einführung der Mobiltelefone. Weitere Studien mit individueller Expositionserfassung und längerem Beobachtungszeitraum sind erforderlich.

Bemerkungen: Offenbar wurden altersstandardisierte Inzidenzraten berechnet, im Resultateteil sind aber nur die Zahlen für alle Altersgruppen gemeinsam aufgeführt. Es finden sich keine Angaben zur Signifikanzprüfung (p-Werte, Konfidenzintervalle). Wie die Autoren selbst anmerken, kann mit solchen ökologischen Studien nichts über kausale Zusammenhänge zwischen Exposition und Erkrankungshäufigkeit ausgesagt werden.

Finanzierung: Health Research Council

Van Leeuwen GM, Lagendijk JJ, Van Leersum BJ, Zwamborn AP, Hornsleth SN, Kotte AN.
Calculation of change in brain temperatures due to exposure to a mobile phone.
Phys Med Biol 1999; 44 (10): 2367-79

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Berechnung der Temperaturveränderung in einem menschlichen Kopf bei Mobiltelefonexposition anhand eines realistischen Modells.

Resultat: Die Berechnungen ergaben einen Anstieg der Gehirntemperatur von maximal 0.11 °C bei Exposition gegenüber einem Mobiltelefon mit durchschnittlicher Leistung von 0.25 W und unbestimmter Expositionsdauer. Der höchste Wert für die spezifische Absorptionsrate, gemittelt über 10 g Gewebe, lag bei 1.6 W/kg. Die stärkste Temperaturzunahme ist im Bereich der Haut zu erwarten. Zur Überprüfung der berechneten Werte wurde die Änderung der Hauttemperatur auch experimentell gemessen.

Schlussfolgerung: Es ist möglich, numerische und thermale Modelle zu kombinieren, um den Temperaturanstieg zu berechnen, der durch ein Mobiltelefon verursacht wird. Obwohl die errechneten Werte über einigen geltenden Grenzwerten liegen, ist der Temperaturanstieg viel zu gering, um anhaltende Effekte zu bewirken.

Samkange-Zeeb F, Berg G, Blettner M.
Validation of self-reported cellular phone use.
J Expo Anal Environ Epidemiol 2004; 14 (3): 245-8

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich zwischen den Angaben von Studienteilnehmern zu ihrem Mobiltelefongebrauch und den Daten von Telefongesellschaften. Validierungsstudie im Rahmen der internationalen Fall-Kontrollstudie "Interphone" zur Häufigkeit von Hirntumoren bei Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern.

Kollektiv: 68 Personen zwischen 30 und 60 Jahren, die bei einem Mobilfunkanbieter in Deutschland als Kunden registriert waren.

Exposition: Verwendung eines Mobiltelefons im Alltag.

Methode: Über einen Zeitraum von drei Monaten stellten die Mobilfunkanbieter prospektiv die Daten der Studienteilnehmer zur Verfügung: Datum, Art des Anrufs (eintreffend oder ausgehend, Text oder Sprache), Dauer des Gesprächs. Danach wurden die Studienteilnehmer in einem persönlichen Interview zu ihren Telefongewohnheiten befragt.

Die statistische Analyse erfolgte mittels Spearman's Rangkorrelation. Variablen: Anzahl der Anrufe, durchschnittliche Gesprächsdauer, kumulativer Mobiltelefongebrauch in drei Monaten (Anzahl x Dauer). Prüfung der Übereinstimmung mittels Kappa-Statistik, Korrelation nach Alter und Geschlecht.

Resultat: Verglichen mit den Firmendaten unterschätzten die Studienteilnehmer die Anzahl ihrer Anrufe pro Tag leicht. Wesentlich deutlicher überschätzten sie die durchschnittliche Dauer der Gespräche. Bezüglich der Anzahl an Anrufen ergab sich ein Korrelationskoeffizient von $r=0.62$ (95%-CI: 0.45-0.75), in Hinsicht auf die Dauer von $r=0.34$ (95%-CI: 0.11-0.54). Die Kappa-Koeffizienten lagen bei 0.43 (95%-CI: 0.28-0.577) bzw. 0.18 (95% CI: 0.01-0.35). Für den kumulativen Mobiltelefongebrauch über drei Monate ergab die Spearman-Rangkorrelation

$r=0.56$ (95%-CI: 0.38-0.70). Die Angaben der Frauen trafen besser zu als die der Männer, und bei Personen in der obersten Altersklasse (> 50 J.) war die Übereinstimmung am besten.

Schlussfolgerung: Insgesamt waren die Angaben der Studienteilnehmer einigermaßen zutreffend. Da sich die Probanden an die Anzahl der Anrufe genauer erinnern konnten als an die Dauer der Gespräche, erscheint dieser Parameter besser geeignet, um die Mobiltelefonexposition in epidemiologischen Studien abzuschätzen.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, wird die Zuverlässigkeit der Probandenangaben in dieser Studie wahrscheinlich überschätzt, da es sich bei den Studienteilnehmern um besonders motivierte Personen gehandelt haben dürfte (Selektionsbias). Zudem war der Zeitraum von drei Monaten relativ kurz, und die Teilnehmer achteten während der Studie wahrscheinlich mehr auf ihre Telefongewohnheiten als sonst.

Finanzierung: keine Angaben (Teil der Interphone-Studie)

Breckenkamp J, Berg G, Blettner M.

Biological effects on human health due to radiofrequency/microwave exposure: a synopsis of cohort studies.

Radiat Environ Biophys 2003; 42 (3): 141-54

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Sterblichkeit (allgemein) Studiendesign, Statistik Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review von neun Kohortenstudien aus verschiedenen Ländern zur beruflichen Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung.

Kollektiv: Beruflich exponierte Personen.

Exposition: Diverse Strahlungsquellen wie Schweissgeräte, Rundfunkeinrichtungen, Radar und andere Geräte zur drahtlosen Kommunikation.

Methode: Systematische Literatursuche und Diskussion der Kohortenstudien.

Resultat: Ein wesentliches Problem bei der Durchführung der Kohortenstudien ist die Expositionabschätzung, die meist nicht individuell bzw. per Messung erfolgt, sondern über die Einteilung in Berufskategorien mit verschieden hoher Strahlenbelastung. Zudem sind die Fallzahlen bei seltenen Erkrankungen wie Krebs oft zu klein, um sie statistisch zu analysieren. Lösungsmöglichkeiten wären stichprobenartige Expositionsmessungen oder die Durchführung von eingebetteten Fall-Kontrollstudien. Ein weiteres Problem bei der Interpretation der Studienergebnisse ist, dass Strahlung unterschiedlicher Frequenz evaluiert wurde, und die Krankheitsendpunkte verschieden waren (Tumoren verschiedener Organe). Teilweise wurden Inzidenzen verglichen, teilweise Mortalitätsraten. Ebenfalls möglich ist, dass neben der Strahlenexposition noch andere berufliche Belastungen bestanden (z.B. Chemikalien). Ausserdem fehlen in manchen Studien Angaben zur Altersverteilung, in anderen wurden sehr viele statistische Tests durchgeführt, so dass die Gefahr von zufällig signifikanten Ergebnissen besteht.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die Ergebnisse bezüglich aller bösartigen Tumoren zusammen als

inkonsistent: Drei Studien ergaben signifikant erhöhte Inzidenz- bzw. Mortalitätsraten bei exponierten Personen, drei andere signifikant niedrigere als in der nichtexponierten Referenzgruppe. In den übrigen drei Untersuchungen waren die relativen Risiken in beiden Gruppen ungefähr gleich gross. Subgruppenanalysen für Dickdarm- und Prostatakrebs ergaben nicht signifikant erhöhte Risiken bei Exponierten. In Bezug auf die Sterblichkeit an Lungen- oder Herz-Kreislaufkrankheiten lagen die Raten der exponierten Studienteilnehmer niedriger als die Erwartungswerte ('healthy worker effect'). Insgesamt ergibt sich keine Evidenz dafür, dass hochfrequente Strahlung Krebs verursacht.

Bemerkungen: Die Ergebnisse zum Leukämie-/Lymphomrisiko werden nicht diskutiert. Die Aussage aus dem Abstract "In most of the studies, an increased risk for various types of cancer was found in exposed study participants, although in different organs" lässt sich anhand des Haupttexts und der Tabellen nicht nachvollziehen.

Taylor DM, Bennett DM, Carter M, Garewal D.

Mobile telephone use among Melbourne drivers: a preventable exposure to injury risk.

Med J Aust 2003; 179 (3): 140-2

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Erfassung der Anzahl an Mobiltelefonbenutzern unter den Autofahrern in Melbourne.

Kollektiv: Autofahrer in Melbourne im Oktober 2002.

Methode: An zwölf Beobachtungspunkten in Melbourne wurden während jeweils drei Stunden die Autofahrer insgesamt und die Mobiltelefonbenutzer gezählt. Für die Telefonierenden dokumentierte man zusätzlich das Geschlecht und das geschätzte Alter. Wie viele Autofahrer ein Telefon mit Freisprechanlage benutzten, wurde nicht registriert. Statistik: Berechnung der Anzahl an Mobiltelefonbenutzern pro 1000 Fahrer, Subgruppenvergleiche mittels Chi-Quadrat-Test.

Resultat: In den 36 Stunden Beobachtungszeit wurden 17'023 Autofahrer gezählt, von denen 315 ein Mobiltelefon benutzten (ca. 2%). Frauen und Männer telefonierten ungefähr gleich häufig. In der Altersklasse der über 50-Jährigen telefonierten signifikant weniger Personen als in den beiden anderen Altersgruppen (<30 und 30 bis 50 J.). Zwischen 17 und 18 Uhr wurde signifikant mehr telefoniert als am Vormittag oder frühen Nachmittag.

Schlussfolgerung: Trotz des bestehenden Verbots ist die Rate der Mobiltelefonbenutzer unter den Autofahrern in Melbourne hoch. Da dies wahrscheinlich als vermeidbare Unfallursache zu betrachten ist, sollte dieser Zusammenhang weiter erforscht werden, und es sollten weitere Massnahmen ergriffen werden, um die Autofahrer vom Telefonieren am Steuer abzuhalten.

Bemerkungen: Mehrere Leserbriefe und Antwort der Autoren in derselben Ausgabe des "Medical Journal of

Australia" (S.43/44): Es ist schwierig, in Studien zu belegen, wie viele Unfälle wirklich während des Telefonierens am Steuer passieren. Die meisten bisherigen Untersuchungen haben methodische Schwächen, in Perth sind aber zwei grosse epidemiologische Studien im Gange. Der Zeitpunkt des Gesprächs in Telefonrechnungen ist oft ungenau, evtl. wurde erst kurz nach dem Unfall telefoniert. Auf die Angaben der Unfallbeteiligten kann man sich nur bedingt verlassen, und direkte Beobachtungen sind selten. Freisprechanlagen vermindern das Unfallrisiko wahrscheinlich nicht wesentlich, sollten daher berücksichtigt werden. Unklar ist, welche Massnahmen den Mobiltelefongebrauch von Autofahrern reduzieren könnten.

Hardell L, Hansson Mild K, Sandstrom M, Carlberg M, Hallquist A, Pahlson A.
Vestibular schwannoma, tinnitus and cellular telephones.
Neuroepidemiology 2003; 22 (2): 124-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien
Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Bericht zum Vorkommen von Tinnitus (=Ohrgeräusch) und Vestibularisschwannomen (=Akustikusneurinome, gutartige Tumoren des achten Hirnnervs (Nervus statoacusticus oder vestibulocochlearis) bei Mobiltelefonbenutzern. Inzidenz des Vestibularisschwannoms und anderer Tumoren des Zentralnervensystems von 1960 bis 1998 in Schweden.

Methode: Befunde verschiedener Untersuchungen der schwedischen Forschergruppe: a) Querschnittsstudie zum Auftreten von gesundheitlichen Beschwerden bei Mobiltelefonbenutzern (Ofstedal 2000, Sandström 2001), b) Fall-Kontroll-Studie zu Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorhäufigkeit (Hardell 2002), c) Analyse der Vestibularisschwannom-Inzidenz von 1960 bis 1998 gemäss schwedischem Krebsregister, d) drei Fallbeschreibungen zum Auftreten von Tinnitus bei Mobiltelefonbenutzern.

Resultat: a) Von 7803 Mobiltelefonbenutzern, die sich an der schwedischen Querschnittsstudie beteiligten, berichteten 76 (1%) spontan (ausserhalb des strukturierten Fragebogens) über Beschwerden im Bereich des Ohrs, 18 Personen klagten über Tinnitus.
b) In der Fall-Kontroll-Studie ergab sich für das Risiko eines Vestibularisschwannoms bei Benutzern von analogen Mobiltelefonen (Dauer >1 J.) eine Odds Ratio von 3.45 (95%CI: 1.77-6.76). Für Benutzer von digitalen Mobiltelefonen resp. Schnurlostelefonen lag die Odds Ratio bei 1.21 (95%CI: 0.66-2.22) resp. 1.03 (95%CI: 0.62-1.72).
c) Die altersstandardisierte Inzidenz des Vestibularisschwannoms nahm in Schweden zwischen 1960 und 1998 um jährlich 2.53% zu (95%CI: 1.71-3.35). Am deutlichsten war die Zunahme in der Altersgruppe der 50- bis 59-

Jährigen. Bei separater Analyse ergab sich nur für den Zeitraum von 1980 bis 1998 ein signifikanter Inzidenzanstieg um 2.16% pro Jahr (95%CI: 0.72-3.62). Zwischen 1960 und 1979 sank die Erkrankungsrate dagegen jedes Jahr um 0.64% (95%CI: -3.02-1.80). Die Inzidenzen aller anderen gutartigen bzw. aller bösartigen Hirntumore nahmen zwischen 1980 und 1998 tendenziell ab (Odds Ratios: -0.01 bzw. -0.06).

Schlussfolgerung: Die Schlussfolgerungen der Autoren lauten: a) und d) Aus den Berichten über Tinnitus bei Mobiltelefonbenutzern kann kein Kausalzusammenhang abgeleitet werden. Ein eventueller Wirkmechanismus ist nicht bekannt.

b) Ein signifikant erhöhtes Vestibularisschwannom-Risiko ergab sich nur bei Benutzern von analogen Mobiltelefonen. Für digitale Geräte und Schnurlostelefone waren die Ergebnisse nicht signifikant und beruhen auf kleinen Fallzahlen. c) Da die Vestibularisschwannom-Inzidenz auch in den Neunzigerjahren noch anstieg, wenn auch nicht mehr so deutlich wie Anfang der Achtzigerjahre nach Einführung von CT und MRI, ist sie nicht nur auf die verbesserte Diagnostik zurückzuführen. Ein tatsächlicher Anstieg der Tumorfrequenz ist nicht auszuschliessen. Die sinkende Tendenz bei allen anderen Hirntumoren könnte mit der zurückgehenden Anzahl an Autopsien in Schweden zusammenhängen. Der Befund zum Anstieg des Vestibularisschwannoms bei 50- bis 59-Jährigen weicht von den Ergebnissen anderer Studien ab und sollte weiter untersucht werden.

Bemerkungen: Die Ergebnisse der Fall-Kontrollstudie sind bereits mehrfach publiziert. Aus den Fallberichten und der Inzidenzanalyse lassen sich keine Rückschlüsse auf einen eventuellen Zusammenhang mit dem Mobilfunk ziehen. Insgesamt bleibt unklar, welche neuen Erkenntnisse diese Publikation enthält.

Hardell L, Hallquist A, Hansson Mild K, Carlberg M, Gertzen H, Schildt EB, Dahlqvist A.
No association between the use of cellular or cordless telephones and salivary gland tumours.
Occup Environ Med 2004; 61 (8): 675-679

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: weitere

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Auftreten von Speicheldrüsentumoren.

Kollektiv: Patienten mit Speicheldrüsentumoren aus verschiedenen Regionen Schwedens.

Exposition: Verwendung eines Mobiltelefons.

Methode: Patienten aus regionalen Krebsregistern in Schweden, 1994 bis 2000. Vier Kontrollpersonen pro Patient, Matching nach Geschlecht und Alter (5-Jahres-Gruppen), zufällig ausgewählt aus Bevölkerungsregistern. Befragung der Studienteilnehmer zur Mobiltelefonbenutzung mittels Fragebogen (Art des Telefons, Benutzungsdauer, Intensität). Statistik: nicht bedingte logistische Regression zur Berechnung von Odds Ratios und 95%-Konfidenzintervallen.

Resultat: 415 Patienten mit Speicheldrüsentumoren, häufigste Lokalisation: Ohrspeicheldrüse. Die Daten von 96 Personen wurden nicht berücksichtigt, weil die Patienten inzwischen verstorben waren. 26 Personen wurden aus anderen Gründen ausgeschlossen. Insgesamt beantworteten 267 Patienten und 1053 Kontrollpersonen den Fragebogen. Von den Fällen benutzten 91 Personen (34.1%) ein Mobiltelefon, von den Kontrollen 352 (33.4%). Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Auftreten von Speicheldrüsentumoren. Die Odds Ratio für alle Mobiltelefonbenutzer zusammen lag bei 1.02 (95%CI: 0.75-1.38). Für Benutzer von Analogtelefonen ergab sich eine Odds Ratio von 0.92 (95%CI: 0.58-1.44), für Benutzer von Digitaltelefonen von 1.01 (95%CI: 0.68-1.50) und für Benutzer von Schnurlostelefonen von 0.99 (95%CI: 0.68-1.43).

Schlussfolgerung: Es wurde kein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Auftreten von Speicheldrüsentumoren gefunden. Auch bei längerer Benutzungsdauer oder grösserer Anzahl an Gesprächsstunden änderte sich das Ergebnis nicht. Über Langzeiteffekte kann noch nichts ausgesagt werden.

Bemerkungen: Durch den Ausschluss der Daten von bereits verstorbenen Personen wird das Ergebnis möglicherweise beeinflusst. Dies wurde auch an den Studien der gleichen Forschergruppe zum Hirntumorrisiko von Mobiltelefonbenutzern kritisiert (Hardell et al. 2002).

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Hardell L, Mild KH, Johansson B.

Cellular and cordless telephones and basal cell carcinoma: a case report.

Arch Environ Health 2003; 58 (6): 380-382

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Kollektiv: 50-jähriger Mann, bei dem im Verlauf des Jahres 2001 sechs Hautveränderungen im Gesicht und an der Kopfhaut aufgetreten waren. Eine dieser Läsionen hatte sich nach Entfernung und histologischer Untersuchung als aggressive Form von Basalzell-Hautkrebs (=Basalzellkarzinom, Basaliom) erwiesen. Fünf Hautveränderungen befanden sich an der rechten Seite des Kopfes, eine an der linken.

Exposition: Laut Angaben des Patienten wenig Sonnenexposition, kaum Sonnenbrände, keine Exposition gegenüber ionisierender Strahlung oder Chemikalien. Seit 1987 Benutzung verschiedener Mobiltelefone. Kumulative Exposition durch ein analoges Mobiltelefon: 266 Std., ein digitales GSM-Telefon: 2737 Std. und ein Schnurlostelefon: 61 Std. Der Patient telefonierte stets auf der rechten Seite.

Methode: Fallbeschreibung.

Schlussfolgerung: Die beträchtliche Mobiltelefonexposition könnte das Hautkrebsrisiko des Patienten erhöht haben. Das Basalzellkarzinom ist 10 bis 15 Jahre vor dem Alter aufgetreten, in dem es normalerweise beobachtet wird. Die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen Mobilfunkexposition und Hautkrebs sollte weiter evaluiert werden.

Bemerkungen: Aus einer Fallbeschreibung lässt sich kein Kausalzusammenhang zwischen Exposition und Erkrankung ableiten. Bei den Angaben des Patienten ist mit einem Recall-Bias zu rechnen. Neben der Sonnenbestrahlung gibt es weitere Risikofaktoren für Basaliome, z.B. eine familiäre Vorbelastung oder eine Phototherapie bei chronischen Hauterkrankungen, zu denen in der Publikation nichts ausgesagt wird.

Silny J, Meyer M, Wiesmüller G, Dott W.

Gesundheitsrelevante Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks und anderer neuer Kommunikationssysteme.

Umweltmed Forsch Prax 2004; 9 (3): 127-136

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Land:
Zentralnervensystem
Europa

Wirkungsdauer:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zu den Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Gesundheit.

Kollektiv: Gesamtbevölkerung.

Exposition: Emissionen des Mobilfunks und anderer Kommunikationssysteme.

Methode: Zusammenfassung und Diskussion wissenschaftlicher Publikationen aus den letzten zehn Jahren.

Resultat: Es lässt sich kein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Mobilfunkstrahlung und der Inzidenz von Tumoren erkennen. Unspezifische Symptome werden in Umfragen in der Nähe von Basisstationen vermehrt angegeben, ein Kausalzusammenhang ist aber zu bezweifeln, da in Provokationsstudien keine entsprechenden Assoziationen beobachtet wurden. Zur Beeinflussung der kognitiven Leistungsfähigkeit und des Schlafs durch Mobilfunkfelder liegen inkonsistente Resultate vor. In Tierexperimenten zur Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke hat sich keine oder nur eine relativ geringe Steigerung der Albumindurchlässigkeit gezeigt. Ob es bei den experimentellen Studien zu einer Erwärmung des Gehirns kam, wird in laufenden Studien überprüft. Funktionsstörungen von medizinischen Implantaten können nur auftreten, wenn der Abstand zum Mobiltelefon weniger als 15 cm beträgt. Elektromagnetische Felder von Basisstationen sind zu schwach, um elektronische Implantate zu beeinflussen.

Schlussfolgerung: Insgesamt stützt die aktuelle wissenschaftliche Literatur nicht die Befürchtung, dass Mobilfunkfelder die Ursache für gesundheitliche Beschwerden und Erkrankungen sind.

Mann K, Röschke J.

Sleep under exposure to high-frequency electromagnetic fields.

Sleep Med Rev 2004; 8 (2): 95-107

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review der wissenschaftlichen Literatur zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf den Schlaf.

Methode: Literaturanalyse

Resultat: Die epidemiologische Forschung zur Hochfrequenzexposition hat sich bisher auf das Krebsrisiko konzentriert. Die Ergebnisse dazu sind inkonsistent, mehrheitlich aber negativ. Zu anderen eventuellen Gesundheitsrisiken gibt es noch wenig Daten. Personen, die gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit EMF-Exposition angeben, berichten nicht in erster Linie über Schlafstörungen. Die experimentellen Untersuchungen zum Einfluss von Hochfrequenzstrahlung auf den Schlaf und das Schlaf-EEG sind nur bedingt vergleichbar, weil verschiedene Versuchsanordnungen verwendet wurden.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse der bisher vorliegenden experimentellen Studien sind nicht konsistent, sprechen insgesamt aber dafür, dass die Hochfrequenzstrahlung einen Einfluss auf den Schlaf und das Schlaf-EEG haben könnte. Am ehesten scheint sich ein leicht schlaffördernder Effekt sowie eine Zunahme der Alpha-Band-Amplitude des EEGs beobachten zu lassen. Ob diese Veränderungen gesundheitsrelevant sind, lässt sich noch nicht beurteilen und sollte in weiteren Untersuchungen evaluiert werden.

Davoudi M, Brössner C, Kuber W.

Der Einfluss elektromagnetischer Wellen auf die Spermienmotilität.

Journal für Urologie und Urogynäkologie 2002; 9 (3): 18-22

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob die Exposition gegenüber einem Mobiltelefon die Beweglichkeit menschlicher Samenzellen (Spermienmotilität) beeinflusst.

Kollektiv: 13 gesunde Männer im Alter von 26 bis 39 Jahren (Durchschnitt: 31,2 J.) mit einem nach WHO-Kriterien normalen Spermogramm. Nichtraucher.

Exposition: Tragen und Benutzen eines GSM-Mobiltelefons während fünf Tagen, sechs Stunden täglich.

Methode: Vor der Analyse des ersten Spermogramms, das als Ausgangswert diente, wurden die Probanden angewiesen, fünf Tage lang kein Mobiltelefon zu tragen oder zu benutzen. Vier Wochen später wurde ein zweites Spermogramm analysiert. In den fünf Tagen davor sollten die Versuchspersonen sechs Stunden pro Tag ein GSM-Mobiltelefon am Hosengürtel tragen und möglichst viel telefonieren. Statistischer Vergleich mittels t-Test für verbundene Stichproben.

Resultat: Die Auswertung ergab eine signifikante Reduktion der schnell beweglichen Spermatozoen von durchschnittlich 32.3% (SD $\pm$ 6.13) auf 26.1% (SD $\pm$ 6.5) im zweiten Spermogramm ($p=0.0004$). Die langsam beweglichen Spermatozoen stiegen von durchschnittlich 24.8% (SD $\pm$ 3.62) auf 29.7% (SD $\pm$ 6.11) ($p=0.01$). Für alle anderen Parameter des Spermogramms zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Dazu gehörte die Anzahl nicht progressiv beweglicher (kreisbeweglicher) Spermatozoen, die Anzahl unbeweglicher Spermatozoen, die Spermatozoendichte sowie das Aussehen der Samenzellen und das Samenvolumen.

Schlussfolgerung: Die Daten sprechen laut Autoren dafür, dass elektromagnetische Wellen von GSM-Mobiltelefonen zu einer verminderten Beweglichkeit der schnell progressiven Spermatozoen führen. Dieses

Ergebnis sollte bei der Beratung subfertiler Männer berücksichtigt werden.

Bemerkungen: Die Bedeutung der Befunde ist durch die kleine Probandenzahl und das Fehlen einer nicht exponierten Kontrollgruppe limitiert. Ausserdem erfolgte die Auswertung der Spermioogramme offensichtlich in Kenntnis des Expositionsstatus, was die Objektivität des Untersuchers beeinträchtigt (fehlende Verblindung). Zudem lässt sich die tatsächliche Höhe der Exposition anhand der Angaben zum Mobiltelefongebrauch kaum einschätzen und dürfte zwischen den einzelnen Studienteilnehmern stark variiert haben. In der Diskussion fehlt ein Kommentar zu der Inkonsistenz in den Ergebnissen: Wenn die Mobiltelefonexposition die Spermienbeweglichkeit negativ beeinflusst, wäre eigentlich zu erwarten, dass auch die Anzahl nicht progressiv beweglicher und unbeweglicher Spermatozoen ansteigen würde, nicht nur diejenige der langsam beweglichen Samenzellen. Die Schlussfolgerung "GSM-Mobiltelefone haben bei intensivem Gebrauch Einfluss auf die Spermienmotilität", wie sie in der deutschen Zusammenfassung der Studie formuliert wird, erscheint aufgrund der hier vorliegenden Daten nicht gerechtfertigt.

Al-Khlaiwi T, Meo SA.

Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population.

Saudi Med J 2004; 25 (6): 732-6

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und dem Auftreten von Müdigkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, Verspannung und Schlafstörungen in der Bevölkerung in Saudi-Arabien.

Kollektiv: 437 Probanden, die ein Mobiltelefon benutzen oder benutzt haben. 55.1% Männer, 39.9% Frauen. Alter: 18 bis 42 J. Die Daten von 22 Personen (5%) wurden nicht gewertet (Gründe unbekannt).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Rekrutierung der Studienteilnehmer in den Jahren 2002 und 2003 vom "College of Medicine" der King-Saud-Universität und aus der Bevölkerung verschiedener Regionen von Ryadh, Saudi Arabien. Befragung zu gesundheitlichen Beschwerden und zur Art der Mobiltelefonbenutzung mittels Fragebögen. Vergleich der Beschwerdehäufigkeit zwischen den Studiengruppen mit verschiedenen intensiver Mobiltelefonbenutzung. Parameter des Mobiltelefongebrauchs: Dauer der Telefongespräche, Zeitraum seit Beginn der Benutzung.

Resultat: Ca. 22% der Studienteilnehmer berichteten über Kopfschmerzen, jeweils ugf. 4% hatten Schlafstörungen oder Verspannungen, 3% gaben Müdigkeit und ugf. 2.5% das Auftreten von Schwindel an. Die Ergebnisse sprechen für einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefongebrauch und Gesundheitsrisiken. [Die Prozentangaben im Abstract stimmen nicht mit den Werten in Tabelle 3 überein.]

Schlussfolgerung: Durch Aufklärungskampagnen und andere Massnahmen zur Gesundheitsförderung sollte die exzessive und langdauernde Verwendung von Mobiltelefonen vermieden werden.

Bemerkungen: Aus diesen Prozentsätzen lässt sich lediglich etwas über die Häufigkeit unspezifischer Beschwerden in der Bevölkerung Saudi-Arabiens aussagen. Rückschlüsse auf einen etwaigen Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung sind nicht möglich, insbesondere weil es keine Kontrollgruppe ohne Exposition gibt. Daher erscheinen weder die Aussagen im Ergebnisteil noch die Schlussfolgerungen der Publikation gerechtfertigt. Insgesamt genügt die Studie in keiner Weise den methodischen Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit.

Weitere Kritikpunkte sind: Es gibt keine Angaben zum Vorgehen bei der Rekrutierung der Teilnehmer. Deshalb lässt sich die Repräsentativität der Stichprobe nicht beurteilen (zufällige Auswahl?). Die Grösse der einzelnen Studiengruppen ist sehr unterschiedlich, z.B. befinden sich 59% der Teilnehmer in der Gruppe mit einer Gesprächsdauer von 5 bis 10 Min. Da sich die Prozentangaben zur Häufigkeit der Beschwerden auf die Gesamtzahl der Teilnehmer beziehen, sind sie in dieser Gruppe selbstverständlich am grössten. Statistische Tests zur Überprüfung der Signifikanz fehlen völlig.

Finanzierung: keine Angaben

Hocking B, Westerman R.
Neurological changes induced by a mobile phone.
Occup Med (Lond) 2002; 52 (7): 413-5

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Hautreaktionen
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Fallbeschreibung

Kollektiv: 34-jährige Patientin, die über das Auftreten von Sensibilitätsstörungen an der Kopfhaut im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung klagt.

Exposition: Mobiltelefon

Methode: Fallbeschreibung

Resultat: Die Untersuchung der Wahrnehmungsschwellen vor und nach der Exposition ergab Veränderungen in den C-Fasern der Nerven der betroffenen Hautregion im Vergleich zur anderen Kopfseite.

Schlussfolgerung: Die Beobachtungen unterstützen die Hypothese, dass einige Fälle von Dysästhesie bei Mobiltelefonbenutzung aufgrund neurologischer Veränderungen entstehen.

Weinberger Z, Richter ED.

Cellular telephones and effects on the brain: the head as an antenna and brain tissue as a radio receiver.

Med Hypotheses 2002; 59 (6): 703-5

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Method: Theoretische Überlegungen zur Entstehung von subthermischen Effekten durch die hochfrequente elektromagnetische Strahlung eines Mobiltelefons

Resultat: Hypothesen: a) Der menschliche Kopf dient als Antenne und als Empfänger für die Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen. Wie viel Energie im Kopf absorbiert wird und welche Effekte im Gewebe entstehen, hängt von der Frequenz bzw. Wellenlänge der Strahlung und von der Grösse des Kopfes ab. Bei einer Frequenz von 900 MHz entspricht die halbe Wellenlänge ungefähr dem Durchmesser des Kopfes von erwachsenen Personen (16 bis 17 cm). Das könnte zur Entstehung von Bioresonanzeffekten führen. b) Bei der Beeinflussung der Hirnströme durch Mobiltelefonexposition (EEG-Veränderungen) könnte die niederfrequente Modulation der Strahlung (6 bis 20 Hz) eine entscheidende Rolle spielen.

Schlussfolgerung: Diese Erkenntnisse sollten in experimentellen Studien und bei der Festlegung von Sicherheitsrichtlinien beachtet werden.

Lawrentschuk N, Bolton DM.

Mobile phone interference with medical equipment and its clinical relevance: a systematic review.

Med J Aust 2004; 181 (3): 145-9

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zur Beeinflussung medizinischer Geräte durch elektromagnetische Strahlung von Mobiltelefonen.

Exposition: In den berücksichtigten Studien wurde die elektromagnetische Strahlung von Mobiltelefonen oder entsprechenden Simulationsgeräten mit Frequenzen zwischen 800 und 1800 MHz untersucht.

Methode: Literaturrecherche und systematische Review der wissenschaftlichen Publikationen zum Thema elektromagnetische Interferenz aus den Jahren 1966 bis 2004. Recherche in den Datenbanken MEDLINE und SUMSEARCH sowie in der "Cochrane Library" und der "Database of Abstracts of Reviews of Effects". Wegen der Heterogenität der Studien wurde die Daten nicht gepoolt und im Sinne einer Metaanalyse ausgewertet, sondern lediglich als Übersicht dargestellt. Studien, in denen es um Funktionsstörungen von implantierten medizinischen Geräten, z.B. von Herzschrittmachern, ging, wurden nicht berücksichtigt.

Resultat: Von 317 potenziell relevanten Studien erfüllten sieben die Selektionskriterien. In diesen sieben Studien wurden medizinische Geräte aus 29 verschiedene Kategorien untersucht. Dazu gehörten Narkosegeräte, Herz-Lungen-Maschinen, Infusionspumpen, Beatmungsgeräte und andere. Insgesamt traten elektromagnetische Interferenzen mit potenzieller Gefährdung von Patienten bei 45 von 479 Geräten auf, die mit 900 MHz getestet wurden, und bei 14 von 457 Geräten, die mit 1800 MHz getestet wurden. In den beiden grössten Studien kam es bei 23 bis 53% der Geräte zu elektromagnetischer Interferenz, aber nur maximal 10% der Funktionsstörungen waren klinisch relevant. Die meisten Interferenzen traten auf, wenn der Abstand zwischen Mobiltelefon und Gerät weniger als einen Meter betrug.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse der Untersuchungen bestätigten, dass es zu einer elektromagnetischen

Interferenz kommen kann, wenn Mobiltelefone in der Nähe von empfindlichen medizinischen Geräten betrieben werden. Insgesamt waren mindestens 4% aller untersuchten medizinischen Geräte anfällig für klinisch relevante Interferenzen, wenn sich ein Mobiltelefon im Umkreis von 2 Metern befand.

Alle Studien empfehlen, die Verwendung von Mobiltelefonen in Spitälern einzuschränken. Eine sichere Option scheint die "Ein-Meter-Regel" zu sein, also kein Mobiltelefongebrauch im Abstand von weniger als einem Meter zu einem medizinischen Gerät. Aus praktischen Gründen ist es wahrscheinlich am besten, die Benutzung von Mobiltelefonen nur in "handyfreundlichen Zonen" innerhalb des Gebäudes zu erlauben.

Sernelius BE.

Possible induced enhancement of dispersion forces by cellular phones.

Phys. Chem. Chem. Phys 2004; 6 (7): 1363-1368

<http://http://www.rsc.org/is/journals/current/pccp/CP006007.htm>

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Effekts von Hochfrequenzstrahlung auf die Anziehungskräfte ("Van der Waals"-Kräfte) zwischen menschlichen Blutzellen.

Methode: Berechnung der Auswirkungen der Strahlenexposition anhand eines vereinfachten Modells der dielektrischen Eigenschaften von Blutzellen.

Resultat: Wenn in die Rechenmodelle eine Strahlung mit Frequenzen im Mikrowellenbereich (ca. 850 MHz) eingesetzt wurde, ergab sich eine Zunahme der Anziehungskräfte zwischen den Blutzellen um den Faktor 10.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse sind rein theoretisch und ermöglichen lediglich Spekulationen über tatsächliche Effekte. Sie sind kein Beweis für die Schädlichkeit von Mobiltelefonen. Um realistischere Studien durchführen zu können, sollten die dielektrischen Eigenschaften des biologischen Gewebes bei Exposition mit Strahlung verschiedener Frequenzen gemessen werden.

Bemerkungen: Bei der Veröffentlichung der Ergebnisse solcher theoretischer Überlegungen besteht die Gefahr, dass sie fälschlicherweise mit Resultaten experimenteller Studien gleichgesetzt werden. Sie könnten aber zu neuen Forschungsansätzen führen.

Lönn S, Forssen U, Vecchia P, Ahlbom A, Feychting M.

Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. Occup Environ Med 2004; 61 (9): 769-72

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, wie sich die Sendeleistung von Mobiltelefonen in geographischen Regionen mit verschiedener Einwohner- und Basisstationsdichte unterscheidet.

Kollektiv: Vier Regionen in Schweden: Stadtgebiet (7687 Einwohner/km²), Vorstadt (3175 Einwohner/km²), Kleinstadt (1907 Einwohner/km²), ländliche Region (6 Einwohner/km²).

Methode: Über den Zeitraum von einer Woche wurde im September 2001 die Sendeleistung aller Mobiltelefone des Netzbetreibers "Telia Mobile GSM" in vier Regionen Schwedens aufgezeichnet. In der ländlichen Region gab es kein Netzwerk mit 1800 MHz, in den drei anderen Gegenden wurden die Frequenzbänder 900 und 1800 MHz berücksichtigt. Aus den Daten liess sich berechnen, wie lange in den verschiedenen Regionen mit welchem Sendeleistungsniveau pro Tag telefoniert wurde. Nicht ermittelt wurden Anzahl und Länge der Telefongespräche sowie die Anzahl der beteiligten Mobiltelefonbenutzer.

Resultat: Insgesamt wurden ungefähr 250'000 Stunden Übertragungszeit registriert. Die mediane Sendeleistung der Mobiltelefone war im Frequenzband 900 MHz in der ländlichen Region am höchsten und in der Kleinstadt am niedrigsten. In allen Regionen arbeiteten die Mobiltelefone am häufigsten mit der höchsten (33 dBm) und der niedrigsten Sendeleistungsstufe (5 dBm), die Leistungsniveaus dazwischen waren deutlich seltener. Den grössten Anteil hatte die Maximalleistung in der ländlichen Region. Dort wurde in 50% der Zeit mit der höchsten Sendeleistung telefoniert und nur in 3% mit der niedrigsten. In allen anderen Gebieten lagen diese Prozentsätze mit ca. 25% (höchste Sendeleistung) und 22% (niedrigste Sendeleistung) weniger weit auseinander. Am geringsten war der Zeitanteil mit Höchstsendeleistung in der Kleinstadt (ca. 20%). Bei 1800 MHz ergaben sich bezüglich der Verteilung der Leistungsniveaus ähnliche Resultate. In der ländlichen Region gab es kein

entsprechendes Netz, in den anderen drei Gebieten lag der Anteil der höchsten Sendeleistung zwischen 25 und 30%.

Schlussfolgerung: In ländlichen Gebieten arbeiten Mobiltelefone mit einer höheren Sendeleistung, weil es weniger Basisstationen gibt und grössere Entfernungen überbrückt werden müssen. In der Kleinstadt wurde am seltensten mit höchster Sendeleistung telefoniert, obwohl die Basisstationsdichte sehr viel geringer war als in der Grossstadt. Das kann damit zusammenhängen, dass es insgesamt deutlich weniger Sendesignale gab als in der Grossstadt und weniger 'Handovers' von Gesprächen zwischen Basisstationen wegen hohen Verkehrsaufkommens notwendig waren. Ein anderer Grund könnte die Abschwächung der Signale durch umliegende Gebäude sein, die dazu führt, dass Mobiltelefone in grossen Städten mit höherer Leistung arbeiten müssen.

Solche geographischen Unterschiede könnten bei der Beurteilung der Exposition von Mobiltelefonbenutzern in epidemiologischen Studien eine Rolle spielen. Sie sollten berücksichtigt und genauer untersucht werden.

Finanzierung: keine Angaben (Daten von Telia Mobile AB)

Hallberg O, Johansson O.

Malignant melanoma of the skin - not a sunshine story!.

Med Sci Monit 2004; 10 (7): CR336-40

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Tumoren: weitere

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Erweiterung einer früheren Studie zum Zusammenhang zwischen Rundfunkstrahlung und dem Auftreten von malignen Melanomen der Haut in verschiedenen Ländern: Hallberg et al., Melanoma incidence and frequency modulation (FM) broadcasting. Arch Environ Health 2002; 57 (1), 32-40. (Id.Nr. 1668)

Kollektiv: Gesamtbevölkerung von Schweden.

Exposition: Frequenzmodulierte (FM-)Rundfunkstrahlung durch Radio- und Fernsehsender, Frequenz ca. 100 MHz. Exposition gegenüber UV-Strahlung durch Urlaubsreisen in warme Länder.

Methode: Aus Datenbanken, die im Internet zugänglich waren, wurden folgende Daten für das 20. Jahrhundert gesammelt: Melanom-Erkrankungsraten (Inzidenzen) in verschiedenen Ländern, Melanom-Sterberate in Schweden, Entwicklung des Reiseverhaltens in Schweden in Bezug auf Charter-Reisen in den Süden, Ausbau des schwedischen FM-Rundfunknetzes.

Resultat: In vielen Ländern ist die Melanominzidenz in den letzten beiden Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts drastisch angestiegen. Eine noch deutlichere Zunahme zeigt sich bei der Sterblichkeit an malignem Melanom in Schweden seit 1955. Das Rundfunknetz wurde 1955 in Schweden eingeführt und deckt seit 1970 den grössten Teil des Landes ab. Es zeigte sich eine gute zeitliche Korrelation zwischen dem Anstieg der Erkrankungs- und Sterberaten und dem Ausbau des FM-Rundfunknetzes. Die Anzahl der Charterflüge in den Süden hat erst seit 1962 stark zugenommen.

Schlussfolgerung: Neben der zunehmenden UV-Exposition durch Urlaubsreisen scheinen andere Faktoren für

die Zunahme der Erkrankungs- und Sterberaten an malignem Melanom verantwortlich zu sein. Die kontinuierliche Belastung durch FM-Radiowellen könnte die krebserregenden Effekte verstärken, die zum Beispiel aus der Zellschädigung durch UV-Strahlen resultieren.

Bemerkungen: Von der zeitlichen Übereinstimmung zwischen dem Aufbau des Rundfunknetzes und dem Anstieg der Melanominzidenzen kann nicht auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren geschlossen werden. Auch andere (Umwelt-)Faktoren könnten zum Anstieg der Erkrankungs- und Sterberaten beigetragen haben. Zur UV-Exposition der Bevölkerung tragen neben den Reisen in den Süden auch Verhaltensänderungen im Alltag bei, z.B. Freizeitaktivitäten, Solariumsbesuche, Bekleidungsgehnheiten. Auch die Hautkrebsdiagnostik hat sich in den letzten 50 Jahren verbessert. Diese Aspekte werden in der Publikation nicht diskutiert.

Finanzierung: Krebsfonds und Karolinska Institut

Funch DP, Rothman KJ, Loughlin JE, Dreyer NA.

Utility of telephone company records for epidemiologic studies of cellular telephones.

Epidemiology 1996; 7 (3): 299-302

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Bemerkungen: Nur Abstract vorhanden.

Finanzierung: ?

Haarala C, Ek M, Bjornberg L, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H.
902 MHz mobile phone does not affect short term memory in humans.
Bioelectromagnetics 2004; 25 (6): 452-6

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der Ergebnisse von Koivisto et al., The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. Neuroreport 2000: 11 (8), 1641-1643. (Id.Nr. 1380)

Kollektiv: Jeweils 32 gesunde Rechtshänder (16 Frauen, 16 Männer) in Finnland (Durchschnittsalter: 24.19 J., St.abw.: 4.46 J.) und Schweden (29.34 J., St.abw.: 6.08 J.).

Exposition: Digitales GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110), Frequenz 902 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite 0.577 ms, Durchschnittsleistung 0.25 W. Das Telefon wurde an der linken Kopfseite der Probanden befestigt, die Antenne war ungefähr 30 mm vom Kopf entfernt. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Körpergewebe betrug 0.990 W/kg. Verglichen mit der früheren Studie war die durchschnittliche und die maximale SAR (10g) in der aktuellen Untersuchung höher, und das Areal der höchsten SAR befand sich näher an der Grosshirnrinde.

Methode: Änderungen gegenüber der Vorgängerstudie: Doppelblinddesign, grössere Studiengruppe, Multi-Center-Setting, Modifikation des Kurzzeit-Gedächtnistests, leiseres Geräusch der Mobiltelefonbatterie. Der visuelle Gedächtnistest wurde einmal mit und einmal ohne Exposition durchgeführt, die Reihenfolge war ausgeglichen. Die Expositionsdauer betrug durchschnittlich 65 Minuten. Bei der Analyse der Reaktionszeiten wurden nur richtige Antworten berücksichtigt. Vergleich der Reaktionszeiten mittels Varianzanalyse (ANOVA) für wiederholte Messungen. Vergleich der Fehlerrate mittels nichtparametrischer Tests (Mann-Whitney-U-Test, Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest). Einflussfaktoren: Exposition (on/off), Gedächtnisbelastung, Stimulustyp (Ziel/Nichtziel), Reihenfolge der Exposition, Geschlecht, Ort des Labors (Finnland/Schweden).

Resultat: Weder die Exposition noch ihre Reihenfolge oder der Ort des Labors hatten einen statistisch

signifikanten Einfluss auf die Reaktionszeiten der Probanden. Unabhängig von der Mobiltelefonexposition zeigte sich in der zweiten Sitzung ein Lerneffekt, die Reaktionszeiten waren generell kürzer. Bezüglich Korrektheit der Antworten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse der früheren Studie - Verkürzung der Reaktionszeiten und Abnahme der Fehlerrate bei Mobiltelefonexposition - konnten nicht repliziert werden. Gemäss Diskussion der Autoren sind die früher beobachteten Effekte entweder zufällig entstanden, also falsch positiv, oder so schwach, dass sie nur gelegentlich nachgewiesen werden können. Schlussfolgerungen bezüglich Langzeitwirkungen lassen sich aus den vorliegenden Experimenten nicht ableiten.

Bemerkungen: Die Ergebnisse weiterer Tests im Rahmen dieser Replikationsstudie wurden publiziert in Haarala C. et al., Effect of a 902 MHz electromagnetic field emitted by mobile phones on human cognitive function: A replication study. Bioelectromagnetics 2003; 24 (4), 283-8 (Id.Nr. 1752). Auch in diesen Aufmerksamkeitstests ergaben sich bei Mobiltelefonexposition keine signifikanten Unterschiede bezüglich Reaktionszeit oder Korrektheit der Antworten.

Finanzierung: Universität Turku, National Technology Agency (TEKES); Nokia Corporation; Elisa Communications Corporation; Sonera Corporation, Benefon Oyj; Finnet Networks Ltd.

Maier R, Greter SE, Maier N.

Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes - a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration.

Acta Neurol Scand 2004; 110 (1): 46-52

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Prüfung, ob gepulste elektromagnetische Felder des GSM-Mobilfunksystems einen messbaren Einfluss auf den Regenerationsprozess kognitiver Leistungen haben.

Kollektiv: 11 gesunde Probanden (Frauen und Männer), Durchschnittsalter: 39.1 Jahre.

Exposition: Programmierbares Mobiltelefon (Motorola 920), 902 MHz, 217 Hz gepulst, Leistungsflussdichte: 1 mW/m². Das Mobiltelefon befand sich ca. 4 cm vom linken Ohr des Probanden entfernt.

Methode: Zweimalige Bestimmung der auditiven Ordnungsschwelle in einem Aufmerksamkeitstest vor und nach einer 50-minütigen Ruhephase. An einem der beiden Untersuchungstage war das Mobiltelefon während der Ruhephase eingeschaltet, am anderen Tag handelte es sich um Scheinexposition. Die Untersuchungen fanden jeweils zur selben Tageszeit und unter Doppelblindbedingungen statt. Als Ordnungsschwelle galt der minimale Zeitabstand, bei dem zwei sequentiell angebotene akustische Reize gerade noch als getrennt erkannt und der richtigen Seite des Gehörs zugeordnet werden konnten.

Resultat: Bei Scheinexposition während der Ruhephase waren die Ordnungsschwellen der Probanden im zweiten Testdurchgang kürzer (Lerneffekt). Nach realer Exposition zeigte sich dagegen bei neun von elf Teilnehmern eine Zunahme der Ordnungsschwelle im Sinne einer Verschlechterung der Diskriminationsfähigkeit. Nur bei zwei Probanden verbesserte sich die kognitive Leistung auch nach realer Exposition. Der Unterschied zwischen den beiden Durchgängen erwies sich als statistisch signifikant (zweiseitiger t-Test: $P = 0.0105$).

Schlussfolgerung: Die Beobachtungen stimmen mit der Hypothese überein, dass sich die Mobiltelefonexposition negativ auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirkt.

Bemerkungen: Die Ergebnisse dieser Studie wurden bereits 2001 auf deutsch publiziert in: Maier R., Do pulsed electromagnetic fields impair CNS activity?, Biomedizinische Technik 2001: 46 (1-2), 18-23. (Artikel Nr. 1391)

Zur Exposition: Die Angabe der Leistungsflussdichte in mW/m² ist nur unter Fernfeldbedingungen sinnvoll. Beim Mobiltelefon handelt es sich um eine Nahfeldexposition. Daher sollte die spezifische Absorptionsrate (SAR) angegeben werden.

Zur Methode: Es bleibt unklar, ob die Reihenfolge der Expositionen ausgeglichen war. Wenn alle Probanden am zweiten Versuchstag real exponiert wurden, waren die Ordnungsschwellen möglicherweise aufgrund des Lerneffekts schon vor der Ruhephase kürzer als am ersten Tag. Ein Vergleich der Differenzen ist dann wenig aussagekräftig. Zudem war das Studienkollektiv sehr klein.

Zur Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen eine Bestätigung der Hypothese, dass sich die Hochfrequenzexposition negativ auf kognitive Leistungen auswirkt. Die aktuelle Datenlage dazu ist aber inkonsistent: In einigen Studien wurde eine Leistungsminderung beobachtet, in anderen eine Verbesserung (z.B. Verkürzung der Reaktionszeiten). Wieder andere Untersuchungen zeigten keinen Expositionseffekt oder kamen in Replikationsversuchen zu widersprüchlichen Ergebnissen.

Finanzierung: keine Angaben

Hinrikus H, Parts M, Lass J, Tuulik V.

Changes in human EEG caused by low level modulated microwave stimulation.

Bioelectromagnetics 2004; 25 (6): 431-40

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung früherer Studienergebnisse, die auf EEG-Veränderungen bei Licht- und Hochfrequenzexposition hingewiesen hatten (Lass et al. 1999, Med Biol Eng Comput 37: s105-s108).

Kollektiv: 20 gesunde Probanden, 9 Frauen, 11 Männer. Alter: 19 bis 23 Jahre.

Exposition: Als Strahlungsquelle diente ein Signalgenerator mit einer Lambda/Viertel-Antenne in 10 cm Entfernung von der linken Kopfseite. Pulsleistung: 1 W, Frequenz: 450 MHz, Pulsfrequenz: 7 Hz, Puls-zu-Pause-Verhältnis: 1.0, spezifische Absorptionsrate (SAR): 0.0095 W/kg. Photostimulation (Flimmerlicht): 16 Hz On-off-Modulation.

Methode: Alle Teilnehmer wurden einmal real- und einmal scheinexponiert. Die Reihenfolge der Expositionen wurde zufällig zugeteilt, nur die Versuchsleiter kannten den jeweiligen Expositionsstatus (einfache Verblindung). An jedem Versuchstag wurden die Probanden zuerst 20 Sekunden lang lichtexponiert, nach 60 Sekunden Pause erfolgte die Hochfrequenzexposition (60 Sekunden), dann wieder 60 Sekunden Pause. Der Zyklus der Hochfrequenzexposition wurde zehnmal wiederholt, die Gesamtdauer der EEG-Aufzeichnung betrug 21 Minuten und 20 Sekunden. Statistischer Vergleich der Mittelwertsunterschiede der EEGs während Exposition und Scheinexposition mittels t-Test.

Resultat: Für die gesamte Gruppe der Probanden ergab die statistische Analyse keine signifikanten EEG-Unterschiede zwischen Scheinexposition oder Licht- bzw. Hochfrequenzexposition. Bei einigen Teilnehmern waren unter Mikrowellenexposition in einigen EEG-Kanälen signifikante Veränderungen zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren gehen davon aus, dass niedrigdosierte Hochfrequenzstrahlung das EEG

beeinflusst, obwohl nur wenig statistisch signifikante Resultate gefunden wurden. Sie weisen darauf hin, dass eine grosse Variabilität zwischen einzelnen Personen besteht, und die EEG-Veränderungen bei den meisten Personen nicht signifikant waren.

Bemerkungen: Da sehr viele statistische Test gemacht wurden, sind die vereinzelt beobachteten Signifikanzen möglicherweise zufällig entstanden. Die Schlussfolgerungen beruhen auf einzelnen Beobachtungen. Es wird nicht angegeben, ob eine Korrektur für multiple Testung (Bonferroni) vorgenommen und ob der t-Test für gepaarte Stichproben verwendet wurde. Wie plausibel ist es, dass die EMF-Exposition bei manchen Personen zu EEG-Veränderungen führt, bei den meisten aber nicht? Die Berechnungen und Diagramme sind schwer nachvollziehbar, das Vorgehen ist nicht transparent beschrieben ("relative Standardabweichungen").

Ndoubé Mbonjo Mbonjo H, Streckert J, Bitz A, Hansen V, Glasmachers A, Gencol S, Rozic D.
Generic UMTS test signal for RF bioelectromagnetic studies.
Bioelectromagnetics 2004; 25 (6): 415-25

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Beschreibung der Eigenschaften von UMTS-Signalen (universal mobile telecommunications system).
Definition eines Testsignals für experimentelle Studien und Entwicklung eines entsprechenden Generators.

Resultat: Bei UMTS handelt es sich um komplexe Signale, die in Abhängigkeit von der Art der Daten und vom Gesprächsaufkommen stark variieren können. Zu berücksichtigen sind die verschiedenen Betriebsmodi FDD (frequency division duplex) und TDD (time division duplex) sowie das Modulationssystem CDMA (code division multiple access) und die automatische Kontrolle der Sendeleistung. Es wird ein Testsignal definiert, das die Untersuchung auf eventuelle biologische Effekte ermöglicht. Dieses "generic UMTS signal" (GUS) enthält insbesondere die Charakteristika eines realen UMTS-Signals, die sich von Systemen wie GSM unterscheiden. Besonders beachtet werden die niederfrequenten Variationen des Hochfrequenzsignals.

Schlussfolgerung:

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk

Kundi M, Hansson Mild K, Hardell L, Mattsson M.

Mobile telephones and cancer - a review of epidemiological evidence.

Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews 2004; 7 (5): 351-384

<http://http://taylorandfrancis.metapress.com/app/home/journal.asp>

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über epidemiologische Studien zum Thema Hochfrequenzexposition und Krebsrisiko.

Kollektiv: Verschiedene Studienpopulationen

Exposition: Mobiltelefonbenutzung, berufliche Hochfrequenzexposition, Exposition durch Rundfunksender am Wohnort

Methode: Review

Resultat: Neun Mobilfunkstudien und zwanzig Studien zu anderen Hochfrequenzexpositionen wurden evaluiert. Die Studien zur Hochfrequenzexposition stützen die Hypothese eines Zusammenhangs zwischen Exposition und Krebsrisiko wegen ihrer methodischen Schwierigkeiten nur begrenzt. Insgesamt weisen sie aber auf eine Assoziation hin. Die meisten Mobiltelefonstudien haben das Auftreten von Hirntumoren untersucht, geben aber wenig Aufschluss, weil die Beobachtungsdauer verglichen mit der Latenzzeit der Tumoren zu kurz ist. In Studien mit angemessenen Laufzeiten ergaben sich konsistente Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Krebsrisiko und Exposition.

Schlussfolgerung: Insgesamt kann ein erhöhtes Krebsrisiko im Zusammenhang mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung derzeit nicht ausgeschlossen werden.

Bemerkungen: Nur zwei der genannten Mobiltelefonstudien verfügen über eine ausreichende Beobachtungsdauer. Eine davon wird von den Autoren selbst aufgrund verschiedener methodischer Schwächen als "very limited evidence of association" eingestuft (Stang et al. 2001), die andere betrifft hauptsächlich die

Benutzung von Analogtelefonen und wird als "limited evidence of association" beurteilt (Hardell et al. 2002). Ihre Ergebnisse werden aber stark hervorgehoben (letzter Satz des Abstracts).

Vgl.: Kundi M.: Mobile phone use and cancer. Occup Environ Med 2004; 61 (6), 560-70. (Id.Nr. 1791)

Johansen C.

Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease.

Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1): 1-30

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der folgenden Hypothesen: 1) Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung und a) Krebs, b) neurologischen Erkrankungen, c) schweren Herzerkrankungen durch Rhythmusstörungen. 2) Zusammenhang zwischen Hochfrequenzexposition (von Mobiltelefonen) und Krebsrisiko.

Kollektiv: Acht dänische Studien von Johansen et al. mit verschiedenen Kollektiven (siehe "Methode")

Exposition: Diverse niederfrequente Strahlungsquellen; Hochfrequenz: Mobiltelefonbenutzung gemäss Kundendateien von Netzbetreibern.

Methode: Doktorarbeit, in der acht Originalpublikationen von Johansen et al. aus den Jahren 1998 bis 2002 zusammengefasst und diskutiert werden. Veröffentlicht als Supplement des "Scandinavian Journal of Work, Environment and Health".

Originalstudien:

I.) Risk of cancer among utility workers - a Danish cohort study. Am J Epidemiol 1998; 147 (6), 548-55. (Id.Nr.: 1854)

II.) Mortality from amyotrophic lateral sclerosis, other chronic disorders, and electric shocks among utility workers. Am J Epidemiol 1998; 148 (4), 362-368. (Id.Nr.: 1187)

III.) Multiple sclerosis (MS) among utility workers. Neurology 1999; 52, 1279-1282. (Id.Nr.: 1853)

IV.) Exposure to electromagnetic fields and risk of central nervous system disease in utility workers. Epidemiology 2000; 11 (5), 539-543. (Id.Nr.: 1106)

V.) Cellular telephones and cancer - A nationwide cohort study in Denmark. Journal of the National Cancer

Institute 2001: 93 (3), 203-207. (Id.Nr.: 1025)

VI.) Validation of a job-exposure matrix for assessment of exposure to electromagnetic fields of utility workers.

Appl Occup Environ Hyg 2002: 17 (4), 304-310.

VII.) Mobile phones and malignant melanoma of the eye. British Journal of Cancer 2002: 86 (3), 348-349. (Id. Nr.: 1609)

VIII.) Risk of pacemaker implantation in male utility workers - a nationwide cohort study. Am J Epidemiol 2002: 156 (9), 857-861. (Id.Nr.: 1718)

Resultat: Als Hauptresultat stellt der Autor fest, dass die Exposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung, elektrischen Schocks oder einem anderen Faktor der Wechselstromelektrizität mit der Häufigkeit der amyotrophen Lateralsklerose (=Systemerkrankung des Rückenmarks) assoziiert zu sein scheint. Ein Zusammenhang mit anderen neurodegenerativen Erkrankungen, Krebs- oder Herz-/Kreislaufkrankheiten wurde nicht beobachtet. Für eine Assoziation zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung (von Mobiltelefonen) und Krebserkrankungen bei Erwachsenen gibt es derzeit keine überzeugende Evidenz.

Finanzierung: Verschiedene Institutionen und Telekommunikationsfirmen

Park SK, Ha M, Im HJ.

Ecological study on residences in the vicinity of AM radio broadcasting towers and cancer death: preliminary observations in Korea.

Int Arch Occup Environ Health 2004; 77 (6): 387-394

Stichwörter	Kollektiv: Alle, generell	Zielgrösse: Sterblichkeit (allgemein) Tumoren: Leukämien, Lymphome
Exposition: Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		

Studientyp: Epi: Ökologische Studie Epidemiologische Studien	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der Mortalitätsraten in verschiedenen koreanischen Bevölkerungsgruppen in Abhängigkeit von der Entfernung zu einem Radiosender.

Kollektiv: Exponierte Regionen: innerhalb eines Radius von 2 km um einen Rundfunksender herum, Kontrollregionen: mindestens 2 km vom Sender entfernt, passend zur exponierten Region ausgewählt (ähnliche Einwohnerzahl, möglichst gleiche Provinz, ähnliche sozioökonomische Indikatoren). Insgesamt zehn exponierte Regionen und 40 Kontrollregionen.

Exposition: Wohnort im Umkreis von 2 km um einen Rundfunksender herum (amplitudenmoduliertes Signal). Sendeleistung: vier Radiosender mit 100 kW, zwei mit 250 kW, drei mit 500 kW und einer mit 1500 kW.

Methode: Registrierung aller Krebstodesfälle in Korea zwischen 1994 und 1995 (Daten aus Volkszählungen und von Totenscheinen). Auswertung nach Art des Tumorleidens. Berechnung der alterskorrigierten Krebssterblichkeitsraten (Einteilung in sechs Altersgruppen à 14 Jahre) und des Verhältnisses der Sterblichkeitsraten zueinander (=mortality rate ratio, MRR).

Resultat: Für alle Krebsarten zusammen lag die jährliche Mortalitätsrate (MR) in der exponierten Gruppe bei 113.07 pro 100,000 Personen, in der nicht exponierten Gruppe bei 87.32 pro 100,000. Die Krebssterblichkeit in der exponierten Gruppe war also 1.29-mal höher als in der Kontrollgruppe (MRR=1.29). Dieser Unterschied war statistisch signifikant (95%-CI: 1.12-1.49). Bei den geschlechtsspezifischen Analysen zeigte sich bei den Männern eine signifikant höhere Sterblichkeit in den exponierten Regionen (MRR=1.43, 95%-CI: 1.29-1.59). Bei

den Frauen betrug das Mortalitätsverhältnis 1.14 (95%-CI: 0.92-1.42). Die Auswertung nach verschiedenen Tumorarten ergab für Leukämie bei Kindern <14 J. und bei 15- bis 29-Jährigen signifikante Unterschiede (MRR=2.29, 95%-CI: 1.05-5.98 bzw. 2.44, 95%-CI: 1.07-5.24). Bei der Stratifizierung nach Sendeleistung der Rundfunksender zeigten sich einige Signifikanzen, es war aber kein Anstieg der Krebssterblichkeit mit zunehmender Sendeleistung zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in Regionen in der Nähe eines Rundfunksenders eine 1.29-fach erhöhte Krebssterblichkeit beobachtet wurde. Eine erhöhte Leukämiemortalität zeigte sich bei Kindern und bei Personen unter 29 J., für andere Krebserkrankungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die Studienresultate weisen keinen ursächlichen Zusammenhang nach, sie rechtfertigen aber weitere Untersuchungen.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine ökologische Studie. Die Exposition wurde nur auf Bevölkerungsebene erfasst, nicht individuell. Es ist nicht auszuschliessen, dass abgesehen von der Exposition noch weitere Faktoren in den beiden Studienpopulationen ungleich verteilt waren. Eine individuelle Kontrolle für eventuelle Confounder (berufliche Exposition, andere Strahlungsquellen, sozioökonomischer Status usw.) war nicht möglich. Die Ergebnisse solcher Studien erlauben keine Aussagen darüber, ob die beobachteten Unterschiede durch die Strahlungsexposition verursacht wurden oder durch andere Faktoren.

Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M.
Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma.
Epidemiology 2004; 15 (6): 653-9

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob zwischen dem Mobiltelefongebrauch und der Entstehung von Akustikusneurinomen ein Zusammenhang besteht. Akustikusneurinome sind gutartige Tumoren des Hörnervs (=Nervus vestibulocochlearis oder statoacusticus, achter Hirnnerv). Schwedische Teilstudie des INTERPHONE-Projekts, einer internationalen Fall-Kontrolluntersuchung zur Aufklärung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonexposition und Hirntumoren.

Kollektiv: 148 Personen im Alter von 20 bis 69 Jahren, bei denen zwischen September 1999 und August 2002 in den schwedischen Regionen Lund, Göteborg und Stockholm ein Akustikusneurinom diagnostiziert wurde. Die Daten stammten von Kliniken und regionalen Krebsregistern. Aus dem Bevölkerungsregister wurden 604 Kontrollpersonen zufällig ausgewählt und nach Alter (Fünf-Jahres-Gruppen), Geschlecht und Wohnregion stratifiziert.

Exposition: Mobiltelefongebrauch im Alltag.

Methode: Fragebogenbefragung in persönlichen Interviews: Verwendung eines Mobiltelefons, Regelmässigkeit (mehr als ein Anruf pro Woche über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten), Anzahl und durchschnittliche Dauer der Telefonate, Anzahl der regelmässig verwendeten Mobiltelefontypen sowie Änderungen der Gewohnheiten. Unterteilung nach Dauer der Mobiltelefonbenutzung (<5 J., 5 bis 9 J., >10 J.) und Berechnung der kumulativen Gesprächszeit sowie der Gesamtzahl an Telefonaten. Schätzung der Exposition unter Berücksichtigung der bevorzugten Kopfseite und der Verwendung von Headsets. Schätzung des relativen Risikos (Odds Ratio) für ein Akustikusneurinom in den verschiedenen Studiengruppen mittels nichtbedingter logistischer Regression. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Wohnregion, Bildungsstand, Beeinträchtigung des

Hörvermögens.

Resultat: In beiden Studiengruppen benutzten ca. 60% der Personen regelmässig Mobiltelefone. Das relative Risiko eines Akustikusneurinoms war bei Mobiltelefonbenutzern insgesamt nicht erhöht (OR=1.0, 95%-CI: 0.6-1.5). Bei Personen, die seit mindestens zehn Jahren ein Mobiltelefon verwendeten, ergab sich ein erhöhtes Risiko, der Unterschied war aber statistisch nicht signifikant (OR=1.9, 95%-CI: 0.9-4.1). Wenn nur die Patienten betrachtet wurden, bei denen der Tumor auf der Seite des Kopfes aufgetreten war, an der sie auch telefonierten, ergab sich für Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung eine Odds Ratio von 3.9 (95%-CI: 1.6-9.5). In dieser Auswertung wurden 12 Fälle und 15 Kontrollpersonen berücksichtigt. Bezüglich der Benutzung von Schnurlostelefonen (DECT) betrug die Odds Ratio 0.7 (95%-CI: 0.4-1.2). Es zeigten sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Schlussfolgerung: Es zeigte sich kein erhöhtes Risiko für Akustikusneurinome bei kurzzeitiger Mobiltelefonbenutzung, die Ergebnisse weisen aber auf ein gesteigertes Risiko hin bei Personen, die seit mindestens zehn Jahren ein Mobiltelefon benutzen. Die Risikoerhöhung zeigte sich nur bei Benutzung von analogen, nicht von digitalen Telefonen. Lediglich analoge Telefone sind bereits seit mehr als zehn Jahren in Gebrauch.

Bemerkungen: Es sind mehr Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung berücksichtigt als in den bisherigen Studien zu dieser Fragestellung. Die konkrete Bedeutung der Resultate kann erst nach Abschluss der gesamten Interphone-Studie beurteilt werden. Das Vorgehen bei der Lateralitätsanalyse ist nicht ganz nachvollziehbar (Summen der Fälle und Kontrollen stimmen nicht mit den stratifizierten Zahlen überein). Editorial von David A. Savitz in der selben Ausgabe von "Epidemiology", S. 651f.: Bei kurzzeitiger Benutzung von Mobiltelefonen besteht höchstwahrscheinlich kein erhöhtes Risiko. Bei Langzeitbenutzung ist das Akustikus-Neurinom-Risiko jetzt als "slightly more likely but still highly uncertain" zu bezeichnen. Presse-Erklärung des "Institute of Environmental Medicine" vom 24.11.2004: Die Auswertung der Daten zu anderen Hirntumoren ergab keine signifikant erhöhten Risiken für Mobiltelefonbenutzer, weder bei Lang- noch bei Kurzzeitgebrauch. Dieser Befund spricht gegen einen systematischen Fehler bei der Auswahl der Kontrollen oder bei der Einschätzung des Mobiltelefongebrauchs und unterstützt damit den Befund bezüglich des Akustikusneurinom-Risikos.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, Swedish Research Council, Union against Cancer, Mobile Manufacturers' Forum, GSM Association

Kuster N, Schuderer J, Christ A, Futter P, Ebert S.

Guidance for exposure design of human studies addressing health risk evaluations of mobile phones.

Bioelectromagnetics 2004; 25 (7): 524-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Richtlinien für die Mobiltelefonexposition in experimentellen Studien zur Untersuchung von Effekten auf Gehirn und Hörorgane.

Methode: Zusammenstellung der Anforderungen an die Expositionsanordnung in experimentellen Studien, um replizierbare Expositionsbedingungen zu erhalten und die Resultate vergleichbar zu machen.

Resultat: Zu den Anforderungen an experimentelle Expositionseinrichtungen gehören: Die Exposition sollte möglichst stark sein ("Worst-Case-Szenario"), zum Beispiel SAR₁₀ von 10 W/kg (=ICNIRP-Grenzwert für berufliche Exposition). Die Versuche sollten unter Doppelblind-Bedingungen stattfinden. Das Signalspektrum sollte auch die extrem niederfrequenten Komponenten der Mobiltelefonstrahlung umfassen. Bei der Dosimetrie sind gewebespezifische Analysen erforderlich.

Schlussfolgerung: Die Expositionsanordnung für Studien an Menschen erfordert einen beachtlichen technischen Aufwand. Um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen, sollte mit grösstmöglicher Präzision gearbeitet werden.

Finanzierung: Swiss Agency of Education and Science; Mobile Manufacturers Forum, Belgium; Sunrise TDC, Switzerland

Klein AA, Djaiani GN.

Mobile phones in the hospital--past, present and future.

Anaesthesia 2003; 58 (4): 353-7

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über den aktuellen Kenntnisstand zur elektromagnetischen Interferenz zwischen Mobiltelefonen und medizinischen Geräten.

Methode: Literaturstudie. Zitiert werden die Studienergebnisse zur Interferenz zwischen Mobiltelefonen und Herzschrittmachern, Beatmungsgeräten, Überwachungseinheiten in Intensivstationen, Infusionspumpen und anderen medizinischen Geräten.

Resultat: Es ist mehrfach gezeigt worden, dass das Phänomen der elektromagnetischen Interferenz existiert. Daher sollten Mobiltelefone in Spitälern nicht in Bereichen benutzt werden, in denen elektrische Geräte zur Patientenversorgung eingesetzt werden. Da auch im Standby-Betrieb Interferenzen auftreten können, sollten Mobiltelefone in solchen Bereichen ganz ausgeschaltet bleiben. Das Sicherheitsprofil von Geräten der dritten Mobiltelefongeneration (UMTS) ist noch unbekannt.

Crumpton MJ, Collins AR.

Are environmental electromagnetic fields genotoxic?.

DNA Repair (Amst) 2004; 3 (10): 1385-7

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht zum Thema der Genotoxizität (=Schädigung des Erbguts) durch extrem niederfrequente elektromagnetische Felder.

Kollektiv: Diverse

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder mit verschiedenen Feldstärken in experimentellen Zellstudien.

Methode: Übersichtsartikel

Resultat: Experimentelle Studien an Zellen haben Hinweise geliefert, dass die Magnetfeldexposition zu DNA-Strangbrüchen führen könnte. Das würde für eine genotoxische und somit krebserzeugende Wirkung sprechen. Die Ergebnisse der Studien waren allerdings nicht immer konsistent und wurden selten unabhängig repliziert. Die verwendeten Feldstärken waren oft höher als in realen Situationen (durchschnittliche Magnetfeldexposition am Wohnort: $<1\mu\text{T}$).

Schlussfolgerung: Die Interpretation der Resultate in Hinblick auf ihre Relevanz für den Menschen ist schwierig. Sie sollten aber zu weiteren Untersuchungen veranlassen und in unabhängigen Replikationsstudien überprüft werden.

Eger H, Hagen KU, Lucas B, Vogel P, Voit H.

Einfluss der räumlichen Nähe von Mobilfunksendeanlagen auf die Krebsinzidenz.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2004; 17 (4): 326-332

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Risikos für Neuerkrankungen an bösartigen Tumoren in der Umgebung einer Mobilfunksendeanlage in der süddeutschen Kleinstadt Naila zwischen 1994 und 2004.

Kollektiv: 967 Personen, die in Naila lebten und als Patienten in einer Arztpraxis registriert waren.

Exposition: Mobilfunksendeanlage in "direkter Nähe" des Wohngebietes von Naila, seit September 1993 in Betrieb. Leistung: 15 W pro Kanal, Frequenz: 935 MHz, Typ: GSM, gesamte Sendezeit: ca. 90'000 Stunden. Seit Dezember 1997 zusätzliche Installation durch einen weiteren Anbieter.

Methode: Feldstudie mit Auswertung von Patientenunterlagen aus Arztpraxen in der näheren bzw. weiteren Umgebung einer Mobilfunkbasisstation. Das Wohngebiet um die Anlage herum wurde in einen Innenbereich mit hoher Exposition und einen Aussenbereich mit niedrigerer Strahlenbelastung eingeteilt, zur Abgrenzung diente ein Radius von 400m. In beiden Bereichen wurden nach dem Zufallsprinzip Strassenzüge ausgewählt und aus den Unterlagen von vier allgemeinärztlichen Praxen die Anzahl der in diesen Strassen wohnenden Patienten mit Tumorneuerkrankungen ermittelt. Eingeschlossen wurden alle Personen, die seit 1994 an einem bösartigen Tumor erkrankt waren und während des Beobachtungszeitraums von 1994 bis 2004 nicht den Wohnort gewechselt hatten. Statistik: Vergleich der Erkrankungshäufigkeiten mittels Chi-Quadrat-Test, Berechnung des relativen Risikos und der Odds Ratios.

Resultat: Ende 1993 waren in den berücksichtigten Strassenzügen 1045 Anwohner gemeldet. Das Durchschnittsalter und das Geschlechterverhältnis war in beiden Bereichen ähnlich. Aus den Praxisarchiven wurden 967 Patienten ermittelt, 320 von ihnen wohnten im Nahbereich und 647 im Fernbereich der Mobilfunkantenne. Insgesamt 34 Patienten erkrankten im Beobachtungszeitraum neu an einem Krebsleiden: 18

von 320 Personen im Nahbereich und 16 von 647 Personen im Fernbereich. Über den gesamten Studienzeitraum (1994 bis 2004) ergab sich für die Personen im Nahbereich ein relatives Krebsrisiko von 2,27 ((Konfidenzintervall fehlt)). Die Odds Ratio lag bei 2,35 (95%-CI: 1.18-4.67). Bei Betrachtung der ersten fünf Jahre des Beobachtungszeitraums (1994 bis 1999) bestand kein signifikanter Unterschied im Erkrankungsrisiko der beiden Bevölkerungsgruppen. Im Zeitraum zwischen 1999 und 2004 betrug das relative Risiko einer Krebserkrankung für die Personen im Nahbereich 3,29 ((Konfidenzintervall fehlt)), für die Odds Ratio ergab sich ein Wert von 3,38 (95%-CI: 1.39-8.25, 99%-CI: 1.05-10.91). Das Durchschnittsalter der Patienten bei Erkrankung lag im Innenbereich bei 64,1 Jahren, im Aussenbereich bei 72,6 Jahren ((keine Angabe zur Signifikanz)).

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen gemäss den Autoren, dass in den letzten fünf Jahren im Umkreis von 400 m um die Mobilfunkanlage herum signifikant mehr neue Krebserkrankungen auftraten als in einem weiter entfernten Vergleichsgebiet in derselben Ortschaft. Die Autoren sehen in diesen Resultaten einen "Hinweis auf einen zeitlichen und örtlichen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber GSM-Basisstationen und Krebserkrankungen" und fordern weitere epidemiologische Studien.

Bemerkungen: Es ist unklar, wie stark die beiden Studiengruppen tatsächlich exponiert waren. Der Abstand von einer Mobilfunkbasisstation ist ein schlechter Indikator für das Ausmass der Strahlenbelastung, da die Exposition beispielsweise in unmittelbarer Nähe der Antenne sehr gering sein kann. Die Ergebnisse der im Artikel erwähnten Messungen werden nicht publiziert. Zudem werden keine Angaben zu den Kriterien gemacht, anhand derer die Vergleichbarkeit der Strassenzüge beurteilt wurde. Das Standardvorgehen zur Untersuchung eines (ursächlichen) Zusammenhangs zwischen EMF-Exposition und Krebsrisiko wäre eine gematchte Fall-Kontrollstudie.

Finanzierung: "keine Fremdmittel"

Oliver JP, Chou CK, Balzano Q.
Testing the effectiveness of small radiation shields for mobile phones.
Bioelectromagnetics 2003; 24 (1): 66-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der Effektivität von Strahlenschutzschilden für Mobiltelefone

Exposition: Mobiltelefon von Motorola, GSM, Frequenzen: 914 und 1880 MHz

Methode: Fünf Schilde, die nach Angaben der Hersteller bis zu 99% der Strahlung abschirmen sollten, wurden mit Hilfe eines Mobiltelefons und eines mit gewebeähnlicher Flüssigkeit gefüllten Kopfmodells getestet. Zusätzlich wurden vier Produkte untersucht, die laut Beschreibung oszillierende Strahlung aussenden, um die Hochfrequenzstrahlung des Mobiltelefons zu neutralisieren.

Resultat: Die Messung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) ergab, dass keines der untersuchten Geräte die Strahlenexposition im Bereich des Kopfes signifikant reduzierte.

Schlussfolgerung: Die Verwendung solcher Geräte ist nicht zu empfehlen, weil sie nicht die gewünschte abschirmende Wirkung haben und die geltenden Expositionsgrenzwerte bei Mobiltelefongebrauch auch ohne zusätzliche Schutzvorrichtungen eingehalten werden. Bei vollständiger Abschirmung der Strahlung wäre das Mobiltelefon nicht mehr funktionsfähig.

Juutilainen J, Stevens RG, Anderson LE, Hansen NH, Kilpelainen M, Kumlin T, Laitinen JT, Sobel E, Wilson BW.

Nocturnal 6-hydroxymelatonin sulfate excretion in female workers exposed to magnetic fields.

J Pineal Res 2000; 28 (2): 97-104

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob die berufliche Magnetfeldexposition während des Tages die nächtliche Melatoninproduktion beeinflusst.

Kollektiv: Sechzig Probandinnen, von denen 40 in einer Kleiderfabrik in Kuopio, Finnland, arbeiteten und als exponiert betrachtet wurden. Die Referenzgruppe bestand aus 20 Frauen, die bei einer Regierungsorganisation oder an der Universität angestellt waren.

Exposition: Magnetfelder von elektrischen Nähmaschinen, Flussdichte gemessen auf Augenhöhe der Arbeiterinnen. Vier Expositionskategorien: nicht exponiert (=Referenzgruppe), möglicherweise exponiert, mässig exponiert (0.3 bis 1 μ T im Durchschnitt) und stark exponiert (1.1 bis 2.5 μ T).

Methode: Während drei aufeinanderfolgenden Wochen wurde jeweils am Freitag und am Montag die Konzentration von 6-Hydroxymelatonininsulfat (6-OHMS) im Morgenurin der Probandinnen bestimmt. Um zu überprüfen, ob die Melatoninproduktion nach vier Tagen Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz abgenommen hatte und nach dem Wochenende wieder angestiegen war, wurde das Verhältnis der beiden Konzentrationen zueinander berechnet. Zusätzlich wurde untersucht, ob eine Assoziation zwischen den 6-OHMS-Werten und der Magnetfeldexposition bestand. Statistik: multivariate Regressionsanalyse für wiederholte Messungen. Einflussfaktoren: Alter, Rauchen, Anzahl der Stunden Schlaf pro Nacht, Lichtexposition während der Nacht, Fehlgeburten, Depression.

Resultat: Acht Frauen waren möglicherweise exponiert (arbeiteten in der Fabrik, aber nicht an einer Nähmaschine), 22 Teilnehmerinnen waren mässig und 10 Frauen stark exponiert. In allen vier

Expositionsgruppen lag der Quotient der beiden 6-OHMS-Konzentrationen ungefähr bei 1. Es gab also keinen Hinweis auf einen deutlichen Unterschied zwischen der Melatoninproduktion am Ende der Woche und nach dem Wochenende. Die durchschnittliche 6-OHMS-Konzentration war bei den exponierten Studienteilnehmerinnen niedriger als in der Referenzgruppe. Es zeigte sich aber keine Dosiswirkungsbeziehung, die mittlere 6-OHMS-Konzentration war in der stark exponierten Gruppe höher als bei den mässig oder nur möglicherweise exponierten Frauen. Als wichtigste erklärende Variablen im Regressionsmodell erwies sich neben der Magnetfeldexposition das Rauchen.

Schlussfolgerung: Die Resultate liefern limitierte Evidenz dafür, dass Frauen mit beruflicher Magnetfeldbelastung eine geringere nächtliche Melatoninproduktion haben als Frauen mit niedrigerer Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz. Falls die Magnetfeldexposition die nächtliche Melatoninproduktion reduziert, scheint es keinen "Erholungseffekt" über das Wochenende zu geben.

Bemerkungen: Es ist nicht klar, wie gut die beiden Studiengruppen bezüglich anderer Einflussfaktoren übereinstimmen. War der Anteil der Raucherinnen in beiden Gruppen gleich gross? Auch Unterschiede in der Magnetfeldexposition ausserhalb des Arbeitsplatzes wären denkbar. Warum wurden keine getrennten Analysen für Raucherinnen und Nichtraucherinnen durchgeführt? Die Angaben zur Verteilung der Teilnehmerinnen auf die Studiengruppen sind in Text und Tabellen verschieden (Text: 39 Frauen exponiert, 21 in Referenzgruppe; Tabellen: 40 exponiert, 20 nicht exponiert). Ebenfalls inkonsistent ist die Angabe zum Melatoninquotienten (Freitag/Montag oder Montag/Freitag?).

Finanzierung: Pratt and Whitney Government Engines and Space Propulsion Systems

Leventhal A, Karsenty E, Sadetzki S.
Cellular phones and public health.
Harefuah 2004; 143 (8): 614-8, 620

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Land:
Zentralnervensystem
Nichteuropäische
Länder

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über den Wissensstand zu Mobilfunkexposition und Auswirkungen auf die Gesundheit.

Methode: Literaturstudie.

Resultat: Der einzige etablierte gesundheitliche Effekt im Zusammenhang mit der Mobiltelefonexposition ist das erhöhte Unfallrisiko beim Telefonieren am Steuer. Dieses Risiko hängt nicht mit der emittierten Strahlenmenge zusammen. Das Wissen zu den anderen Auswirkungen auf die Gesundheit ist noch unzureichend, grosse internationale Studien sind im Gange.

Schlussfolgerung: Die Unsicherheiten hinsichtlich der neuen Technologie des Mobilfunks haben zur Definition eines neuen Prinzips geführt, das als "prudent avoidance" (vorsichtiges Vermeiden) bezeichnet wird und als Richtlinie für eine adäquate Public Health-Politik dient. Dieses Prinzip wird von der öffentlichen Politik in Israel angewandt, bis die Ergebnisse multinationaler epidemiologischer Studien zur Verfügung stehen.

Bemerkungen: Abstract auf englisch vorhanden, Publikation nur auf hebräisch.

Hocking B, Gordon I.

Decreased survival for childhood leukemia in proximity to television towers.

Arch Environ Health 2003; 58 (9): 560-4

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusätzliche Analyse der Überlebensdaten aus einer früheren Studie zum Zusammenhang zwischen der Exposition durch Fernsehsender und der Krebsinzidenz bzw. -mortalität (Hocking B. et al.: Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. Medical Journal of Australia 1996: 165 (11-12), 601-605. (Id.Nr. 1141)).
Studiengebiet: Neun Ortschaften in Nord-Sydney, Australien.

Kollektiv: Bevölkerung im Umkreis von ca. 4 km um drei Fernsehsendetürme im Vergleich zur Bevölkerung in weiterem Umfeld (ca. 4 bis 15 km).

Exposition: Die drei Sendetürme waren in einem Dreieck aufgestellt mit etwa je 1.5 km Entfernung zueinander. Sie emittierten im Frequenzbereich 63 bis 202 MHz mit einer Leistung von etwa 570 kW und im Bereich 526 bis 533 MHz mit etwa 330 kW. Es handelte sich um FM- (frequenzmodulierte) und AM- (amplitudenmodulierte) Signale (Fernsehen und Radio). Hauptmodulationsfrequenzen waren 50 Hz und 15.6 kHz. Die berechnete durchschnittliche Strahlungsdichte lag zwischen 8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (bei den Türmen) und 0.2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ in 4 km Distanz (exponiertes Gebiet, innerer Ring) und 0.02 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ in 12 km Distanz (nicht exponiert, äusserer Ring). Vgl. Hocking et al. 1996.

Methode: Überlebensanalyse für die Leukämieerkrankungen bei Kindern, die zwischen 1972 und 1993 in der Studienregion auftraten. Auswertung für alle Leukämien zusammen und für die Untergruppe der akuten lymphatischen Leukämie. Beschreibung der Daten mit Kaplan-Meier-Kurven und Vergleich der Gruppenunterschiede mittels Log-Rang- und Wilcoxon-Tests. Berücksichtigt Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Diagnosejahr; nicht berücksichtigte Einflussfaktoren: sozioökonomischer Status, klinische Details (Leukämie-Subtyp, Begleiterkrankungen etc.), Art der Therapie.

Resultat: Insgesamt wurden 160 Leukämiepatienten identifiziert, davon wohnten 36 im exponierten Gebiet, 124 im nichtexponierten Gebiet. Bezüglich aller Leukämieerkrankungen zusammen zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Überlebenskurven (Log-Rang-Test: $p=0.04$, Wilcoxon-Tests: $p=0.05$): Die 5-Jahres-Überlebensrate innen lag bei 49%, aussen bei 62%. Die 10-Jahres-Überlebensrate betrug innen 33%, aussen 55%. Nach Korrektur für mögliche Confounder (mittels Cox's proportional hazards model) lag das Sterblichkeitsratenverhältnis innen vs. aussen bei 1.8 (95%-CI: 1.0-3.0). Von den 129 Patienten mit akuter lymphatischer Leukämie wohnten 29 im exponierten Gebiet und 94 im nichtexponierten Gebiet. Auch für diese Gruppe zeigte sich ein signifikanter Überlebensunterschied (Log-Rang-Test: $p=0.03$, Wilcoxon-Tests: $p=0.05$): Die 5-Jahres-Überlebensrate innen lag bei 55%, aussen bei 71%. Die 10-Jahres-Überlebensrate betrug innen 33%, aussen 62%. Nach Korrektur für mögliche Confounder (mittels Cox's proportional hazards model) lag das Sterblichkeitsratenverhältnis innen vs. aussen bei 2.1 (95%-CI: 1.1-4.0).

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse sind kein Beleg für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Hochfrequenzstrahlung und Krebserkrankung. Die Autoren halten ihre Daten aber für vereinbar mit der Hypothese einer krebsbegünstigenden Wirkung der Strahlung, da der Mortalitätsunterschied bei längerer Beobachtungsdauer zuzunehmen scheint.

Bemerkungen: Wie bereits an der ursprünglichen Studie kritisiert, ist nicht auszuschliessen, dass andere Störgrössen zur Entstehung der beobachteten Mortalitätsunterschiede beigetragen haben (Radiumfabrik, Leukämie-Spezialklinik im exponierten Gebiet, klinische Unterschiede wie Schweregrad der Erkrankung etc.).

Westerman R, Hocking B.

Diseases of modern living: neurological changes associated with mobile phones and radiofrequency radiation in humans.

Neurosci Lett 2004; 361 (1-3): 13-6

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Mini-Review zu neurologischen Symptomen im Zusammenhang mit Hochfrequenzexposition.

Kollektiv: Diverse (Studienkollektive und Einzelpersonen).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung, akzidentelle Exposition bei Antennenmonteuren (Mobilfunk, Rundfunk), berufliche Exposition bei Schweißern, akzidentelle Exposition durch defekte Mikrowellenöfen.

Methode: Übersicht über verschiedene Studien und Fallberichte zu neurologischen Symptomen im Zusammenhang mit Hochfrequenzexposition.

Resultat: Am häufigsten werden Sensibilitätsstörungen (Dysästhesien) in Zusammenhang mit einer (akzidentellen) Hochfrequenzexposition gebracht. Andere Symptome waren Kopfschmerzen und Müdigkeit. Da die Beschwerden nur bei manchen Personen auftreten, scheint die Empfindlichkeit verschieden zu sein. Teilweise sind die beobachteten Beschwerden auf thermische Effekte zurückzuführen. Evtl. spielt die Modulation der Strahlung eine Rolle.

Schlussfolgerung: Die geltenden Grenzwerte scheinen für die meisten Menschen ausreichend zu sein. Es könnte aber Personen geben, die bei geringeren Expositionen Symptome entwickeln. Die Mechanismen, die unterhalb der Erwärmungsschwelle zu neurologischen Symptomen führen könnten, müssen weiter erforscht werden.

Bemerkungen: Die Expositionen sind sehr unterschiedlich (Strahlungsquelle, Intensität, Frequenz, Dauer). Eine sehr ähnliche Übersicht findet sich in: Hocking B., Westerman R.: Neurological effects of radiofrequency

radiation. Occup Med (Lond) 2003; 53 (2), 123-7 (Id.Nr. 1837).

Richter ED, Berman T, Levy O.

Brain cancer with induction periods of less than 10 years in young military radar workers.

Arch Environ Health 2002; 57 (4): 270-2

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Radar

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Beschreibung der Krankengeschichte von fünf Patienten mit Hirntumoren, die beim israelischen Militär als Radartechniker oder -ingenieure gearbeitet hatten.

Kollektiv: Vier Hirntumorpatienten im Alter von 25 bis 41 Jahren. Ein Patient, der mit 29 J. an einem Hirntumor verstorben ist.

Exposition: Verschiedene Arten der Hochfrequenzexposition im Rahmen der Tätigkeit als Radartechniker, Dauer und Höhe der Exposition unvollständig dokumentiert, teilweise sehr hohe berufliche Exposition.

Methode: Fallbeschreibungen und Kommentare.

Resultat: Die Tumoren traten relativ kurze Zeit nach Beginn der Radarexposition auf (< 10 J.). Das könnte gegen einen Zusammenhang mit der Exposition sprechen. Kurze Latenzzeiten können aber auch ein Hinweis auf ein erhöhtes Risiko in stark exponierten Gruppen sein.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren Krankheitsfälle mit kurzer Latenzzeit nach hoher Exposition als erste Anzeichen für erhöhte Risiken. Sie empfehlen Vorsorgemassnahmen, wenn aus Experimenten bekannt ist, dass die Exposition genotoxisch wirkt, also das Erbgut schädigt.

Bemerkungen: Aus diesen Fallbeschreibungen lässt sich kein Zusammenhang zwischen der Strahlenexposition und der Tumorerkrankung ableiten. Über andere Risikofaktoren ist nichts bekannt. Es werden Parallelen zum Thema Mobilfunk gezogen, obwohl keiner der Patienten ein Mobiltelefon benutzte und die Expositionen nicht vergleichbar sind.

Vgl. Kommentar: Brautbar N., Rapid development of brain tumors in 2 cellular phone testers. Arch Environ Health. 2003;58(9):606.

Lönn, S.

Mobile Phone Use and Risk of Intracranial Tumors.

Dissertation. Institute of Environmental Medicine, Division of Epidemiology, Karolinska Institut, Stockholm. 2004;

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonexposition und Hirntumorrisiko.

Kollektiv: Diverse

Methode: Doktorarbeit am Institut für Umweltepidemiologie des Karolinska-Instituts in Stockholm, bestehend aus vier Publikationen und einer zusammenfassenden Diskussion. Alle vier Publikationen sind von Lönn S. et al.: a) Incidence trends of adult primary intracerebral tumors in four Nordic countries, Int J Cancer, 2004; 108(3): 450-5 (Id.Nr. 1796). b) Output power levels from mobile phones in different geographical areas; implications for exposure assessment. Occup Environ Med, 2004; 61(9): 769-72 (Id.Nr. 1815). c) Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. Epidemiology, 2004; 15(6): 653-9. (Id.Nr. 1825). d) Long-term mobile phone use and brain tumors (zur Publikation eingereicht).

Resultat: Insgesamt weisen die Ergebnisse der vier Studien nicht auf ein erhöhtes Risiko für Gliome und Meningeome im Zusammenhang mit dem Mobiltelefongebrauch hin. Es wurde keine Risikozunahme bei Langzeitbenutzern festgestellt, auch nicht, wenn nur die exponierte Kopfseite berücksichtigt wurde. In Bezug auf Akustikusneurinome zeigte sich bei Kurzzeitgebrauch und kurzen Latenzzeiten kein erhöhtes Risiko. Bei Langzeitverwendung von Mobiltelefonen bestand ein gesteigertes Akustikusneurinomrisiko auf der Kopfseite, an der telefoniert wurde. Diese Risikozunahme galt nur für die Verwendung von Analogtelefonen, nicht für Digitaltelefone. Die Hirntumorinzidenz in den vier skandinavischen Ländern ist seit 1983 nicht angestiegen. In den Jahren davor war - zeitgleich mit der Einführung von neuen Diagnosemethoden (u.a. der Computertomographie) - eine Häufigkeitszunahme zu beobachten. In ländlichen Gebieten mit geringerer Basisstationsdichte ist die durchschnittliche Sendeleistung von Mobiltelefonen höher als in städtischen Gebieten. Die Einwohnerdichte einer Region könnte daher als Indikator zur Verbesserung der Expositionsabschätzung in

epidemiologischen Studien herangezogen werden.

Schlussfolgerung: Wegen der wahrscheinlich langen Induktions- und Latenzzeiten von Hirntumoren ist es zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich, eventuelle Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Hirntumorinzidenz endgültig zu beurteilen. Die vorliegenden Ergebnisse müssen überprüft und weitere Resultate der internationalen INTERPHONE-Studie abgewartet werden.

Bemerkungen: Die vierte Studie wurde nach der Veröffentlichung der Dissertation publiziert in: Lönn S. et al., Long-term mobile phone use and brain tumor risk. Am J Epidemiol 2005: 161 (6), 526-35. (Id.Nr. 1864)

Finanzierung: European Fifth Framework Program, Swedish Research Council, Union against Cancer, Mobile Manufacturers' Forum, GSM Association

Hocking B, Westerman R.
Neurological effects of radiofrequency radiation.
Occup Med (Lond) 2003; 53 (2): 123-7

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Auswirkungen, neurophysiologischen Mechanismen und Sicherheitsstandards der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung.

Kollektiv: Diverse (Studienkollektive und Einzelpersonen).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung, akzidentelle Exposition bei Antennenmonteuren (Mobilfunk, Rundfunk), berufliche Exposition bei Schweißern, akzidentelle Exposition durch defekte Mikrowellenöfen.

Methode: Übersicht über elf Fallberichte und Fallreihenuntersuchungen zu neurologischen Symptomen im Zusammenhang mit Hochfrequenzexposition.

Resultat: Zu den Suchkriterien wurden elf Originalpublikationen gefunden, an fünf Artikeln war mindestens einer der beiden Autoren des Berichts beteiligt.

Schlussfolgerung: Die Publikationen liefern Informationen zu Sensibilitätsstörungen nach verschiedenen Hochfrequenzexpositionen. Teilweise handelt es sich um thermische Effekte. Auch bei schwächeren Expositionen können bei manchen Personen Funktionsstörungen des peripheren Nervensystems auftreten, die sich manchmal nur als Änderung der Wahrnehmungsschwelle äussern. Eventuell spielt die Modulation der Strahlung eine Rolle.

Bemerkungen: Eine sehr ähnliche Übersicht findet sich in Westerman R., Hocking B.: Diseases of modern living: neurological changes associated with mobile phones and radiofrequency radiation in humans. Neurosci Lett 2004: 361 (1-3), 13-6. (Id.Nr.1834). Die beschriebenen Expositionen sind sehr unterschiedlich

(Strahlungsquelle, Intensität, Frequenz, Dauer), teilweise handelt es sich um sehr hohe Intensitäten und thermische Effekte.

Brande FV, Martens P.

A false positive arrhythmia on electrocardiogram induced by a cell phone.

Eur J Emerg Med 2003; 10 (4): 357-60

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herzkreislautsystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Fallbeschreibung zur Interferenz zwischen Mobiltelefonstrahlung und medizinischen Geräten.

Kollektiv: Eine Patientin, die vor vier Wochen eine Bypassoperation erhalten hatte und wegen Fieber die Notaufnahme eines Krankenhauses aufsuchte. Keine Herzrhythmusstörungen in der Vorgeschichte.

Exposition: Mobiltelefon (Siemens C25) im Standby-Modus in ca. 1,5 m Entfernung im selben Raum.

Methode: Fallbeschreibung

Resultat: Im Elektrokardiogramm (EKG) der Patientin zeigte sich ein Vorhofflimmern mit einer Vorhoffrequenz von 315 und einer Kammerfrequenz von 81 Schlägen pro Minute. Bei der klinischen Untersuchung war der Puls regelmässig. Nach Entfernung des Mobiltelefons aus dem Untersuchungszimmer zeigte sich ein normaler Sinusrhythmus mit der selben Frequenz wie im ersten EKG. Die Patientin wurde eine Woche lang hospitalisiert und überwacht, es traten keine Herzrhythmusstörungen mehr auf.

Die Autoren nehmen an, dass es sich bei dem Vorhofflimmern um eine fehlerhafte Aufzeichnung gehandelt hat, die durch elektromagnetische Interferenz zwischen EKG-Gerät und Mobiltelefon zustande gekommen ist. In einem Replikationsversuch mit dem selben EKG-Gerät, aber einem anderen Mobiltelefon und einem gesunden Probanden lässt sich die Beobachtung nicht bestätigen.

Schlussfolgerung: Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Mobiltelefonstrahlung und EKG-Funktionsstörung konnte nicht nachgewiesen werden, in der Literatur sind aber Interferenzerscheinungen durch Mobiltelefone beschrieben. Daher ist das Handyverbot in Krankenhäusern und insbesondere in Notfallstationen gerechtfertigt und sollte beibehalten werden. Das gilt auch für den Standby-Modus.

Beard BB, Kainz W.

Review and standardization of cell phone exposure calculations using the SAM phantom and anatomically correct head models.

Biomedical Engineering Online 2004; 3 (1): 34

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich zwischen verschiedenen Kopfmodell-Typen zur Berechnung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) bei Experimenten mit Mobiltelefonexposition.

Methode: Literatur-Review

Resultat: Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von dosimetrischen Studien hängt von vielen Faktoren ab: Definition des exponierten Gewebevolumens, Art des Kopfmodells, Strahlungsquelle, Position des Mobiltelefons, FDTD usw. Die bisher vorliegenden Studien unterscheiden sich in vielen Faktoren und sind daher nicht vergleichbar.

Schlussfolgerung: Um die dosimetrischen Angaben besser vergleichbar zu machen, sollten von der IEEE neue Richtlinien verabschiedet werden. Die Durchführung der Versuche und Expositionskalkulationen sollte vereinheitlicht werden. Neue anatomisch korrekte Modelle sollten zur Verfügung stehen, um einen Vergleich mit dem häufig verwendeten "specific anthropomorphic Mannequin" (SAM) zu ermöglichen.

Böhler E, Schüz J.

Cellular telephone use among primary school children in Germany.

European Journal of Epidemiology 2004; 19 (11): 1043-1050

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Mobiltelefongewohnheiten von Schulkindern in Deutschland und der Faktoren, die diese Gewohnheiten beeinflussen.

Kollektiv: 1933 Kinder aus 34 Grundschulen (Primarschulen) in Mainz und Umgebung. Teilnahmerate: 87.8%. 942 Mädchen, 986 Knaben. Die Kinder besuchten die vierte Klasse, das Alter lag zwischen 8 und 12 Jahren (Median: 10 J.). 93% der Kinder waren 9 oder 10 Jahre alt.

Exposition: Mobiltelefongebrauch im Alltag.

Methode: Querschnittserhebung mittels Fragebogen. Die Befragung der Kinder fand in der Schule statt, alle Kinder füllten den Fragebogen gleichzeitig aus. Die Lehrer beantworteten einige Fragen zur Zusammensetzung der Schulklasse (Nationalitäten, Sozialstatus, Deutschkenntnisse usw.). Statistische Analysen: Chi-Quadrat-Tests, Mann-Whitney-U-Tests, binäre nichtbedingte logistische Regression. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Anzahl der Geschwister, Bewegungsverhalten, Freizeitaktivitäten.

Resultat: Etwas mehr als ein Drittel aller Kinder (37.4%, n=671) besass ein Mobiltelefon (Median: 33,8%, Range: 7.7 bis 55.3%). Insgesamt telefonierten 119 (6.2%) Kinder mindestens einmal am Tag mit einem Mobiltelefon. 123 (6.4%) Kinder benutzten mehrmals pro Woche und 876 (45.3%) gelegentlich ein Handy. 805 (41.6%) Kinder hatten noch nie ein Mobiltelefon verwendet. Als Einflussfaktoren mit einer signifikant höheren Wahrscheinlichkeit, ein Mobiltelefon zu besitzen, erwiesen sich das Alter des Kindes (OR=1.35, 95%-CI: 1.15 -1.59), das Fehlen von Geschwistern und bewegungsarmes Freizeitverhalten (Fernsehen, Computerspiele). Auch Kinder, die mit dem Auto von der Schule abgeholt wurden und später zu Bett gingen, hatten mit höherer

Wahrscheinlichkeit ein Mobiltelefon (OR=1.99, 95%-CI: 1.35-2.91 resp. OR=2.76, 95%-CI: 1.39-5.49), genauso wie Kinder aus Schulklassen mit einem grösseren Anteil an ausländischen oder sozial benachteiligten Schülern. Das Gleiche galt aber auch für Kinder, die Mitglied eines Sportvereins waren.

Schlussfolgerung: Besitz und regelmässige Verwendung eines Mobiltelefons sind bei neun- bis zehnjährigen Kindern bereits relativ häufig (ca. 35%). Die vorliegenden Daten können als Basis für Follow-Up-Studien zur Untersuchung der eventuellen gesundheitlichen Auswirkungen der Mobiltelefonexposition bei Kindern verwendet werden.

Bemerkungen: Interessant wären Angaben zum Sozialstatus der Kinder auf individueller Ebene, nicht nur für die jeweiligen Schulklassen. Es ist davon auszugehen, dass Kinder aus niedrigeren sozialen Schichten sich in der Freizeit tendenziell weniger sportlich betätigen und mehr Fernsehen schauen als Kinder aus besser situierten Familien (unabhängig vom Mobiltelefonbesitz).

Finanzierung: keine Angaben

Schmidt-Pokrzywniak A, Jöckel KH, Bornfeld N, Stang A.
Case-control study on uveal melanoma (RIFA): rational and design.
BMC Ophthalmol 2004; 4 (1): 11

Stichwörter	Kollektiv: Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Studiendesign, Statistik Tumoren: weitere

Exposition:

Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Studiendesign einer Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Risikofaktoren und der Entstehung von Uveamelanomen (=bösartiger Augentumor der mittleren Augenhaut, bestehend aus Aderhaut, Ziliarkörper und Regenbogenhaut). Neben der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung z.B. von Mobiltelefonen sollen auch andere mögliche Risikofaktoren untersucht werden: UV-Strahlen-Exposition in Beruf und Freizeit, Pigmentierungsgrad der Haut, diverse berufliche Expositionen (in Chemie-Industrie, Landwirtschaft, Kohleabbau, bei Schweissern, Köchen, medizinischem Personal) und genetische Faktoren (Krebserkrankungen in der Familie).

Kollektiv: Fälle: Patienten der Universitätsklinik Essen, bei denen zwischen September 2002 und September 2004 neu ein Melanom der mittleren Augenhaut diagnostiziert wurde. Drei Kontrollgruppen: 1) bevölkerungsbasiert (aus Listen der Einwohnermeldeämter), 2) Patienten ohne Krebserkrankungen von den gleichen Augenärzten (zwei Kontrollpersonen pro Patient), 3) Geschwister der Patienten (eine Kontrollperson pro Patient).

Exposition: Verwendung von Mobiltelefonen im Alltag

Methode: Telefonische Befragung der Studienteilnehmer, Fragebogen wie bei INTERPHONE-Studie. Auswertung der Ergebnisse mittels bedingter logistischer Regression. Powerberechnung für verschiedene Szenarien. Einflussfaktoren: Hauttyp, Augenfarbe, Pigmentierung, Sonnenbrand-Anamnese, Neigung zu Sommersprossen, familiäre Häufung von Krebserkrankungen.

Resultat: Die Ergebnisse der Studie sollen im Sommer 2005 publiziert werden.

Finanzierung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

Ahlbom A, Green A, Kheifets L, Savitz D, Swerdlow A.
Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure.
Environ Health Perspect 2004; 112 (17): 1741-1754

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell
Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Review epidemiologischer Publikationen zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Gesundheit. Zusammenfassung des aktuellen Kenntnisstands.

Exposition: Hochfrequenzstrahlung (100 kHz bis 300 GHz) von verschiedenen Strahlungsquellen

Methode: Zusammenstellung der Studienresultate zu verschiedenen Gesundheitseffekten, die im Zusammenhang mit beruflicher Hochfrequenzexposition sowie mit Exposition durch Radio- oder Fernsehsender und Mobiltelefone diskutiert werden.

Resultat: Zur Zeit gibt es keine konsistente oder überzeugende Evidenz dafür, dass sich die Exposition gegenüber hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung negativ auf die Gesundheit auswirkt. Die vorliegenden epidemiologischen Studien haben aber zu viele Schwächen, um einen Zusammenhang ausschliessen zu können. Das Hauptproblem der Studien ist die Expositionsabschätzung (diverse Strahlenquellen; tatsächliche Exposition von Bevölkerungsgruppen unbekannt; Dauer der Exposition teilweise noch zu kurz).

Schlussfolgerung: Zur Verbesserung der Expositionsabschätzung sollten in zukünftigen Studien Messgeräte eingesetzt werden, mit denen die individuelle Exposition festgestellt werden kann. Idealerweise sollte nicht nur die äussere Feldstärke berücksichtigt werden, sondern auch die kumulative Strahlendosis und die spezifische Absorptionsrate in verschiedenen Körperteilen. Weiterer Forschungsbedarf besteht in Hinblick auf Langzeitexpositionen und chronische Erkrankungen. Kinder sollten in die Studien einbezogen werden.

Bemerkungen: Es werden keine Angaben zum Vorgehen bei der Literaturrecherche gemacht (verwendete Datenbanken, Publikationszeitraum, Anzahl der Studien, Ein-/Ausschlusskriterien, Vollständigkeit?).

Golden C, Golden CJ, Schneider B.
Cell phone use and visual attention.
Percept Mot Skills 2003; 97 (2): 385-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Effekt des Mobiltelefongebrauchs auf die visuelle Aufmerksamkeit, Vergleich mit Gesprächssituation ohne Mobiltelefon.

Kollektiv: Drei Gruppen a 15 Personen mit Fahrerlaubnis für den US-Staat Florida, Mindestalter 18 Jahre, Durchschnittsalter ca. 30 Jahre. Ungefähr 50% Frauen. Bildungsstand vergleichbar.

Methode: Alle drei Gruppen absolvierten einen Aufmerksamkeitstest (Erkennen und Bestätigen bestimmter Buchstaben am Monitor). Gruppe 1: ohne Ablenkung, Gruppe 2: während eines Gesprächs mit einer Person im selben Raum (Beantworten von Fragen), Gruppe 3: während eines Telefonats mit einem Mobiltelefon (Beantwortung der gleichen Fragen, Gerät ans Ohr gehalten). Vergleich der Aufmerksamkeitsleistungen in den Gruppen mittels t-Test. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Bildungsstand.

Resultat: Verglichen mit der Kontrollgruppe erzielten die Personen in den beiden anderen Gruppen eine signifikant schlechtere Aufmerksamkeitsleistung. Zwischen der Konversations- und der Mobiltelefongruppe gab es keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Telefonieren verschlechtert die Aufmerksamkeitsleistung, der Ablenkungseffekt ist aber nicht grösser als bei einer ähnlichen Gesprächssituation ohne Telefon.

Sullmann MJM, Baas PH.

Mobile phone use amongst New Zealand drivers.

Transportation Research Part F 7 2004; 7 (2): 95-105

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung bei Autofahrern in Neu-Seeland und zu den Charakteristika dieser Autofahrer.

Kollektiv: Personen aus vier Regionen Neuseelands, die in den letzten sechs Monaten ein Auto gefahren hatten.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung am Steuer (mit/ohne Freisprechanlage oder Head Set)

Methode: Fragebogenerhebung mit ca. 1700 Fragebögen, die an die Kunden von Tankstellen in vier städtischen Regionen der Nordinsel Neuseelands verteilt wurden. Rücklaufquote: ugf. 50% (861 Antworten). Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Art und Dauer der Fahrerlaubnis, Typ und Alter des Fahrzeugs, bevorzugte Geschwindigkeit, Anzahl der Kilometer pro Jahr und der Unfälle in den letzten fünf Jahren.

Resultat: Ausgewertet wurden die Angaben von 481 Männern und 372 Frauen im Alter von 15 bis 86 Jahren. Nach Berücksichtigung der demographischen und sonstigen Einflussfaktoren (z.B. Anzahl Kilometer/Jahr) ergab die logistische Regression keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Mobiltelefongebrauch und der Unfallhäufigkeit.

Bemerkungen: Der Einfluss des Mobiltelefongebrauchs auf die Unfallhäufigkeit kann nur in homogenen Personengruppen sinnvoll untersucht werden (Stratifizierung nach demographischen und sonstigen Charakteristika).

Finanzierung: keine Angaben

Wartenberg D.

Residential EMF exposure and childhood leukemia: meta-analysis and population attributable risk.

Bioelectromagnetics 2001; Suppl 5: S86-104

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse der Studien zum Einfluss der Magnetfeldexposition auf das Leukämierisiko von Kindern. Review der Metaanalysen, die von 1992 bis 1998 durchgeführt wurden.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive aus 19 epidemiologischen Studien.

Exposition: Magnetfeldexposition am Wohnort, ausgehend von elektrischen Leitungen. In den Studien kamen verschiedene Methoden der Expositionsabschätzung zur Anwendung (Messungen, Berechnungen, Distanz, Wire Codes usw.). Für die Metaanalyse wurden jeweils die Werte als Cutpoints verwendet, die am nächsten bei 0.2 μ T lagen.

Methode: 26 Originalstudien wurden identifiziert und 19 davon in die Metaanalyse aufgenommen. Basierend auf verschiedenen Expositionsmodellen wurden kombinierte Odds Ratios und attributable Risiken berechnet. Zusätzlich wurden Heterogenitäts- und Sensitivitätsanalysen durchgeführt sowie das Vorhandensein eines Publikationsbias überprüft.

Resultat: Die Metaanalyse ergab weitgehend positive Resultate, die auf einen kleinen bis mässiggradigen Effekt der Magnetfeldexposition auf das Leukämierisiko bei Kindern hinweisen (Odds Ratios von 1.2 bis 1.3, oft knapp statistisch signifikant). Es besteht beträchtliche Heterogenität zwischen den Studien, die Ergebnisse sind aber wahrscheinlich nicht auf einen Publikationsbias zurückzuführen.

Schlussfolgerung: Der Autor sieht in den Gesamtergebnissen einen Hinweis darauf, dass die Magnetfeldbelastung mit einem Anstieg der Leukämierate bei Kindern assoziiert sein könnte. Wenn es sich dabei um einen Kausalzusammenhang handeln würde, wären in den USA bei einer jährlichen Inzidenz von 2200

Leukämieerkrankungen bei Kindern unter 15 Jahren 175 bis 240 Fälle (8 bis 11%) auf die Magnetfeldbelastung am Wohnort zurückzuführen.

Finanzierung: Public Health Institute, California; NIEHS

Wartenberg D.

The potential impact of bias in studies of residential exposure to magnetic fields and childhood leukemia.

Bioelectromagnetics 2001; Suppl 5: S32-47

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Bei der Durchführung von Fall-Kontrollstudien sind verschiedene methodische Schwierigkeiten zu berücksichtigen: Repräsentativität der Patienten und der Kontrollpersonen, Selektionsbias, unterschiedliche Teilnehmerraten in den Gruppen, Mobilität der Personen und Expositionsabschätzung.

Schlussfolgerung: Die potenziellen Fehler sollten bei der Interpretation der Studienergebnisse beachtet werden. Den Effekt der Fehler zu quantifizieren, ist schwierig, aber es erscheint unwahrscheinlich, dass Selektionsbias die einzige Erklärung für die beobachtete Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Krebserkrankungen bei Kindern ist.

Bemerkungen: Erratum in: Bioelectromagnetics. 2004; 25(4):319: This article originally appeared in Bioelectromagnetics Supplement 5:S32-S47 (2001). On page S44, the last sentence of text in the published version reads, "Since there is such variety in the populations studied and because there is no overriding flaw that encompasses all of them, it seems unlikely that selection cannot be the sole explanation for reported associations between exposure to magnetic fields and childhood cancer incidence." It should read, "Since there is such variety in the populations studied and because there is no overriding flaw that encompasses all of them, it seems unlikely that selection CAN be the sole explanation for reported associations between exposure to magnetic fields and childhood cancer incidence."

Ahlbom A, Feychting M, Gustavsson A, Hallqvist J, Johansen C, Kheifets L, Olsen JH.
Occupational magnetic field exposure and myocardial infarction incidence.
Epidemiology 2004; 15 (4): 403-8

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher EMF-Exposition und Herzinfarktrisiko.

Kollektiv: Teilnehmer einer grossen schwedischen Studie zum Herzinfarktrisiko ("Stockholm Heart Epidemiology Program", SHEEP). Einwohner der Region Stockholm zwischen 1992 und 1993, Alter: 45 bis 70 Jahre. Bei der Auswertung zur EMF-Exposition wurden nur Männer berücksichtigt, die einen akuten, nicht tödlich verlaufenden Herzinfarkt erlitten hatten.

Exposition: Einteilung in verschiedene Expositionskategorien anhand von Jobtiteln - kodiert gemäss nordischer Version der "International Standard Classification of Occupations (ISCO)" - und anhand einer Berufsexpositions-Matrix. Für die Einstufung ausschlaggebend war die Berufstätigkeit ein Jahr vor dem Herzinfarkt.

Methode: Fall-Kontrollstudie. Die Patientendaten stammten von verschiedenen Kliniken der Region, die Kontrollpersonen wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt und nach Diagnosedatum, Einzugsgebiet des Spitals, Alter und Geschlecht gematcht. Berechnung der relativen Risiken mittels nichtbedingter logistischer Regression. Einflussfaktoren: Rauchen, Bluthochdruck, Hypercholesterinämie, Body Mass Index, körperliche Aktivität, Diabetes, Sozialstatus.

Resultat: 695 Patienten und 1133 Kontrollpersonen wurden in die Auswertung aufgenommen. Weder für bestimmte Berufsgruppen noch für Angehörige der oberen Expositionskategorien ergab sich ein erhöhtes Herzinfarktrisiko. In der höchsten Expositionskategorie (≥ 0.3 mikroT) betrug das relative Herzinfarktrisiko 0.57 (95%-CI: 0.36-0.89). Die relativen Risiken wurden für Alter, Einzugsgebiet der Klinik und sozioökonomischen Status korrigiert. Da die anderen Einflussfaktoren (Rauchen, Blutdruck, Cholesterin usw.)

die Resultate um weniger als 7% veränderten, wurden sie nicht in das statistische Modell aufgenommen.

Schlussfolgerung: Die Autoren bezeichnen die insgesamt eher reduzierten Infarktrisiken bei Personen mit beruflicher EMF-Exposition als überraschend. Eine mögliche Erklärung dafür sehen sie im so genannten "healthy worker effect". Frühere Studien haben ähnliche Ergebnisse gezeigt. Insgesamt spricht die Evidenzlage eher gegen einen Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und kardiovaskulären Krankheiten.

Bemerkungen: Aus den Angaben im Text ist nicht klar erkennbar, welches Risikomass in der vorliegenden Studie verwendet wurde. Da es sich um eine Fall-Kontrollstudie handelt, können eigentlich nur Odds Ratios berechnet werden, die Ergebnisse werden aber im Text als relative Risiken bezeichnet und im Titel als Inzidenz. Es ist erstaunlich, dass die etablierten kardiovaskulären Risikofaktoren (Rauchen, Diabetes, Hochdruck usw.) wenig Einfluss auf die Ergebnisse hatten. Interessant wäre auch die Veränderung der Resultate, wenn die Daten von Personen einbezogen würden, die an einem Herzinfarkt gestorben waren. Dies betraf fast ein Viertel der zunächst für die Studie rekrutierten Personen, die Daten wurden aber von der Auswertung ausgeschlossen. Ein anderer nicht berücksichtigter Aspekt ist die Langzeitexposition gegenüber EMF (fünf oder zehn Jahre vor dem Infarkt). Auch die Angaben zur Exposition könnten vollständiger sein (Frequenzspektrum, zeitliche Gewichtung?).

Finanzierung: Stockholm County Council

Qiu C, Fratiglioni L, Karp A, Winblad B, Bellander T.

Occupational exposure to electromagnetic fields and risk of Alzheimer's disease.

Epidemiology 2004; 15 (6): 687-94

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Kohortenstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern (ELF-MF) am Arbeitsplatz und der Entwicklung einer Demenz.

Kollektiv: 931 Personen, die zu Beginn der Studie über 75 Jahre alt waren, in Stockholm wohnten und nicht an Demenz erkrankt waren.

Exposition: Einstufung der Exposition während der Berufstätigkeit anhand von Interviews (oft mit Angehörigen), einer Berufsexpositionsmatrix und von Messung der Magnetfelder elektrischer Geräten, z.B. Nähmaschinen. Die Belastung mit ELF-Magnetfeldern während des ganzen beruflichen Lebens wurde als zeitgewichteter Mittelwert aller ausgeübten Berufe berechnet. Die Ergebnisse der Analysen wurden für drei Expositionskategorien dargestellt: Männer: <0.16, 0.16-0.21, >0.21 μ T; Frauen: <0.14, 0.14-0.17, >0.17 μ T. Die Resultate der Auswertung zur Magnetfeldbelastung während der überwiegend ausgeübten Tätigkeit wurde für Männer und Frauen in zwei Kategorien unterteilt: <0.20 und $\geq$ 0.20 μ T.

Methode: Kohortenstudie. Die Studienteilnehmer wurden dreimal untersucht: 1987 bis 1989 (Baseline), 1991 bis 1993 (erstes Follow-up) und 1994 bis 1996 (zweites Follow-up). Untersuchung auf Alzheimer-Symptome erfolgte durch zwei Ärzte unabhängig von einander, im Zweifelsfall wurde eine dritte Meinung eingeholt. Die Daten stammten aus Klinikakten und Todesscheinen. Zur Überprüfung der Repräsentativität der Studienpopulation wurde eine logistische Regression eingesetzt, zur Berechnung der relativen Risiken dienten Cox-Proportional-Hazard-Modelle.

Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Ausbildungsniveau, Blutgefässkrankheiten (z.B. Schlaganfall),

Alkoholkonsum, Rauchen, geistige und soziale Aktivität, Apolipoprotein-E-Genotyp.

Resultat: Von 1473 Personen zu Beginn der Studie entwickelten 265 im Verlauf eine Demenz. Bei 202 Teilnehmern handelte es sich um eine Alzheimer-Krankheit. Für die ganze Studienpopulation insgesamt zeigte sich kein erhöhtes Demenzrisiko bei stärkerer ELF-Magnetfeldbelastung. Die geschlechtsspezifische Analyse ergab für Männer mit einer Magnetfeldexposition von $\geq 0.20 \mu\text{T}$ im hauptsächlich ausgeübten Beruf ein erhöhtes relatives Risiko von 2.3 (95%-CI: 1.0-5.1) für Alzheimer und von 2.0 (95%-CI: 1.1-3.7) für alle Demenzen. Bei den Frauen ergaben sich keine Unterschiede im Demenzrisiko in Abhängigkeit von der Magnetfeldbelastung. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei der durchschnittlichen Exposition während des ganzen Lebens: Männer in der höchsten Belastungskategorie ($>0.21 \mu\text{T}$) hatten ein ungefähr verdoppeltes Demenzrisiko, bei den Frauen war keine Risikozunahme zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen beruflicher ELF-Magnetfeldbelastung und Alzheimer- sowie Demenzrisiko bei Männern, aber nicht bei Frauen. Als eventuelle Fehlerquellen werden Informationsbias und Misklassifikation der Exposition durch die Berufsmatrix, vor allem bei den Frauen, diskutiert.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung erfolgte mittels Berufsexpositionsmatrix und Messungen. Es konnte für viele mögliche Störvariablen korrigiert werden. Nicht berücksichtigt wurden die wohnortbezogene Magnetfeldexposition, andere berufliche Expositionen und die Ernährungsgewohnheiten.

Finanzierung: Swedish Council for Social Research; verschiedene schwedische Stiftungen

Li CY, Sung FC.

Association between occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis: a review.

Am J Ind Med 2003; 43 (2): 212-20

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenstellung der epidemiologischen Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (EMF) und dem Auftreten von amyotropher Lateralsklerose (ALS).

Kollektiv: Verschiedene Kollektive aus epidemiologischen Studien zur beruflichen EMF-Exposition und ALS oder Motoneuron-Erkrankungen (Oberbegriff).

Exposition: Diverse Berufe mit EMF-Exposition, Abschätzung mittels Interviews und Berufsexpositionsmatrizen.

Methode: Literatursuche in der Datenbank "Medline", Publikationen ab 1966. Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, sozioökonomischer Status, andere berufliche Expositionen (z.B. Lösungsmittel), mechanische Verletzungen, toxische Metalle (Blei), landwirtschaftliche Chemikalien, Elektrounfälle, schwere Handarbeit.

Resultat: In die Review wurden zehn Studien aufgenommen: sieben Fall-Kontroll-Studien, zwei Kohortenstudien und eine Mortalitätsstudie. In neun Studien ergaben sich Hinweise auf eine Assoziation zwischen EMF-Exposition und ALS-Risiko. Die höchsten Risikoschätzer in den Studien mit positiven Ergebnissen lagen zwischen 1.2 und 8 (Mittelwert: 4.2, Median: 3.5), waren aber teilweise nicht signifikant. In zwei Studien wurde eine Dosis-Wirkungs-Beziehung beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten einige Konsistenz für das Bestehen eines Zusammenhangs zwischen beruflicher EMF-Exposition und ALS. Die Kausalität des Zusammenhangs kann nicht

beurteilt werden, weil es noch nicht genügend Studien gibt und bei vielen methodische Schwächen bestehen. Die meisten Untersuchungen berücksichtigen keine anderen beruflichen Risikofaktoren, die das ALS-Risiko erhöhen könnten. Besonders wichtig ist die Unterscheidung zwischen dem Effekt der chronischen EMF-Exposition und wiederholten elektrischen Schlägen, wie sie bei Elektrikern und ähnlichen Berufsgruppen vorkommen. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die EMF-Exposition am Wohnort.

Bemerkungen: Es wird nicht angegeben, ob alle gefundenen Studien berücksichtigt wurden (Ein-/Ausschlusskriterien). Die meisten Effektschätzer beruhen auf sehr kleinen Fallzahlen und haben daher sehr weite Konfidenzintervalle. Dieser Aspekt wird im Artikel nicht diskutiert.

Finanzierung: ROC National Science Council

Harmanci H, Emre M, Gurvit H, Bilgic B, Hanagasi H, Gurol E, Sahin H, Tinaz S.
Risk factors for Alzheimer disease: a population-based case-control study in Istanbul, Turkey.
Alzheimer Dis Assoc Disord 2003; 17 (3): 139-45

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Alle, generell	<u>Zielgrösse:</u> Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Elektrische Geräte Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung der Alzheimer-Risikofaktoren in der Bevölkerung Istanbul.

Kollektiv: 1067 Personen im Alter von über 70 Jahren wurden zufällig aus den Einwohnerregistern in Kadok, Istanbul, ausgewählt. 1019 Personen nahmen an der Untersuchung teil. Wenn der Mini-Mental-State-Test positiv ausfiel (<25 von 30 Punkten = kognitive Beeinträchtigung), folgte eine neurologische Untersuchung (n=281). Als Fälle identifiziert wurden 57 Teilnehmer, bei denen das Vorhandensein einer Alzheimer-Demenz als "wahrscheinlich" eingestuft wurde. 127 Personen ohne kognitive Auffälligkeiten dienten als Kontrollgruppe.

Exposition: Die Höhe der EMF-Exposition wurde aus den Angaben zum Beruf und zur Art der Heizung in den Häusern der Teilnehmer abgeleitet. Befragt wurden Familienmitglieder der Teilnehmer in Face-to-Face-Interviews.

Methode: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrolluntersuchung im Rahmen einer türkischen Alzheimer-Prävalenzstudie. Schätzung adjustierter Odds-Ratios (OR) mittels multipler logistischer Regression. Signifikanzprüfung mit Chi-Quadrat-Tests. Einflussfaktoren: Bildungsstand, Beruf, Wohnort, Alkoholkonsum, elektrische Heizung im Haus oder für Wasser, Einnahme nichtsteroidaler Antirheumatika, Vorerkrankung an Schlaganfall oder Tuberkulose, Vollnarkose in der Anamnese.

Resultat: Personen mit höherer Schulbildung hatten ein vermindertes Alzheimerisiko (adjustierte OR=0.10, 95%-CI: 0.02-0.50). Bei Teilnehmern mit mittlerer oder höherer EMF-Exposition am Arbeitsplatz ergab sich eine OR von 4.02 (95%-CI: 1.02-15.78). Für Personen mit elektrischer Heizung im Haus lag die OR bei 2.77 (95%-CI: 1.12-6.85).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den Ergebnissen, dass eine höhere Schulbildung einen protektiven Effekt in Bezug auf Alzheimer hat und dass die Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung zu Hause oder am Arbeitsplatz ein signifikanter Risikofaktor ist.

Bemerkungen: Angaben zur Einteilung der Expositionsclassen fehlen, sie wurden von Sobel et al. 1995 übernommen. Die Anzahl der Personen mit "mittlerer oder höherer" EMF-Belastung ist gering (6 Fälle, 4 Kontrollpersonen), dementsprechend weit sind die Konfidenzintervalle. Geschlechtsspezifische Unterschiede sowie der Einfluss der Dauer der Berufstätigkeit konnten nicht untersucht werden.

Kommentar von J.C.S. Breitner in der selben Ausgabe, S. 137: Confounding ist nicht auszuschliessen, weil die Art der Berufstätigkeit und die Heizmethode in verschiedenen sozioökonomischen Klassen unterschiedlich sein könnte.

Finanzierung: Novartis A.S Turkey

Johansen C, Koch-Henriksen N, Rasmussen S, Olsen JH.
Multiple sclerosis among utility workers.
Neurology 1999; 52 (6): 1279-82

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bemerkungen: Zusammenfassung in Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1), 1-30. (Id.Nr. 1823, Dissertation)

Johansen C, Olsen JH.

Risk of cancer among Danish utility workers - a nationwide cohort study.

Am J Epidemiol 1998; 147 (6): 548-55

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Bemerkungen: Zusammenfassung in: Johansen C.: Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. Scand J Work Environ Health. 2004; 30 (Suppl 1), 1-30. (Id.Nr.: 1823, Dissertation)

Davanipour Z, Sobel E, Bowman JD, Qian Z, Will AD.

Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to electromagnetic fields.

Bioelectromagnetics 1997; 18 (1): 28-35

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Besset A, Espa F, Dauvilliers Y, Billiard M, de Seze R.
No effect on cognitive function from daily mobile phone use.
Bioelectromagnetics 2005; 26 (2): 102-8

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung der Auswirkungen von täglichem Mobiltelefongebrauch mit konstanter Expositionsdauer auf die kognitive Leistungsfähigkeit.

Kollektiv: 55 gesunde Personen (28 Frauen, 27 Männer), Alter: 18 bis 40, Mittelwert: 24.3 Jahre. Alle Studienteilnehmer benutzten ihr Mobiltelefon im Alltag weniger als 10 Min. pro Tag. Die Teilnehmer wurden in zwei Gruppen unterteilt und entweder exponiert oder scheinexponiert. Zwischen den beiden Gruppen wurden Paare gebildet, die bezüglich Alter, Geschlecht und Intelligenzquotienten übereinstimmten.

Exposition: Unter Doppelblindbedingungen wurden die Teilnehmer sechs Wochen lang jeweils von Montag bis Freitag von 18 bis 20 Uhr exponiert. Während der Exposition sassen sie vor einem Fernseher, sahen einen "emotional neutralen" Film und hielten mit der bevorzugten Hand ein Mobiltelefon ans Ohr. Das Signal bestand aus einem 900 MHz-Feld, 217 Hz gepulst, Pulsbreite 0.576 ms. Die an einem Modell ermittelte SAR betrug 0.54 W/kg. Während der Erholungsphase wurden alle Personen scheinexponiert.

Methode: Die Studie dauerte 45 Tage: 3 Tage "Baseline", 28 Tage Expositionsphase, 14 Tage Erholungsphase. Die neuropsychologischen Tests erfolgten an den Tagen 2 (Baseline), 15 und 29 (Exp.phase) und 43 (Erholungsphase), jeweils 13 Stunden nach der Exposition, also am nächsten Morgen. Die Testbatterie enthielt unter anderem Aufgaben zur Informationsverarbeitung, zur Aufmerksamkeitskapazität, zum Erinnerungsvermögen und zur Reaktionszeit. Bei der statistischen Auswertung wurden die Ergebnisse der beiden Tests während der Expositionsphase gepoolt und als ein Resultat behandelt. Der Vergleich der mittleren Punktwerte, die in den 22 verschiedenen Tests erzielt wurden, erfolgte mittels Zweiweg-ANOVA für wiederholte Messungen. Einflussfaktoren: Exposition (on/off), Studienphase (Baseline, Expositionsphase, Erholungsphase)

Resultat: In allen Testbereichen zeigten sich signifikant bessere Testresultate in der Expositions- und in der Ruhephase als in der Baseline (Periodeneffekt, auf Übung zurückzuführen). In der Varianzanalyse bestand keine signifikante Interaktion zwischen den beiden Faktoren Exposition und Studienphase.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen, dass regelmässige zweistündige Mobiltelefonexposition die kognitiven Leistungen bei Testung 13 Stunden nach der Exposition nicht beeinflusst.

Bemerkungen: Im Methodenteil sind keine Angaben vorhanden, wann die neuropsychologischen Tests durchgeführt wurden. Erst in der Diskussion wird der Zeitabstand von 13 Stunden zwischen Exposition und Testung (inkl. Nachtschlaf) erwähnt. Es bleibt unklar, ob die Bedingungen während dieser Zeit für die Teilnehmer vergleichbar waren. Unterschiedliche Bedingungen könnten sich auf die kognitive Leistungsfähigkeit am nächsten Tag auswirken. Mit 28 bzw. 27 Personen pro Gruppe ist die Studie relativ klein, Angaben zur Powerberechnung fehlen. Ein Vergleich der einzelnen Individuen in Form eines Cross-over-Designs (EP vs. RP) wäre wohl aussagekräftiger gewesen als der Vergleich zwischen den beiden Gruppen. Die Angaben zu den Zeitpunkten der neuropsychologischen Testung sind widersprüchlich (zwischen Abstract und Volltext und innerhalb des Volltextes).

Finanzierung: Bouygues Telecom; Ministry of Ecology

Pau HW, Sievert U, Eggert S, Wild W.

Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ?.

Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 132 (1): 43-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Im ersten Teil der Studie wurde das Auftreten eines Nystagmus (=Augenzittern) während der Hochfrequenzexposition untersucht, im zweiten Teil die Erwärmung verschiedener Gewebeproben in der Umgebung der Strahlungsquelle.

Kollektiv: 13 gesunde Personen, 5 Frauen und 8 Männer, Alter: 29 bis 58 Jahre.

Exposition: Standardisierte Strahlungsquelle aus zwei Mobiltelefonen (Typ S 10 D), einem Signalgenerator (SMT 03) und einem Breitbandverstärker. Frequenz 889.6 MHz, Pulsmodulation 217 Hz, Pulsbreite 0.576 ms, Spitzenleistung 2.2 W. SAR (1g): 1.9 mW/g unter der Haut und 1.93 mW/g in 18 mm Tiefe (=Lokalisation des Gleichgewichtsorgans im Innenohr).

Methode: Alle Teilnehmer wurden nacheinander an beiden Ohren exponiert und scheinexponiert, einmal mit gepulsten und einmal mit kontinuierlichem Signal. Daraus resultierten vier Messungen pro Innenohr und acht Messungen pro Person. Die Experimente zur Gewebeerwärmung erfolgten nicht am Menschen, sondern an verschiedenen Materialien (Spezialfolien, Wurstscheiben und Knochenstücke). Die Temperaturerhöhung wurde mittels Infrarotkamera untersucht.

Resultat: Nach 12-minütigem Sendebetrieb zeigte sich ein leichter Temperaturanstieg im Mobiltelefon, vor allem in der Antenne (gepulstes Signal: 0.3 K, kontinuierliches Signal: 2.8 K). In den dünnen Materialien stieg die Temperatur nur bei Exposition mit kontinuierlichem Signal an, in der Knochenprobe änderte sich die Temperatur nicht. Bei insgesamt neun Personen zeigten sich schwache Asymmetrien in der Computer-Nystagmographie. Die Veränderungen bezogen sich nur auf einen untersuchten Parameter, waren nicht reproduzierbar und konnten nicht als Reaktion des Gleichgewichtsorgans interpretiert werden.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keine Hinweise auf eine Stimulation des Gleichgewichtsorgans durch thermische oder andere Effekte der Hochfrequenzexposition.

Bemerkungen: Es handelt sich um Beobachtungen an einer kleinen Anzahl Versuchspersonen ohne Verblindung und ohne statistische Auswertung. Daher ist die Aussagekraft der Ergebnisse beschränkt. Auch die Bedeutung der Messergebnisse an verschiedenen Materialproben für die reale Exposition des Menschen ist unklar.

Finanzierung: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (D)

Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, Kuster N, Landolt HP, Achermann P.
Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow.
Eur J Neurosci 2005; 21 (4): 1000-6

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Herzkreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf die regionale Durchblutung des Gehirns. Erweiterte Auswertung der Daten einer Studie, in der sich in einer ersten Auswertung bei mobiltelefonähnlicher Exposition ein Anstieg des relativen regionalen Blutflusses im dorsolateralen Präfrontalkortex (= seitlicher Stirnlappenbereich der Grosshirnrinde) gezeigt hatte (Huber R. et al., Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. J Sleep Res 2002; 11 (4), 289-95 (Id.Nr. 1685)). In der aktuellen Auswertung wird zusätzlich ein Vergleich zwischen basisstations- und mobiltelefonähnlichem Signal vorgenommen.

Kollektiv: 16 gesunde Männer, Rechtshänder, 20 bis 25 Jahre alt. Zwölf Teilnehmer beendeten die Studie mit allen vorgesehenen Messungen.

Exposition: Die Exposition erfolgte mit Hilfe von zwei planaren Antennen in Form eines pulsmodulierten GSM-mobiltelefonähnlichen Signals oder eines nichtgepulsten, kontinuierlichen Signals der gleichen Intensität. Frequenz: 900 MHz, moduliert mit 2, 8, 217 und 1736 Hz. Die maximale spezifische Absorptionsrate gemittelt über 10 g Gewebe (SAR_{10}) betrug 1 W/kg +/- 14%.

Methode: In drei Sitzungen wurde die linke Kopfseite der Probanden entweder pulsmodulierter elektromagnetischer Strahlung oder kontinuierlicher Strahlung (ohne Pulsmodulation) oder einer Scheinexposition ausgesetzt. Die Exposition dauerte 30 Minuten. Der Kopf der Probanden befand sich zwischen zwei planaren Antennen (Abstand zwischen Ohr und Antenne ca. 11 cm). Die Positronen-Emissionstomographie (PET) zur Untersuchung der zerebralen Durchblutung begann zehn Minuten nach Ende der Exposition. Im Abstand von zehn Minuten wurden drei PET-Scans durchgeführt. Die Versuchsanordnung war doppelt verblindet, alle Teilnehmer wurden exponiert und scheinexponiert (Cross-over-Design). Zwischen den

Expositionen war mindestens eine Woche Abstand. Die Reihenfolge der Expositionen war nicht ausgeglichen. Der statistische Vergleich zwischen den beiden Gehirnhälften (bzw. der "volumes of interest") erfolgte mittels Dreiweg-ANOVA. Berücksichtigte Faktoren: Seite der Hemisphäre (rechts/links), Zeitabstand (10, 20, 30 Min. nach Exposition) und Reihenfolge der Expositionen. Die Resultate wurden für multiple Vergleiche korrigiert ($p < 0.05$), und der Einfluss der nichtbalancierten Reihenfolge überprüft.

Resultat: Das basisstationsähnliche Signal bewirkte im Vergleich zur Scheinexposition keine signifikanten Veränderungen. Bei Exposition durch das mobiltelefonähnliche Signal zeigten sich statistisch signifikante Veränderungen des regionalen Blutflusses: Im Vergleich zur Scheinexposition und zur basisstationsähnlichen Exposition nahm die Durchblutung in mehreren Hirnarealen vor allem des linken Präfrontalkortex zu. Die Lokalisation der Veränderungen stimmte nur teilweise mit der Verteilung der spezifischen Absorptionsrate überein.

Schlussfolgerung: Da die beiden Expositionssignale die gleiche mittlere Energie hatten, kann der beobachtete Unterschied zwischen mobiltelefon- und basisstationsähnlichem Signal nicht auf thermische Effekte zurückgeführt werden. Die Daten unterstützen die Hypothese, dass die Pulsmodulation eine entscheidende Rolle bei der Auslösung von neurophysiologischen Veränderungen spielt. Das Ausmass der beobachteten Effekte ist gering, der Entstehungsmechanismus unklar und es können keine Rückschlüsse auf gesundheitliche Auswirkungen gezogen werden.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation, Human Frontiers Science Program, Research Cooperation Sustainable Mobile Communication

Wolf R, Wolf D.

Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitter station.

International Journal of Cancer Prevention 2004; 1 (2): 2-19

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Krebserkrankungsraten in der Nachbarschaft einer Mobilfunkbasisstation in Netanya, Israel. Vergleich mit den Inzidenzraten in einer benachbarten Klinik, in der ganzen Stadt und landesweit.

Kollektiv: 622 Personen, die seit mindestens drei bis sieben Jahren im Umkreis von ca. 350 m um die Basisstation wohnten (=Region A) und als Patienten in der örtlichen "health clinic" registriert waren. Als Vergleichskollektive dienten die Patienten einer benachbarten Klinik (n=1222), die Einwohner der Stadt Netanya sowie die israelische Gesamtbevölkerung.

Exposition: Mobilfunkantenne mit einer Höhe von 10 m, Frequenz: 850 MHz, maximale Sendeleistung: 1500 W. Gemessene und berechnete Leistungsflussdichte in der untersuchten Region: $0.53 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ($=0.0053 \text{ W}/\text{m}^2$). Die Antenne wurde im Juli 1996 in Betrieb genommen.

Methode: Beobachtungszeitraum: Juli 1997 bis Juni 1998. Die Vergleichszahlen zur Krebsinzidenz in der Stadt Netanya und in Israel stammten aus dem israelischen Krebsregister (aktualisiert bis 1991-1994).

Resultat: Im Beobachtungszeitraum wurden in der Region A acht Krebserkrankungen diagnostiziert: drei Patientinnen mit Brustkrebs, je eine Patientin mit Eierstockkrebs, Lungenkrebs, Hodgkin-Lymphom bzw. Osteoidosteom sowie ein Patient mit Hypernephrom. In der benachbarten Klinik mit 1222 Patienten wurden zwei Krebserkrankungen gemeldet. Die jährliche Krebsinzidenzrate in der israelischen Bevölkerung betrug $31/10^4$. Die Erkrankungsrate in Region A war signifikant höher als in Region B und in der Gesamtbevölkerung.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen einen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen

der Nähe zur Basisstation und dem Anstieg der Krebserkrankungen. Sie weisen aber darauf hin, dass die Resultate in weiteren Studien und in anderen Regionen überprüft werden müssen, bevor Schlussfolgerungen daraus gezogen werden können.

Bemerkungen: Die Vergleichbarkeit der beiden Populationen in Region A und B erscheint fraglich, da es sich nicht um eine repräsentative Stichprobe handelt, sondern um Spitalpatienten, und die Art des jeweiligen Spitals nicht angegeben wird. Es könnte sein, dass in einem Krankenhaus generell mehr Krebspatienten, mehr alte Menschen oder mehr Schwerkranke behandelt werden als in dem anderen. Die Erkrankungsraten wurden nicht für potenzielle Störfaktoren wie demographische und sozioökonomische Unterschiede oder Umwelt- und Arbeitsplatzexpositionen korrigiert. Auffallend ist, dass das relative Erkrankungsrisiko in Region B nur halb so hoch ist wie in der israelischen Gesamtbevölkerung und auch deutlich niedriger als in der Stadt Netanya insgesamt (für Männer: 0.7, für Frauen: 0.6). Um das Erkrankungsrisiko exponierter und nichtexponierter Personen vergleichen zu können, wären Daten zum Ausmass der Strahlenbelastung von gesunden und kranken Studienteilnehmern in beiden Regionen erforderlich. Gemäss den Konfidenzintervallen in Tabelle 2 ist der Unterschied zwischen Region A und der Gesamtbevölkerung statistisch knapp nicht signifikant, wird aber im Text als signifikant bezeichnet.

Lönn S, Ahlbom A, Hall P, Feychting M.
Long-term mobile phone use and brain tumor risk.
Am J Epidemiol 2005; 161 (6): 526-35

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisiko (Gliome und Meningiome). Schwedische Teilstudie des internationalen INTERPHONE-Projekts. Die Resultate dieser Teilstudie zum Akustikusneurinom-Risiko sind publiziert in: Lönn S. et al., Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. Epidemiology 2004; 15 (6), 653-9. (Id.Nr. 1825)

Kollektiv: Personen im Alter von 20 bis 69 Jahren, bei denen zwischen September 2000 und August 2002 in den schwedischen Regionen Lund, Göteborg und Stockholm ein intrakranielles Gliom oder Meningiom diagnostiziert wurde. Die Daten stammten aus allen Kliniken der Studienregionen und aus den regionalen Krebsregistern. Es wurden 499 Gliom- und 320 Meningiompatienten identifiziert. 956 Kontrollpersonen wurden aus dem schwedischen Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt (stratifiziert nach Alter, Geschlecht und Wohnregion).

Exposition: Mobiltelefongebrauch im Alltag. Als regelmässige Benutzung eines Mobiltelefons galt ein Durchschnitt von mehr als einem Anruf pro Woche über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten. Das Jahr, in dem die Tumordiagnose gestellt wurde, blieb unberücksichtigt.

Methode: Fall-Kontrollstudie mit Fragebogenbefragung in persönlichen oder telefonischen Interviews zur Verwendung eines Mobiltelefons, zu Regelmässigkeit, Anzahl und durchschnittlicher Dauer der Telefonate, zur Anzahl der regelmässig verwendeten Mobiltelefontypen sowie zu Änderungen der Gewohnheiten. Unterteilung nach Dauer der Mobiltelefonbenutzung (<5 J., 5 bis 9 J., >10 J.) und kumulativer Gesprächszeit sowie nach Gesamtzahl der Telefonate. Abschätzung der Exposition unter Berücksichtigung der bevorzugten Kopfseite und der Verwendung von Headsets. Ebenfalls gefragt wurde nach der Benutzung von Schnurlostelefonen (DECT) und nach allgemeinen Risikofaktoren für die Krebsentstehung (u.a. familiäre Häufung von Tumoren, Exposition

gegenüber ionisierender Strahlung). Die Berechnung des relativen Risikos (Odds Ratio) für ein Gliom oder ein Meningiom in den verschiedenen Teilnehmergruppen erfolgte mittels nichtbedingter logistischer Regression. Als zusätzliche Einflussfaktoren wurden in allen Analysen Alter, Geschlecht, Wohnregion und Ausbildungsniveau berücksichtigt. Ausserdem wurde untersucht, ob das Tumorrisiko auf der Kopfseite der Mobiltelefonbenutzung höher war als auf der gegenüberliegenden Seite.

Resultat: 371 Gliom- und 273 Meningeompatienten sowie 674 Kontrollpersonen nahmen an der Auswertung teil. Von den Gliompatienten benutzten 57% regelmässig ein Mobiltelefon, von den Meningeompatienten 43% und von den Kontrollpersonen 60%. In Bezug auf Gliome betrug die Odds Ratio 0.8 (95%-CI: 0.6-1.0) und in Bezug auf Meningiome 0.7 (95%-CI: 0.5-0.9) für alle Personen mit regelmässigem Mobiltelefongebrauch. Das relative Tumorrisiko stieg mit zunehmender Verwendungsdauer nicht an, und änderte sich auch nicht, wenn die Benutzung von analogen und digitalen Telefonen getrennt analysiert wurde. Es zeigte sich keine Risikozunahme für bestimmte Tumorsubtypen oder -lokalisationen. Bei separater Analyse der gleichseitigen Telefonbenutzung ergab sich für Personen mit über zehnjähriger Benutzungsdauer ein statistisch nicht signifikanter Anstieg des Tumorrisikos (OR=1.8, 95%-CI: 0.8-3.9, für Gliome und OR=1.4, 95%-CI: 0.4-4.4, für Meningiome). Wenn die Benutzungsdauer nicht berücksichtigt wurde, ergab sich auch bei Unterteilung nach bevorzugter Kopfseite kein erhöhtes Tumorrisiko für Mobiltelefonbenutzer (Gliom: OR=1.1, 95%-CI: 0.8-1.5; Meningiom: OR=0.8, 95%-CI: 0.5-1.1).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten keine Unterstützung der Hypothese, dass die Mobiltelefonbenutzung mit einem erhöhten Gliom- oder Meningeomrisiko einhergeht. Über eventuelle Effekte mit sehr langer Latenzzeit kann noch nichts ausgesagt werden.

Bemerkungen: Da es sich um eine Teilstudie des INTERPHONE-Projekts handelt, können die Resultate erst nach Abschluss der Gesamtstudie endgültig interpretiert werden. In dieser Auswertung sind die Subgruppen der Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung immer noch relativ klein, Angaben zur Berechnung der statistischen Power fehlen. Wie die Autoren selbst anmerken, ist das Vorliegen eines "Recall Bias" nicht auszuschliessen: Möglicherweise erinnern sich Patienten und Kontrollpersonen unterschiedlich gut an die Einzelheiten ihrer Mobiltelefonbenutzung. Tumorpatienten könnten dazu neigen, die erkrankte Kopfseite als bevorzugte Seite der Telefonbenutzung anzugeben. Die verminderten Tumorrisiken bei kontralateraler Mobiltelefonbenutzung könnten auf eine solche Verzerrung zurückzuführen sein. Mehrere Kommentare in *Am J Epidemiol* 2005, 162 (6): 599-605.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, Swedish Research Council, Union against Cancer, Mobile Manufacturers' Forum, GSM Association

Huss A, Küchenhoff J, Bircher A, Niederer M, Tremp J, Waeber R, Braun-Fahrlander C.

Elektromagnetische Felder und Gesundheitsbelastungen - Interdisziplinäre Fallabklärungen im Rahmen eines umweltmedizinischen Beratungsprojektes.

Umweltmed Forsch Prax 2005; 10 (1): 21-28

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Studientyp:

Mobilfunkbasisstationen
Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Fallbeschreibungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Expositionssituation von Personen, die ihre gesundheitlichen Beschwerden auf die Belastung mit elektromagnetischen Feldern zurückführen. Beurteilung der Plausibilität dieser Beschwerden im Rahmen einer interdisziplinären umweltmedizinischen Beratungsstelle.

Kollektiv: Personen, die ihre gesundheitlichen Beschwerden auf die Exposition gegenüber hoch- oder niederfrequenten elektromagnetischen Strahlen zurückführten und sich während des Jahres 2001 bei der umweltmedizinischen Beratungsstelle der Universität Basel meldeten.

Exposition: Die EMF-Exposition in den Wohnungen der Studienteilnehmer wurde von einem Fachmann des Projektteams gemessen. Die Messungen erfassten niederfrequente elektrische Felder im Frequenzbereich von 5 Hz bis 400 kHz, die magnetische Flussdichte zwischen 5 Hz und 50 kHz und hochfrequente Felder mit Frequenzen von 0,1 bis 3 GHz. Als "potenziell relevante persönliche Belastung" galten Expositionen, die eine gewisse Mindeststärke hatten und an einer Stelle auftraten, an der sich die betreffende Person mindestens mehrere Stunden pro Tag aufhielt. Die Mindestexposition wurde definiert als Überschreitung eines Zehntels des schweizerischen Anlagegrenzwerts. Für die niederfrequente magnetische Flussdichte lag dieser Schwellenwert bei 0,1 μ T, für die niederfrequenten elektrischen Felder bei 10 V/m und für die hochfrequenten Felder bei 0,6 V/m. Zusätzlich musste ein zeitlicher und räumlicher Bezug zwischen der Exposition und dem Auftreten der Beschwerden gegeben sein.

Methode: Alle Personen, die sich an die umweltmedizinische Beratungsstelle wendeten, wurden allergologisch-internistisch untersucht, in psychologischen Interviews befragt und füllten mehrere psychometrische Fragebögen

aus. Zudem wurden im Rahmen eines Haubesuchs durch die kantonalen Fachstellen mögliche Quellen von biologischen oder chemischen Umweltbelastungen im Wohnbereich erfasst. Bei 25 Personen erfolgte die Messung der EMF-Exposition. Die Ergebnisse der Untersuchungen und Messungen wurden von den an der Beratungsstelle beteiligten Fachleuten in Fallkonferenzen diskutiert und nach einem einheitlichen Verfahren im Hinblick auf die angegebenen Beschwerden bewertet. Im Anschluss daran fand ein Beratungsgespräch mit den Teilnehmern statt, einige Monate später wurde der weitere Verlauf telefonisch evaluiert.

Resultat: Insgesamt interessierten sich 95 Personen für das Projekt. Von den 63 Personen, die an allen Untersuchungen teilnahmen, führten 25 (40%) ihre Beschwerden auf elektromagnetische Felder zurück. Alle festgestellten EMF-Messwerte lagen unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte. Nach Abwägung aller Befunde und Informationen wurden in der interdisziplinären Fallkonferenz 14 von insgesamt 85 geschilderten Symptomen bzw. Beschwerden (16%) bei 8 von 25 Personen (32%) als plausibel mit der EMF-Belastung zusammenhängend erachtet. Die Hälfte dieser Symptome waren Schlafstörungen, Müdigkeit oder Erschöpfung. Bei all diesen "plausiblen" Symptomen handelte es sich um kurzfristig (z.B. Kribbeln) bis mittelfristig (z.B. nicht chronische Schlafstörungen) einsetzende Einschränkungen des Wohlbefindens.

Schlussfolgerung: Obwohl keiner der in der Schweiz geltenden Grenzwerte überschritten wurde, erschien es dem Projektteam plausibel, dass bei einzelnen Personen Beschwerden durch EMF hervorgerufen worden waren. Aufgrund der hohen Komplexität der Fälle sollten solche Personen von einem interdisziplinären Team untersucht und beraten werden.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, lassen sich aus den vorliegenden Ergebnissen keine Rückschlüsse auf einen Kausalzusammenhang zwischen EMF-Exposition und Beschwerden ableiten, da es sich um eine Reihe von Einzelfallabklärungen handelt.

Finanzierung: Stiftung Mensch Gesellschaft Umwelt, Bundesamt für Gesundheit (CH), Schw. Zentrum f. Allergie, Haut und Asthma, Kantonsspital Basel-Stadt

Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L.
EMF and Health.
Annu Rev Public Health 2005; 26: 165-189

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Frequenz: statisch

Studientyp:

Mobilfunk allgemein
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Herzkreislaufsystem
Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem
Land:
Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über epidemiologische Studien zur Auswirkung von elektromagnetischer Strahlung auf die Gesundheit.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Zur Exposition gegenüber statischen Magnetfeldern im Beruf oder in der Umwelt existieren zu wenig Studien, um eventuelle gesundheitliche Effekte beurteilen zu können. Für die niederfrequenten elektromagnetischen Felder (3 Hz bis 3 kHz) gibt es konsistente Hinweise aus zahlreichen epidemiologischen Studien auf ein erhöhtes Leukämierisiko für Kinder bei Expositionen über 0.3 bis 0.4 μ T. Ein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern und Herz-Kreislauserkrankungen oder Brustkrebs erscheint unwahrscheinlich, es besteht aber weiterer Forschungsbedarf. Ebenfalls zu wenig Erkenntnisse gibt es zur Frage nach einer Assoziation mit neurodegenerativen oder anderen Erkrankungen. Zur Untersuchung der Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern, vor allem des Mobilfunks (450 bis ca. 2500 MHz), gibt es noch zu wenig qualitativ hochwertige Studien. Einzelne Hinweise auf gesundheitliche Risiken existieren, die Ergebnisse sind aber nicht konsistent, so dass weitere Resultate abgewartet werden müssen.

Bemerkungen: Es fehlen Angaben zum Vorgehen bei der Literaturrecherche und bei der Auswertung der Studienergebnisse (Vollständigkeit, statistische Vergleichsmethoden?).

Kleinerman RA, Linet MS, Hatch EE, Tarone RE, Black PM, Selker RG, Shapiro WR, Fine HA, Inskip PD.
Self-reported electrical appliance use and risk of adult brain tumors.
Am J Epidemiol 2005; 161 (2): 136-46

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Gebrauch elektrischer Haushaltsgeräte und Hirntumorrisiko. Teil einer umfangreichen Fall-Kontrollstudie. Vgl.: Inskip et al., Cellular-telephone use and brain tumors. New England Journal of Medicine 2001: 344 (2), 79-86 (Id.Nr. 1020).

Kollektiv: Fälle: Hirntumorpatienten, rekrutiert zwischen 1994 und 1998 aus Kliniken in Phoenix, Boston und Pittsburgh (USA). In die Auswertung aufgenommen wurden 678 Personen: 410 mit Gliom, 178 mit Meningeom und 90 mit Akustikusneurinom. Kontrollpersonen: 686 Patienten aus denselben Kliniken, die nicht an Tumorkrankheiten litten und mit den Tumorpatienten bezüglich Alter (10-Jahres-Gruppen), Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit und Entfernung des Wohnorts vom Spital übereinstimmten.

Exposition: Alltagsbenutzung von 14 elektrischen Haushaltsgeräten: Haarfön, Rasierapparat, Lockenstab, Heizkissen, Massagegerät, Heizdecke, Wasserbett, Stereoanlage mit/ohne Kopfhörer, Computer, Fernseher, Mikrowellenherd, Luftbefeuchter, Elektro-Ofen.

Methode: Multizentrische, spitalbasierte Fall-Kontrollstudie. Persönliche Befragung mit Hilfe eines Fragebogens zu demographischen und allgemeinen Angaben. Einen weiteren Fragebogen zur Verwendung von elektrischen Geräten füllten die Teilnehmer zu Hause aus (Expositionsabschätzung). Wenn nötig, erhielten sie Hilfe beim Ausfüllen oder einen Stellvertreter. Die Odds Ratios wurden mit einer nichtkonditionalen logistischen Regression berechnet. Im Regressionsmodell berücksichtigt wurden folgende Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit, Klinik, Distanz vom Wohnort zum Spital, Bildung, Einkommen, Datum des Interviews und Hilfsbedürftigkeit beim Ausfüllen des Fragebogens.

Resultat: Personen, die einen Fön benutzten, hatten verglichen mit Nichtbenutzern ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko (Odds Ratio=1.7, 95%CI: 1.1-2.5). Die geschlechtsspezifische Auswertung ergab für Männer eine signifikante Erhöhung von OR=1.7 (95%CI: 1.1-2.7), für Frauen eine nicht signifikante Erhöhung (OR=2.2, 95%CI: 0.7-6.5). Die Verwendung eines elektrischen Rasierapparats war bei Männern mit einem statistisch signifikant erhöhten Meningeomrisiko assoziiert: OR=10.9 (95%CI: 2.3-50). Bei diesem Zusammenhang zeigte sich ein Anstieg des Risikos mit zunehmender Verwendungsdauer: Ein bis 8 Jahre Gebrauch: OR=3.9 (95%CI: 0.6-26), 9 bis 28 J.: OR=15.6 (95%CI: 2.8-85), über 29 J.: OR=16.3 (95%CI: 3.0-89). In Bezug auf die anderen zwölf Haushaltsgeräte zeigten sich wenig Hinweise auf erhöhte Tumorrisiken (ORs unter eins oder nichtsignifikant erhöht, kein Anstieg bei längerer oder intensiverer Benutzung).

Schlussfolgerung: Ein signifikant erhöhtes Gliomrisiko wurde in Zusammenhang mit der Benutzung von Fönen beobachtet sowie ein erhöhtes Meningeomrisiko bei Männern, die elektrische Rasierapparate verwendeten. Die letztgenannte Assoziation war am stärksten ausgeprägt und zeigte eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Ergebnisse vorsichtig interpretiert werden sollten, da sie auf kleinen Teilnehmerzahlen beruhen und einige Inkonsistenzen zwischen den Gruppen bestehen. Die Beobachtungen sollten in weiteren Studien überprüft werden.

Bemerkungen: Die Ergebnisse sind wegen der fehlenden internen Konsistenz schwer zu interpretieren. Es wurden nur für zwei von vierzehn Geräten und nur bei bestimmten Tumoren erhöhte Risiken beobachtet. Eine zehn- bis elffache Erhöhung des Meningeomrisikos bei Männern, die einen elektrischen Rasierapparat benutzen, passt nicht zu der Tatsache, dass Meningeome im Allgemeinen bei Frauen doppelt so häufig auftreten wie bei Männern. Der Risikoanstieg mit zunehmender Benutzungsdauer von elektrischen Rasierern könnte aber für einen Kausalzusammenhang sprechen. Alternative Erklärungen sind Recall-Bias und Confounding z.B. durch berufliche Exposition gegenüber anderen potenziellen Risikofaktoren wie ionisierende Strahlung, Lösungsmittel oder Pestizide. Insgesamt wurden viele Vergleiche durchgeführt, so dass mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen ist. Wegen der kleinen Fallzahlen in den Subgruppenanalysen sind die Risikoschätzer teilweise sehr instabil. Bei einigen (Neben-)Resultaten, die nur im Text aufgeführt sind, fehlen die Konfidenzintervalle. Eine Replikationsstudie ist sicher sinnvoll.

Christensen HC, Schüz J, Kosteljanetz M, Poulsen HS, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Johansen C.
Cellular telephones and risk for brain tumors: a population-based, incident case-control study.
Neurology 2005; 64 (7): 1189-1195

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisiko. Dänischer Teil des multinationalen Interphone-Projekts. Die Ergebnisse dieser Teilstudie zum Akustikusneurinom wurden publiziert in: Collatz Christensen et al., Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma. Am J Epidemiol 2004; 159 (3), 277-83 (Id.Nr. 1772).

Kollektiv: Personen von 20 bis 69 Jahren, bei denen zwischen September 2000 und August 2002 in einem der fünf neurochirurgischen Zentren in Dänemark ein Hirntumor diagnostiziert wurde. In die Auswertung aufgenommen wurden 252 Gliompatienten (71%, 171 hochgradig, 81 niedergradig) und 175 Meningeompatienten (74%). Die 822 Kontrollpersonen wurden aus dem dänischen Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt ("frequency matched" nach Alter und Geschlecht).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Expositionsmasse: regelmässige Verwendung eines Mobiltelefons, Jahre seit der ersten Benutzung, Anzahl an Telefonaten und Gesprächsstunden insgesamt, Stundenanzahl bis fünf Jahre vor der Tumordiagnose (oder dem Referenzdatum), Intensität der Mobiltelefonbenutzung, definiert als Gesamtzahl der Gesprächsstunden geteilt durch die Benutzungsdauer. Die Verwendung von Headsets wurde als expositionsmindernder Faktor berücksichtigt.

Methode: Fragebogenerhebung mit persönlichen Interviews. Berechnung des relativen Hirntumorrisikos (Odds Ratio) mittels bedingter logistischer Regression. Einflussfaktoren: Geschlecht, Alter, Ausbildungsniveau, Erinnerungsvermögen, Wohnregion, Zivilstand, Durchführung des Interviews mit einem Stellvertreter, Exposition gegenüber ionisierender Strahlung (durch Röntgen- oder CT-Aufnahmen des Schädels, Strahlentherapie oder berufliche Exposition).

Resultat: Die Gesamtauswertung ergab bei Mobiltelefonbenutzern im Vergleich zu Nichtbenutzern weder für Gliome noch für Meningeome ein erhöhtes Risiko (adjustierte ORs zwischen 0.58 und 1.08, statistisch nicht signifikant). Es zeigte sich keine Zunahme des Risikos bei Berücksichtigung der Benutzungsdauer und -intensität oder der Exposition gegenüber ionisierender Strahlung. Die medianen Tumorgrossen bei Mobiltelefonbenutzern und Nichtbenutzern unterschieden sich nicht signifikant. Es zeigte sich kein erhöhtes Risiko für einen Tumor in stark exponierten Regionen des Gehirns.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefongebrauch und Gliom- oder Meningeomrisiko. Da in dieser Teilstudie die Anzahl der Teilnehmer mit langer oder intensiver Benutzung eines Mobiltelefons relativ klein war, müssen die Ergebnisse der internationalen Studie abgewartet werden, bevor endgültige Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Bemerkungen: Es ist fraglich, ob die statistische Power dieser Teilauswertung ausreichend war, um eine eventuell vorhandene Risikoerhöhung nachzuweisen. Die Definition für "regelmässigen Mobiltelefongebrauch" wird nicht angegeben. Wie die Autoren anmerken, kann nicht ausgeschlossen werden, dass sozioökonomische Unterschiede zwischen den verschiedenen Teilnehmergruppen zu den teilweise verminderten Tumorrisiken geführt haben: Personen mit niedrigem Sozialstatus haben generell ein erhöhtes Risiko für hochgradige Gliome, sind aber seltener langjährige Mobiltelefonbenutzer.

Finanzierung: European Commission Fifth Framework Program, Union Internationale Contre le Cancer, International Epidemiology Institute Rockville, Danish Cancer Society. The UICC received funds for this purpose from the Mobile Manufacturers' Forum and the GSM Association.

Schmid G, Sauter C, Stepansky R, Lobentanz IS, Zeitlhofer J.

No influence on selected parameters of human visual perception of 1970 MHz UMTS-like exposure.

Bioelectromagnetics 2005; 26 (4): 243-250

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Emissionen eines UMTS-Mobiltelefons auf die visuelle Wahrnehmung des Menschen.

Kollektiv: 58 Probanden ohne Sehstörungen (29 Frauen, 29 Männer), Durchschnittsalter: 29.1 +/- 5.1 J.

Exposition: Die Befeldung erfolgte mit Hilfe eines Kopfhörers, an dessen Seiten auf Ohrhöhe kleine Antennen angebracht waren. Es wurde nur die linke Seite des Kopfes exponiert. Das Signal wurde von einem Generator erzeugt und in zwei verschiedenen Intensitäten appliziert. Zur Anwendung kam ein von der Universität Wuppertal entwickeltes UMTS-Testsignal mit einer Frequenz von 1.97 GHz und WCDMA-FDD-Modus (vgl.: Ndoumbé Mbonjo Mbonjo H. et al., Bioelectromagnetics 2004: 25 (6), 415-25 (Id.Nr. 1821)). Modellmessungen und Berechnungen ergaben eine durchschnittliche, über 10g gemittelte SAR von 0.37 W/kg für die höhere Expositionsintensität. Die niedrigere Intensität war als ein Zehntel davon definiert.

Methode: Doppelblind-Studie mit drei Expositionsarten (hoch/niedrig/Scheinexposition) und vier computergestützten Tests zur visuellen Wahrnehmung (Critical Flicker and Fusion Frequency Test, Visual Pursuit Test, Tachistoscopic Traffic Test, Contrast Sensitivity Threshold). Alle Testpersonen wurden jeder Expositionsart ausgesetzt, die Wahrnehmungstests erfolgten während der Befeldung. Die Reihenfolge der Expositionen war zufällig. Nach Abschluss des eigentlichen Experiments wurden drei Tests noch einmal bei Kontrollexposition mit Flimmerlicht wiederholt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse oder Friedman-Tests und Korrektur für multiple Testung (Bonferroni).

Resultat: Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Mittelwerten der Testergebnisse in Abhängigkeit von der EMF-Belastung beobachtet (hoch, niedrig oder Scheinexposition). Nur bei Exposition gegenüber Flimmerlicht (Positivkontrolle) zeigten sich in zwei Tests signifikante Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Resultaten, dass EMF-Exposition, wie sie von Telefonen der dritten Mobilfunkgeneration (mit WCDMA-FDD-Modus) zu erwarten ist, keinen signifikanten Einfluss auf die untersuchten Parameter der visuellen Wahrnehmung hat. Da nur unmittelbar auftretende Effekte untersucht wurden und frühere Studien teilweise zu anderen Ergebnissen kamen, sind weitere Untersuchungen notwendig.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist der Vergleich mit früheren Studien schwierig, weil bisher hauptsächlich GSM-Expositionen untersucht wurden. Auch das UMTS-ähnliche Signal in der TNO-Studie (Zwamborn 2003) unterscheidet sich von dem hier verwendeten bezüglich Frequenz, Intensität, Lokalisation und Form des "time domain envelope". In der TNO-Studie wurden bei UMTS-ähnlicher Ganzkörperexposition Unterschiede in der visuellen Aufmerksamkeit der beiden Teilnehmergruppen (mit/ohne EMF-Hypersensibilität) beobachtet, die allerdings nach Korrektur für multiple Testung statistisch nicht mehr signifikant waren. Angaben zur Power-Kalkulation fehlen.

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk, Bonn

Forssen UM, Rutqvist LE, Ahlbom A, Feychting M.

Occupational magnetic fields and female breast cancer: a case-control study using Swedish population registers and new exposure data.

Am J Epidemiol 2005; 161 (3): 250-259

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Brustkrebsrisiko unter Anwendung einer neuen Berufsexpositionsmatrix.

Kollektiv: Studienpopulation: Alle Frauen in den schwedischen Bezirken Stockholm und Gotland, die an einer der Volkszählungen zwischen 1960 und 1990 als berufstätig gemeldet waren.

Exposition: Die Informationen zur Berufstätigkeit wurden mit einer neuen Berufsexpositionsmatrix kombiniert. Die Expositionsmatrix beruhte auf individuellen 24-Stunden-Messungen und beinhaltete die 49 häufigsten Berufe von Frauen. Expositionsmass: geometrisches Mittel des zeitgewichteten Durchschnittswerts, unterteilt in vier Kategorien: $<0.10 \mu\text{T}$, $0.10\text{-}0.19 \mu\text{T}$, $0.20\text{-}0.29 \mu\text{T}$, $\geq 0.30 \mu\text{T}$. Die Exposition von Patientinnen und Kontrollpersonen wurde in Bezug auf verschiedene Zeitpunkte verglichen (Diagnosezeitpunkt bzw. Referenzjahr, 10 Jahre vorher, 35 Jahre vorher) und bezüglich mehrerer Expositionsauswertungen ($\geq 0.30 \mu\text{T}$ an einem oder mehreren Zeitpunkten vs. nie exponiert).

Methode: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie. Die Anzahl der an Brustkrebs erkrankten Frauen wurde anhand des regionalen Krebsregisters von Stockholm ermittelt, die Kontrollpersonen wurden zufällig aus dem Gesamtbevölkerungsregister ausgewählt. Die Odds Ratios wurden mittels logistischer Regression geschätzt und für Alter, Referenzjahr und Sozialstatus korrigiert. Zusätzlich erfolgte eine Stratifizierung nach Alter zum Zeitpunkt der Diagnose bzw. des Referenzjahrs und Östrogenrezeptor-Status des Tumorgewebes. (Die beiden Faktoren Anzahl der Kinder und Alter bei der ersten Geburt hatten keinen Einfluss auf die Ergebnisse und wurden daher nicht berücksichtigt.)

Resultat: Insgesamt wurden 20.400 Frauen mit Brustkrebs registriert, 116.227 Frauen dienten als Kontrollpersonen. In der stratifizierten Auswertung nach Alter zum Zeitpunkt der Diagnose und Östrogenrezeptor-Status zeigte sich in keiner der vier Expositions-kategorien ein erhöhtes Brustkrebsrisiko. Auch Analysen mit verschiedenen Expositionsparametern ergaben sich keine Hinweise auf einen Anstieg des Erkrankungsrisikos (Odds Ratios nahe bei 1, statistisch nicht signifikant).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten keinen Hinweis auf ein erhöhtes Brustkrebsrisiko bei Frauen in Berufen mit hoher Magnetfeldbelastung. Eine Missklassifikation bei der Erhebung der Magnetfeldbelastung ist nicht auszuschliessen.

Bemerkungen: Die Ergebnisse sprechen gegen einen Zusammenhang zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Brustkrebs. Es wurden viele methodische Anforderungen und Störfaktoren berücksichtigt. In der Publikation wird nicht erwähnt, welche Berufsgruppen untersucht wurden. Frühere Studie der selben Forschergruppe: Forssen et al.: Occupational and residential magnetic field exposure and breast cancer in females. Epidemiology 2000; 11 (1), 24-29. Kommentar zur Studie von T.C. Erren in Am J Epidemiol 2005; 162: 389-395: Lichteinfluss könnte ein Störfaktor sein (Melatoninhypothese) und sollte in epidemiologischen Studien zur berücksichtigt werden.

Finanzierung: Swedish Council for Working Life and Social Research

Hakansson N, Stenlund C, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B.

Arc and resistance welding and tumours of the endocrine glands: a Swedish case-control study with focus on extremely low frequency magnetic fields.

Occup Environ Med 2005; 62 (5): 304-8

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Risikos von Tumoren der hormonproduzierenden (=endokrinen) Drüsen bei Schweißern.

Kollektiv: Fall- und Kontrollpersonen stammten aus einer Kohortenstudie mit 537 692 Männern und 180 529 Frauen, die zwischen 1985 und 1994 in Schweden in Industriezweigen mit hoher ELF-Magnetfeldexposition arbeiteten. Die Kontrollpersonen wurden passend zu Alter und Geschlecht der Patienten ausgesucht (frequency matching).

(Vgl.: Hakansson et al.: Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden. Occup Environ Med 2002: 59 (7), 481-6 und Hakansson et al., Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. Epidemiology 2003: 14 (4), 420-6)

Exposition: Die Magnetfeldexposition wurde mit einem Fragebogen zur beruflichen Tätigkeit und zur Exposition gegenüber verschiedenen Schweissarten (Lichtbogen- und Widerstandsschweissen), sowie chemischen Lösungsmitteln erhoben. Verglichen wurde die durchschnittliche Anzahl der exponierten Wochenstunden während des Beobachtungszeitraums. Messungen an 13 zufällig ausgewählten Schweißern ergaben eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung von 1.90 μ T pro Arbeitsschicht (arithmetischer Mittelwert) und einen durchschnittlichen Maximalwert von 142 μ T.

Methode: Berechnung der relativen Risiken (odds ratios) in den verschiedenen Expositionskategorien mittels bedingter logistischer Regression. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Geschlecht, Geburtsjahr, Lösungsmittelexposition, Aufnahmejahr in die Studie.

Resultat: Es wurden 174 Personen mit einem Tumor der endokrinen Drüsen identifiziert, von 140 Patienten waren die notwendigen Daten vorhanden. Die Kontrollgruppe bestand aus 1306 Personen. Zusammensetzung der Tumoren: Nebenniere: n=29, Nebenschilddrüsen (Parathyreoidea): n=67, Hirnanhangdrüse (Hypophyse): n=36, andere: n=8. Insgesamt ergab sich ein signifikant erhöhtes Tumorrisiko bei Personen, die jemals als Schweißer tätig gewesen waren (OR=2.1, 95%-CI: 1.3-3.5). In der Subgruppenanalyse zeigte sich nur für Lichtbogenschweißer ein signifikant erhöhtes Risiko (OR=2.9, 95%-CI: 1.6-5.3), nicht für Widerstandsschweißer (OR=1.1, 95%-CI: 0.5-2.4). Es bestanden Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Die Auswertung nach Tumortypen ergab signifikant erhöhte Risiken für Nebennieren- und Nebenschilddrüsentumoren bei Lichtbogenschweißern.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den Resultaten auf ein zweifach erhöhtes Risiko für Tumoren der endokrinen Drüsen bei Schweißern. Der Zusammenhang war unabhängig von der Lösungsmittelexposition, ein Einfluss anderer beruflicher Expositionen (z.B. Nickel- und Chromiumdämpfe, UV-Strahlung) kann nicht ausgeschlossen werden.

Bemerkungen: Die Subgruppenanalysen beziehen sich teilweise auf kleine Fallzahlen. Bei einem grösseren Kollektiv wären evtl. noch mehr signifikante Ergebnisse zu erwarten.

Finanzierung: Swedish Council for Working Life and Social Research

Hakansson N, Floderus B, Gustavsson P, Johansen C, Olsen JH.

Cancer incidence and magnetic field exposure in industries using resistance welding in Sweden.

Occup Environ Med 2002; 59 (7): 481-486

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Tumoren: weitere Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Krebsinzidenz von Personen mit hoher Magnetfeldexposition (ELF-MF) am Arbeitsplatz, insbesondere Widerstandsschweisser.

Kollektiv: 537 692 Männer und 180 529 Frauen, die zwischen 1985 und 1994 in Schweden in Industriezweigen arbeiteten, in denen eine ELF-MF-Exposition häufig ist. Die Informationen zur Berufstätigkeiten stammten aus Volkszählungen in den Jahren 1980, 1985 und 1990. 50% der Teilnehmer waren unter 35 Jahre alt.

Exposition: Die Expositionsklassifikation erfolgte mit Hilfe einer Berufsexpositionsmatrix, die auf Messungen in den 100 häufigsten Berufen schwedischer Männer beruhte. Als Expositionsmass wurde das geometrische Mittel der durchschnittlichen Arbeitstagsmittelwerte benutzt. Anhand der vier Quartile der Expositionsverteilung wurden die Studienteilnehmer in vier Belastungsklassen unterteilt: $<0.1636 \mu\text{T}$ (niedrig), $0.1637\text{-}0.2500 \mu\text{T}$ (mittel), $0.2501\text{-}0.5300 \mu\text{T}$ (hoch) und $>0.5301 \mu\text{T}$ (sehr hoch). Ungefähr 75% der Personen in der obersten Expositions-kategorie waren Schweisser. Zusätzlich wurden drei Berufsgruppen berücksichtigt, in denen mehr Frauen arbeiteten: "Hausangestellte" (niedrige MF-Exposition), "Büroangestellte mit Computertätigkeit" und "andere Näharbeiten" (beide hohe Exposition).

Methode: Die Daten zur Exposition wurden mit dem Krebsregister und dem Todesursachenregister kombiniert. Die Berechnung der relativen Risiken erfolgte mittels Cox-Regression. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden Alter und Sozialstatus.

Resultat: Im Beobachtungszeitraum traten bei 11997 Personen eine oder mehrere Krebserkrankungen auf. Insgesamt 14433 Personen starben. Das relative Risiko für eine Krebserkrankung war nur bei Frauen mit hoher

Magnetfeldexposition (0.251-0.530 μ T) leicht erhöht: 1.1 (95-CI: 1.0-1.3). In allen anderen Expositionsklassen zeigte sich wie bei den Männern kein Hinweis auf einen Risikoanstieg. Die Auswertung für einzelne Tumorarten ergab ein statistisch signifikant erhöhtes Hirntumor-Risiko bei Frauen mit hoher Magnetfeldexposition (RR=1.6, 95%-CI: 1.0-2.4) und ein erhöhtes Risiko für Nierentumoren bei Männern in der obersten Expositionskategorie (RR=1.4, 95%-CI: 1.0-2.0). Nicht signifikant erhöhte Risiken zeigten sich bei sehr stark exponierten Männern in Bezug auf Leberkarzinome (1.6, 95%-CI: 0.9-2.8) und auf Tumore der Hirnanhangdrüse (2.4, 95%-CI: 0.9-6.2). Für andere Tumorarten, u.a. Leukämien, Brustkrebs, Lungen-, Darm- und Hodenkrebs sowie Malignes Melanom wurden keine signifikant erhöhten Risiken in Abhängigkeit von der Magnetfeldbelastung beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in einigen Ergebnissen eine Übereinstimmung mit früheren Resultaten. Andere Faktoren, die das Krebsrisiko erhöhen können, wurden nicht berücksichtigt (z.B. Metaldämpfe, Rauchen).

Bemerkungen: Es wurden sehr viele Subgruppenanalysen durchgeführt, so dass mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen gerechnet werden muss. Wie die Autoren selbst anmerken, basieren manche Risikoschätzer auf sehr kleinen Fallzahlen. Einige statistisch nicht signifikant erhöhte Risiken in Subgruppen werden von den Autoren als Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Tumorrisiko und Magnetfeldbelastung interpretiert.

Weitere Auswertungen dieser Kohortenstudien wurden publiziert in: Hakansson et al., Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. Epidemiology 2003: 14 (4), 420-6 und Hakansson et al.: Arc and resistance welding and tumours of the endocrine glands: a Swedish case-control study with focus on extremely low frequency magnetic fields. Occup Environ Med 2005: 62 (5), 304-8.

Finanzierung: Swedish Council for Working Life and Social Research, Danisch Work and Environment Foundation

Wiedemann PM, Schütz H.

The precautionary principle and risk perception: experimental studies in the EMF area.

Environ Health Perspect 2005; 113 (4): 402-5

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	Risikowahrnehmung
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zwei experimentelle Studien zum Einfluss von Vorsorgemassnahmen und wissenschaftlicher Unsicherheit im EMF-Bereich auf die Risikowahrnehmung.

Kollektiv: Experiment 1: 246 Studenten und Angestellte der Universität Innsbruck. Experiment 2: 84 Studenten und Angestellte der Universität Innsbruck.

Methode: Exp.1: Die Probanden erhielten verschiedene Informationen zum aktuellen Kenntnisstand und zu Vorsorgemassnahmen im EMF-Bereich und beantworteten danach Fragen zu ihrem Bedrohungsgefühl und zur Einschätzung der wissenschaftlichen Unsicherheit (jeweils auf einer Skala von 1 bis 7). Es gab vier Gruppen mit unterschiedlichen Informationstexten: Basistext, Empfehlung zu Expositionsminimierung, spezieller Schutz für empfindliche Orte, strengere Grenzwerte). Der Vergleich der durchschnittlichen Risikowahrnehmung erfolgte mittels Varianzanalyse. Exp. 2: Die Teilnehmer erhielten entweder einen Text mit der Empfehlung, dass Anwohner bei der Errichtung von Mobilfunkbasisstationen einbezogen werden sollten, oder ohne diesen Hinweis.

Resultat: Exp.1: Ausmass und Art der Information zu Vorsorgemassnahmen hatten einen statistisch signifikanten Effekt auf das Bedrohungsgefühl der Probanden ($p=0.009$). In der Gruppe ohne Hinweise auf Vorsorgemassnahmen war die durchschnittliche Einschätzung des Risikos niedriger als in den drei Gruppen mit Informationen zur Vorsorge. Die Kenntnis der wissenschaftlichen Unsicherheit wirkte sich nicht signifikant auf die Risikowahrnehmung aus.

Exp.2: Die Forderung nach einer Beteiligung der Bevölkerung bei der Errichtung von Basisstationen hatte keinen signifikanten Effekt auf die Risikowahrnehmung, sie wirkte sich aber nachteilig auf das Vertrauen der Teilnehmer in den Schutz der öffentlichen Gesundheit aus ($p=0.0021$).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Ergebnissen, dass die Risikowahrnehmung in der Bevölkerung durch Vorsorgemassnahmen nicht vermindert wird. Diese Massnahmen können sogar dazu führen, dass die Befürchtungen zunehmen. Diese Erkenntnisse sollten bei politischen Entscheidungen z.B. in Bezug auf Grenzwerte berücksichtigt werden. Offene Frage sind, warum der Hinweis auf wissenschaftliche Unsicherheiten keinen Einfluss auf die Risikowahrnehmung hatte und ob es Bedingungen gibt, unter denen Vorsorgemassnahmen das Vertrauen in das Risikomanagement verbessern und zu einer geringeren Risikowahrnehmung führen.

Bemerkungen: Eine in Deutsche übersetzte und ergänzte Version dieser Publikation ist erschienen in: Schütz H., Wiedemann P.M., Vorsorgeprinzip und Risikowahrnehmung des Mobilfunks. Umweltmedizin Forschung und Praxis 2005, 10(1): 29-34. Darin lautet eine Schlussfolgerung (S.33): (...) "Daraus folgt jedoch nicht, wie man auf den ersten Blick annehmen könnte, dass es besser wäre, Vorsorge und die Kommunikation über Vorsorge zu unterlassen. Die Schlussfolgerung ist vielmehr, dass es neben der Information über Vorsorge erforderlich ist, die Entwicklung der Risikomündigkeit der Bürger zu unterstützen, d.h. die Fähigkeit, Informationen über Unsicherheiten zu verstehen und die wissenschaftliche Evidenzlage zu einem (potenziellen) Risiko kritisch bewerten zu können."

Finanzierung: keine Angaben

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Use of cellular telephones and brain tumour risk in urban and rural areas.

Occup Environ Med 2005; 62 (6): 390-4

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Mobiltelefonbenutzern aus verschiedenen geographischen Regionen. Zusätzliche Auswertung der Daten einer früheren Fall-Kontrollstudie. Vgl.: Hardell et al., Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. Int J Oncol 2003; 22 (2), 399-407 und Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. Eur J Cancer Prev 2002; 11 (4), 377-86.

Kollektiv: Patienten mit einem primären Hirntumor im Alter von 20 bis 80 Jahren, bei denen die Diagnose in der Zeit vom 1.1.1997 bis 30.6.2000 in Uppsala-Örebro, Stockholm, Linköping oder Göteborg gestellt worden war. Eine bezüglich Alter, Geschlecht und Wohnregion passende Kontrolle wurde aus dem schwedischen Bevölkerungsregister gezogen.

Exposition: Gebrauch von Mobil- und Schnurlostelefonen: Anzahl der Jahre, durchschnittlicher täglicher Gebrauch (Anzahl und Länge der Gespräche), kumulierte Benutzungszeit bis ein Jahr vor der Diagnose. Telefontyp, analog oder digital, Verwendungsart (interne oder externe Antenne), Verwendung von Freisprechanlagen, bevorzugte Seite.

Methode: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie. Die Informationen zur Mobiltelefonbenutzung wurden mittels Fragebogen erhoben. Unterteilung der sechs Studienregionen in städtische und ländliche Gebiete nach Bevölkerungsdichte und Anzahl der Anwohner in der Umgebung der grössten Städte. Die Daten stammten aus dem Bevölkerungsregister und von Statistics Sweden. Berechnung des relativen Tumorrisikos (Odds Ratio) mittels nichtbedingter logistischer Regression unter Korrektur für Geschlecht, Alter und sozioökonomischen Status.

Resultat: 984 Patienten und 1035 Kontrollpersonen kamen aus den städtischen Regionen H1 bis H3. 445 Patienten und 435 Kontrollpersonen wohnten in ländlichen Gebieten (H4 bis H6). Benutzer von analogen Mobiltelefonen hatten in allen Studienregionen ein knapp signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko, die höchste Odds Ratio ergab sich bei Personen mit über zehnjähriger Verwendungsdauer (1.6, 95%-CI: 1.1-2.5). In Bezug auf digitale Mobiltelefone zeigte sich nur in den ländlichen Gebieten und bei über fünfjähriger Benutzungsdauer ein signifikant erhöhtes Tumorrisiko (OR=3.2, 95%-CI: 1.2-8.4). In den städtischen Gebieten war keine Assoziation zu beobachten.

Schlussfolgerung: Für Benutzer von Analogtelefonen ergab sich gemäss den Autoren kein klarer Zusammenhang zwischen Hirntumorrisiko und geographischer Region. Unter den Personen, die ein digitales Mobiltelefon benutzten, war das relative Risiko für Bewohner von ländlichen Gebieten erhöht. Als mögliche Erklärung wird die automatische Leistungsregelung digitaler Telefone genannt, die in Gebieten mit hoher Basisstationsdichte zu einer Reduktion der Strahlenbelastung führt. Die Studienresultate sind mit Vorsicht zu interpretieren, da sie auf kleinen Fallzahlen basieren.

Bemerkungen: Es wurden zahlreiche Subgruppenanalysen für die verschiedenen Telefontypen und Verwendungsparameter durchgeführt. Die meisten ergaben keine erhöhten Odds Ratios. Einige der signifikanten Unterschiede könnten wegen der grossen Anzahl an Auswertungen zufällig entstanden sein. Es wird nicht erwähnt, ob eine Korrektur für multiples Testen durchgeführt wurde.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S.

Electromagnetic hypersensitivity: a systematic review of provocation studies.

Psychosom Med 2005; 67 (2): 224-232

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Review der Provokationsstudien zu den Fragen: Können Personen mit "elektromagnetischer Hypersensibilität" (EHS) schwache elektromagnetische Felder unter kontrollierten Versuchsbedingungen besser wahrnehmen als andere, und nehmen ihre Beschwerden durch die Exposition zu?

Kollektiv: Diverse Studienpopulationen (Personen mit EHS und Kontrollgruppen).

Exposition: Verschiedene hoch- und niederfrequente Strahlungsquellen mit Immissionen wie sie in der Umwelt auftreten. Exposition unter kontrollierten Bedingungen.

Methode: Systematische Literaturrecherche und Review der einfach oder doppelt verblindeten experimentellen Studien zur EHS, die bis Januar 2004 publiziert wurden. Suche in diversen Online-Datenbanken, Kongressmaterialien und Referenzlisten. Einschlusskriterien: Originaldatenanalysen, Provokationsstudien, Verblindung, Personen mit ausdrücklich EMF-bezogenen Beschwerden. Der Vergleich der Feldwahrnehmung bei Personen mit und ohne EHS wurde durch Metaanalysen untersucht.

Resultat: Von 479 potenziell relevanten Studien wurden 31 mit insgesamt 725 EHS-Personen in die Auswertung aufgenommen. 13 Arbeiten untersuchten die Exposition gegenüber Bildschirmen, 7 die Mobiltelefonexposition und 10 andere Strahlungsquellen. Insgesamt beobachteten 7 Studien einen Effekt der EMF-Exposition bei Personen mit EHS. Zwei Resultate liessen sich in Replikationsstudien nicht bestätigen, weitere drei scheinen auf statistischen Artefakten zu beruhen. Die verbleibenden zwei Untersuchungen kamen zu entgegengesetzten Ergebnissen: einmal verbesserte sich die Stimmungslage nach der Exposition, einmal verschlechterte sie sich. In 24 Experimenten ergab sich keine Evidenz dafür, dass Personen mit EHS besonders empfindlich auf EMF reagieren. Die im Rahmen dieser Review durchgeführten Metaanalysen zeigten keine gesteigerte Fähigkeit zur

Feldwahrnehmung bei Menschen mit selbstattribuierter Hypersensibilität.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keine belastbare Evidenz dafür, dass eine biophysische Hypersensibilität gegenüber elektromagnetischer Strahlung existiert. Es können aber erhebliche gesundheitliche Beeinträchtigungen bei Personen mit selbstdeklariierter EHS bestehen, so dass bei der Beratung andere Faktoren berücksichtigt werden müssen.

Bemerkungen: Im Jahr 2009 wurde eine Aktualisierung dieser Übersicht publiziert (Rubin et al., Bioelectromagnetics 2009).

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Berg G, Schüz J, Samkange-Zeeb F, Blettner M.

Assessment of radiofrequency exposure from cellular telephone daily use in an epidemiological study: German Validation study of the international case-control study of cancers of the brain - INTERPHONE-Study.

J Expo Anal Environ Epidemiol 2005; 15 (3): 217-24

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		
	Wirkungsdauer:	Land: Europa
Studientyp: Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Validierung des Fragebogens zur Mobiltelefonbenutzung, der in der internationalen Hirntumorstudie INTERPHONE verwendet wurde. Vergleich der Angaben mit Daten von Netzbetreibern und Aufzeichnungen von Mobiltelefonen mit modifizierter Software.

Kollektiv: 58 Personen aus Bielefeld (Deutschland), die persönlich ausgewählt wurden und sich bereit erklärten, einen Monat lang (Nov. bis Dez. 2001) ein Mobiltelefon mit modifizierter Software zu benutzen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Kombination aus Angaben von Netzbetreibern und Aufzeichnungen der modifizierten Mobiltelefone. Berechnung der kumulativen Sendeleistung pro Anruf in Milliwattsekunden und der Dauer jedes Anrufs in Minuten.

Methode: Mit den modifizierten Mobiltelefonen wurden Datum und Zeit der Benutzung registriert sowie die Sendeleistung und das benutzte Frequenzband (900 oder 1800 MHz). Als Expositionsmasse wurden die kumulative Sendeleistung und die Daten der Netzbetreiber zu den getätigten Anrufen verwendet. Im Anschluss daran wurden die Teilnehmer in einem persönlichen Interview befragt unter Verwendung des Fragebogens aus der INTERPHONE-Studie und einigen zusätzlichen Fragen. Berechnung der Korrelation zwischen den Angaben der Studienteilnehmer und den Aufzeichnungen der modifizierten Telefone (Pearson- und Kappa-Korrelationskoeffizienten). Der Einfluss von Störfaktoren wurde mittels multipler linearer Regression und logarithmisch transformierten Werten untersucht.

Resultat: In die Auswertung kamen Daten von 45 Teilnehmern (insgesamt 1757 Anrufe). Die Korrelation zwischen selbstberichteter Anzahl an Anrufen und kumulativer Sendeleistung lag bei 0.50 ($p < 0.05$), zwischen selbstberichteter Gesprächsdauer und kumulativer Leistung bei 0.48 ($p < 0.05$). Es zeigte sich kein signifikanter

Einfluss potenzieller Störfaktoren wie Alter, Geschlecht, Ausbildungsniveau Ort der Telefonbenutzung.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den Ergebnissen, dass sowohl die Anzahl der Anrufe als auch die kumulative Gesprächsdauer adäquate Variablen für die Einschätzung der kumulativen Sendeleistung sind. Allerdings ist die Qualität der Antworten in dieser Studie wahrscheinlich besser als in repräsentativen Bevölkerungsstichproben, weil die Teilnehmer persönlich ausgewählt wurden und aus dem universitären Umfeld stammten. Generell empfehlen die Autoren die Verwendung des Parameters "Anzahl der Anrufe" und getrennte Analysen für Personen mit längeren oder kürzeren Gesprächen. Für eine detaillierte Schätzung der kumulativen Lebenszeitexposition sollten die SAR-Werte der Mobiltelefone, technische Parameter des Funksignals (Frequenz usw.) und die Benutzung von Freisprechgeräten berücksichtigt werden.

Finanzierung: keine Angaben zur Finanzierung, techn. Unterstützung durch Vodafone, T-Mobile und Interphone-Team (IARC)

Draper G, Vincent T, Kroll ME, Swanson J.

Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study.

British Medical Journal 2005; 330 (7503): 1290-1294

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Entfernung des Geburtshauses zu Hochspannungsleitungen und dem Krebsrisiko von Kindern.

Kollektiv: Kinder in England, Schottland und Wales zwischen 0 und 14 Jahren, bei denen von 1962 bis 1995 eine Krebserkrankung diagnostiziert wurde. Es wurden fast 33000 Erkrankungen identifiziert, für 29801 Fall-Kontrollpaare konnten Informationen über die Entfernung zur nächsten Hochspannungsleitung ermittelt werden. Im Studienkollektiv befanden sich 9700 Kinder mit Leukämie.

Exposition: Hochspannungsleitungen mit 132, 275 oder 400 kV Spannung, Gesamtlänge ca. 7000 km. Die Angaben zur Lokalisation der Leitungen wurden dem britischen Stromversorgungsregister entnommen.

Methode: Anhand der Postleitzahl des Geburtsortes wurden diejenigen Kinder identifiziert, die zum Zeitpunkt der Geburt maximal einen Kilometer von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten. Die medizinischen Daten stammten aus dem nationalen Kinderkrebsregister. Für jedes Kind wurde aus dem Geburtenregister ein bezüglich Geschlecht, Alter (+/- 6 Monate) und Geburtsbezirk passendes Kontrollkind ausgewählt. Die Berechnung von relativen Risiken und Chi-Quadrat-Tests erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression.

Resultat: 97% der Kinder wohnten zum Zeitpunkt der Geburt über 1 km von einer Hochspannungsleitung entfernt. Im Vergleich zu Kindern, deren Geburtshaus über 600 m von einer Hochspannungsleitung entfernt war, hatten Kinder mit Entfernungen von unter 200 m ein relatives Leukämierisiko von 1.69 (95%-CI: 1.13-2.53). Für Kinder aus Geburtshäusern in einer Entfernung von 200 bis 600 m betrug das relative Leukämierisiko 1.23 (95%-CI: 1.02-1.49). Die Berücksichtigung des Sozialstatus veränderte das Ergebnis nur marginal. Die Auswertung

der Erkrankungsraten für andere Krebskrankheiten (Kategorien: Tumoren des Zentralnervensystems und "andere Diagnosen") ergab keine Risikounterschiede in Abhängigkeit von der Entfernung zur Hochspannungsleitung.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in England und Wales wenig Kinder in direkter Nähe zu einer Hochspannungsleitung leben. Schon in früheren Studien wurde dort ein erhöhtes Leukämierisiko beobachtet. In Entfernungen von 200 bis 600 m ist eine solche Assoziation aber kaum durch die Magnetfeldexposition erklärbar, weil die Belastung mit zunehmender Distanz schnell abnimmt und bei 200 m oft bereits unter 0.01 μT liegt.

Bemerkungen: Die Magnetfeldbelastung wurde nur anhand der Distanz abgeschätzt, nicht durch Messungen. Andere Parameter, die das Leukämierisiko beeinflussen könnten, wurden nicht berücksichtigt, z.B. genetische Disposition, häufige Röntgenuntersuchungen, andere Umweltexpositionen, Anzahl der Geschwister (Infektionshäufigkeit).

Die Berechnung von relativen Risiken als Vergleich von Inzidenzen wie sie in der Publikation beschrieben wird, ist methodisch nicht ganz korrekt, weil es sich um eine Fall-Kontrollstudie handelt. Da man in Fall-Kontrollstudien von einer bestimmten Anzahl von Patienten ausgeht und sie hinsichtlich ihrer Exposition mit einer Kontrollgruppe vergleicht, können keine Inzidenzraten berechnet werden, sondern lediglich Odds Ratios. Für seltene Krankheiten wie die Leukämie unterscheiden sich die Ergebnisse allerdings wenig.

Klaeboe L, Blaasaas KG, Haldorsen T, Tynes T.

Residential and occupational exposure to 50-Hz magnetic fields and brain tumours in Norway: a population-based study.

Int J Cancer 2005; 115 (1): 137-41

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob die Magnetfeldexposition am Wohnort oder am Arbeitsplatz das Hirntumorrisiko von Erwachsenen beeinflusst.

Kollektiv: Alle Personen in Norwegen im Alter über 16 J., die zwischen 1986 und 1996 mindestens ein Jahr lang innerhalb von definierten Korridoren um Hochspannungsleitungen gewohnt hatten.

Exposition: Die Breite der Korridore um die Hochspannungsleitungen herum war abhängig von der Spannung und wurde mittels geographischem Informationssystem festgelegt (33 bis 420 kV, 40 bis 300 m). Die Korridore enthielten sowohl exponierte als auch nichtexponierte Häuser. Die Magnetfeldexposition am Wohnort wurde als zeitgewichteter Mittelwert unter Berücksichtigung verschiedener technischer Parameter, der Expositionsdauer und der Entfernung zum Haus berechnet (Cut-off-Werte: 0.05 und 0.2 μ T). Die Belastung am Arbeitsplatz wurde mithilfe von "job titles" in Kategorien unterteilt, für alle gearbeiteten Jahre zusammengezählt und mit der Anzahl der Jahre multipliziert. (Cut-off-Werte: 18 und 31 Kategorie-Jahre).

Methode: Fall-Kontrollstudie im Rahmen einer Kohortenstudie. Die Adress- und Personendaten stammten von "Statistics Norway" und wurden mit dem nationalen Krebsregister kombiniert, um alle Hirntumor-Erkrankungen zwischen 1980 und 1996 zu identifizieren. Für jeden Patienten wurden zwei bezüglich Alter, Geschlecht und Gemeinde passende Kontrollpersonen aus der Kohortenpopulation zufällig ausgewählt. Vergleich der Odds Ratios bezüglich Exposition, berechnet mittels konditionaler logistischer Regression. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Ausbildungsniveau, Wohnungstyp (Einfamilienhaus oder Appartement).

Resultat: 454 Patienten mit Hirntumoren und 908 Kontrollpersonen wurden identifiziert. Ca. 90% aller Teilnehmer hatten eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung von $< 0.05 \mu\text{T}$ am Wohnort. Für Personen mit Expositionen zwischen 0.05 und $0.19 \mu\text{T}$ ergab sich ein relatives Hirntumorrisiko von 1.6 (Odds Ratio, 95%CI: $0.9-2.7$). Bei einer Magnetfeldexposition von $\geq 0.20 \mu\text{T}$ lag die OR bei 1.3 (95% CI: $0.7-2.3$). Die Auswertung der Magnetfeldexposition fünf Jahre vor der Diagnose ergab für das allgemeine Hirntumorrisiko einen knapp signifikanten Anstieg in der obersten Belastungskategorie (OR= 1.6 , 95%CI: $1.0-2.5$). In den Subgruppenanalysen nahmen die Odds Ratios ebenfalls mit zunehmender Magnetfeldbelastung zu, die Unterschiede waren aber nicht statistisch signifikant. In der Analyse der Daten zur beruflichen Exposition zeigte sich kein erhöhtes Tumorrisiko mit zunehmender Belastung. Der Einbezug der potentiellen Störfaktoren Bildungsniveau und Wohnungstyp beeinflusste die Ergebnisse nicht.

Schlussfolgerung: Die Autoren beschreiben ihre Resultate als mässig erhöhte Odds Ratios für den Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition am Wohnort und Hirntumorrisiko. Eine eindeutige Dosis-Wirkungsbeziehung zeigte sich nicht. Für die berufliche Magnetfeldexposition ergaben die Analysen eher eine Abnahme des Tumorrisikos mit zunehmender Magnetfeldbelastung. Eine mögliche Erklärung dafür ist die wenig differenzierte Expositionsklassifikation nach Berufsbezeichnungen.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, sind die Fallzahlen in manchen Subgruppenanalysen klein. Angaben zur Power-Berechnung fehlen. In Bezug auf die Wohnexposition zeigen sich Hinweise auf erhöhte Tumorrisiken. Die Ergebnisse zur beruflichen Belastung lassen sich wegen der ungenauen Erfassung der Exposition kaum interpretieren. Weitere Daten dieser Kohortenstudie sind publiziert in: Kliukiene et al., Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study. Am J Epidemiol. 2004; 159(9): 852-861.

Leitgeb N, Schröttner J, Böhm M.

Does "electromagnetic pollution" cause illness? An inquiry among Austrian general practitioners.

Wien Med Wochenschr 2005; 155 (9-10): 237-241

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Risikowahrnehmung
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobilfunk allgemein	Nicht bestimmt	Europa
Mobilfunkbasisstationen		
Mobiltelefone		
<u>Studientyp:</u>		
Stromleitungen		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, wie oft österreichische Hausärzte mit dem Problem der elektromagnetischen Hypersensibilität konfrontiert werden, und ob sie von einem Kausalzusammenhang zwischen EMF-Exposition und gesundheitlichen Beschwerden ausgehen.

Kollektiv: Von insgesamt 5643 registrierten österreichischen Hausärzten wurden im Februar 2003 284 Ärzte und 116 Ärztinnen zufällig ausgewählt (n=400).

Methode: Die Hausärzte erhielten per Post einen Fragebogen mit 14 Fragen zum Thema "Elektrosmog".

Resultat: 49% der kontaktierten Ärzte schickten den Fragebogen ausgefüllt zurück. 15% von ihnen hatten sich noch nicht mit dem Thema "elektromagnetische Hypersensibilität" beschäftigt, 5% dagegen sehr intensiv. 68% waren bereits von Patienten zu diesem Thema befragt worden, 32% noch nicht. 61% der Hausärzte hatten in ihren Diagnosen schon Zusammenhänge zwischen gesundheitlichen Beschwerden und elektromagnetischen Feldern hergestellt. 95% hielten es für möglich, dass "Elektrosmog" Krankheiten verursachen kann. Als gesundheitlich relevante Quellen elektromagnetischer Strahlung nannten die Ärzte am häufigsten Hochspannungsleitungen (80%), Mobiltelefone (76%), Mobilfunkbasisstationen (72%) und Schnurlostelefone (60%). Ihre Informationen bezogen sie vor allem aus medizinischen Zeitschriften (54%) und Zeitungen (53%) und zu 25% aus der wissenschaftlichen Literatur. Von Behörden hatten nur 4% der Hausärzte Informationen erhalten.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die Einschätzung der Hausärzte zu gesundheitlichen Auswirkungen der elektromagnetischen Strahlung von der etablierten nationalen und internationalen Risikobewertung abweicht. Dies könnte zumindest teilweise auf einen Mangel an Informationen zurückzuführen

sein, der von Behörden und Ärztesgesellschaften behoben werden sollte.

Bemerkungen: Die Beobachtungen sind interessant, in Bezug auf den Informationsmangel besteht sicher Handlungsbedarf. Bei einer Fragebogen-Rücklaufquote von 49% ist allerdings denkbar, dass sich überproportional viele Ärzte an der Befragung beteiligt haben, die in elektromagnetischen Feldern ein Gesundheitsrisiko sehen.

Bernhardt JH.

Electrosmog, cellular phones, sunbeds etc. -- adverse health effects from radiation? Health aspects of non-ionizing radiation.

Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2005; 48 (1): 63-75

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Tumoren: Hirntumoren
<u>Exposition:</u>		
Diebstahlsicherungen		
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
<u>Studientyp:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa
Mobilfunk allgemein		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über gesundheitliche Aspekte nichtionisierender Strahlung: UV-Strahlung, hochfrequente und niederfrequente elektromagnetische Strahlung. (Artikel auf deutsch)

Methode: Zusammenfassung der physikalischen Grundlagen und des Wissensstands zu den Auswirkungen der drei Strahlungsarten auf die Gesundheit. Überblick über Anwendungen, Grenzwerte und Vorsorgeempfehlungen in Deutschland.

Resultat: Der Exposition durch UV-Strahlung ist von den drei untersuchten Strahlungsarten das höchste Gesundheitsrisiko zuzuordnen. In Bezug auf elektromagnetische Strahlung des Mobilfunks oder der Stromversorgung gibt es keine wissenschaftlichen Erkenntnisse, die gesundheitsschädigende Wirkungen unterhalb der internationalen Grenzwerte belegen. Unter dem Gesichtspunkt des vorsorgenden Gesundheitsschutzes ist eher die Exposition durch Mobiltelefone zu betrachten als diejenige durch ortsfeste Sendeanlagen. Aufgrund der Einführung neuer Technologien sind immer mehr tragbare Geräte zu erwarten, die körpernah betrieben werden. Damit wird die Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern weiter zunehmen.

Moulder JE, Foster KR, Erdreich LS, McNamee JP.
Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review.
Int J Radiat Biol 2005; 81 (3): 189-203

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung des Kenntnisstands zur Frage, ob Mobilfunkstrahlung krebserregend ist.

Methode: Übersichtsartikel. Literatursuche in MedLine und in Referenzen eines Berichts des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Berücksichtigt werden experimentelle Studien (auch Zell- und Tierstudien) und epidemiologische Untersuchungen.

Resultat: Aus den Tierstudien hat sich keine replizierte Evidenz ergeben, dass hochfrequente elektromagnetische Strahlung bei Intensitäten unterhalb der thermischen Effekte zur Entstehung von Krebs beiträgt. Die Ergebnisse der Laborstudien sprechen insgesamt gegen einen genotoxischen Effekt der Hochfrequenzstrahlung. Die epidemiologischen Untersuchungen liefern keine konsistente Evidenz für einen Zusammenhang, decken aber nur einen kurzen Beobachtungszeitraum ab.

Schlussfolgerung: Zur Zeit besteht keine überzeugende Evidenz für einen Kausalzusammenhang zwischen Mobilfunkstrahlung und Krebs, eine Assoziation kann aber noch nicht ausgeschlossen werden.

Bemerkungen: Die Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche sind sehr spärlich (Zeitraum? Anzahl der Studien? Vollständigkeit?).

Park RM, Schulte PA, Bowman JD, Walker JT, Bondy SC, Yost MG, Touchstone JA, Dosemeci M.
Potential occupational risks for neurodegenerative diseases.
Am J Ind Med 2005; 48 (1): 63-77

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Registerstudie zur Sterblichkeit an neurodegenerativen Erkrankungen bei Personen mit verschiedenen beruflichen Expositionen

Kollektiv: Angehörige von 87 Berufsgruppen in 22 amerikanischen Bundesstaaten, Todesfälle von 1992 bis 1998 mit Abschätzung der Magnetfeldbelastung: 2 392 040, Alter <65 J.: 626 683; Alzheimer-Todesfälle: 45 379; Todesfälle an Motoneuron-Erkrankungen: 5965, im Alter <65 J.: 2120; Parkinson-Todesfälle: 31 797, im Alter <65 J.: 696.

Exposition: Einteilung in zehn Belastungskategorien mittels Expositionsmatrix und Stichprobenmessungen.

Methode: Die Informationen zu Todesursachen und Berufstätigkeit stammten aus dem nationalen Sterberegister und umfassten den Zeitraum von 1992 bis 1998. Es wurden 87 Berufe evaluiert, für die in einer früheren Studie (Schulte et al. 1996) statistisch signifikant erhöhte Sterberisiken an neurodegenerativen Erkrankungen beobachtet worden waren. Analysiert wurden nicht nur Daten zur Magnetfeldexposition, sondern auch zu Lösungsmitteln und Pestiziden.

Resultat: Ein signifikant erhöhtes Risiko, an Alzheimer-Demenz zu sterben, ergab sich für Berufe in der obersten Zentile: Das relative Risiko betrug im Vergleich zur Kategorie mit der geringsten Magnetfeldbelastung 1.12 (95%-CI: 1.05-1.20). Hinsichtlich Motoneuron-Erkrankungen und Parkinson-Krankheit zeigten sich nur bei Personen, die vor dem 65. Lebensjahr gestorben waren, signifikant erhöhte Risiken (Mortality Odds Ratio: 1.63, 95%-CI: 1.10-2.39 resp. 1.87, 95%-CI: 1.14-2.98). Zusätzlich wurden für bestimmte Berufsgruppen mit unterschiedlichen Umweltexpositionen erhöhte Risiken beobachtet, u.a. für Bauern, Friseure, Zahntechniker, Tierärzte, Lehrer und Juristen. Als Erklärungsmöglichkeiten werden Stressfaktoren und Infektionen bei Personen

mit sozialen Berufen diskutiert.

Schlussfolgerung: Die Aussagekraft der Ergebnisse wird limitiert durch Unsicherheiten bei der Erfassung der Todesursache und der Exposition sowie die multifaktorielle Ätiologie der Krankheiten. Die Risikofaktoren in den verschiedenen Berufsgruppen sollten in Studien zur Erkrankungshäufigkeit weiter untersucht werden, da sie genauere diagnostische Informationen liefern als Studien zum Sterberisiko.

Bemerkungen: In Studien, die viele Berufsgruppen und Zielgrößen untersuchen, besteht die Gefahr der selektiven Zitierung signifikanter Zusammenhänge, insbesondere wenn noch Untergruppen analysiert werden. Solche Studien haben nur explorativen Charakter und können nicht als Hinweis auf kausale Zusammenhänge verstanden werden.

Finanzierung: keine Angaben ("US Government Work")

Sievert U, Eggert S, Pau HW.

Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem?.

Otolaryngol Head Neck Surg 2005; 132 (3): 451-5

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung, ob Mobiltelefon-Emissionen akustisch evozierte Hirnstammpotenziale beeinflussen. Gleiche Versuchsanordnung wie in Pau et al.: Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ? Otolaryngol Head Neck Surg 2005: 132 (1), 43-9. (Id.Nr. 1861)

Kollektiv: 12 Probanden (5 Männer, 7 Frauen, 19 bis 57 J.),

Exposition: Zwei Mobiltelefone (Typ S 10 D) mit Signalgenerator (SMT 03) und Breitbandverstärker. Frequenz 889.6 MHz, Pulsmodulation 217 Hz, Pulsbreite 0.576 ms, Spitzenleistung 2.2 W. SAR (1g): 1.9 mW/g unter der Haut und 1.93 mW/g in 18 mm Tiefe (=Lokalisation des Gleichgewichtsorgans im Innenohr). Die akustischen Reize zur Evozierung der Hirnstammpotenziale (Klickgeräusch von 50, 55 und 60 dB) wurden mit einer Stimulationsfrequenz von 15 Hz appliziert, jeweils nur an einem Ohr.

Methode: Es wurden drei Expositionsarten getestet: Baseline (ohne Exposition), gepulstes Feld, kontinuierliches Feld. Die Dauer der Aufzeichnung betrug jeweils drei Minuten, dazwischen drei Minuten Pause. Berechnet wurden die Verteilung und die Mittelwerte der absoluten Latenzen der Wellen I, III und V. Statistischer Vergleich mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für gepaarte Daten.

Resultat: Es zeigte sich kein Einfluss der Mobiltelefonstrahlung auf die evozierten Hirnstammpotenziale, weder bei gepulstem noch bei ungepulstem Signal.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen einen Hinweis darauf, dass die Emissionen von Mobiltelefonen keine unerwünschten Kurzzeiteffekte auf das Innenohr (Hör- und Gleichgewichtsorgan) ausüben. Über Langzeitwirkungen lässt sich nichts aussagen.

Bemerkungen: Es werden nur zwei Beispiele für einzelne Aufzeichnungen der evozierten Potenziale gezeigt, keine Mittelwerte oder statistischen Auswertungen. Dadurch lassen sich die Aussagen im Text nicht nachvollziehen. Die Reihenfolge der Expositionsarten war bei allen Patienten gleich, und es werden keine Angaben über die Verblindung gemacht.

Finanzierung: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (D)

Preece AW, Goodfellow S, Wright MG, Butler SR, Dunn EJ, Johnson Y, Manktelow TC, Wesnes K.
Effect of 902 MHz mobile phone transmission on cognitive function in children.
Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S138-S143

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche	Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Einflüsse von Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Leistung von Kindern.
Adaptation einer früheren Studie an Erwachsenen: Preece et al., Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. International Journal of Radiation Biology 1999: 75 (4), 447-456. (Id.Nr. 1147).

Kollektiv: 18 Kinder (9 Jungen, 9 Mädchen, 10.2 bis 12.2 Jahre alt).

Exposition: Mobiltelefon Nokia 3110 (GSM, 902 MHz). Drei Expositionssituationen: Scheinexposition, Spitzenleistung 0.2 W (Mittelwert: 0.025 W) und 2 W (Mittelwert: 0.25 W). Maximale spezifische Absorptionsrate bezogen auf das ganze Gehirn: 0.28 W/kg (nach Messungen am Modell).

Methode: Jedes Kind absolvierte eine Trainingssitzung und drei Expositionssituationen in einem doppelt verblindeten Cross-Over-Design. Die Reihenfolge der Expositionsarten war randomisiert und innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Weder die Kinder noch die Untersucher kannten den Expositionsstatus. Die kognitive Leistung wurde mit einer modifizierten Testreihe untersucht. Bestandteile: einfache Reaktionszeit, Wahl-Reaktionszeit, räumliches und Zahlen-Arbeitsgedächtnis, Wort- und Bilderkennung. Ausgewertet wurden Reaktionszeit, Anteil korrekter Antworten und Sensitivität (Einfluss eines Ablenkungsfaktors auf Korrektheit). Dauer: 30 bis 35 Minuten. Es wurden 22 Ein-Weg-Varianzanalysen mit Huynh-Feldt-Korrektur durchgeführt und für multiple Testung korrigiert (Bonferroni, alpha: 0.0023). Zusätzlich wurden Zwei-Weg-Varianzanalysen berechnet, um Interaktionen zu überprüfen.

Resultat: Es zeigten sich Trends in Richtung auf kürzere Reaktionszeiten, weniger Fehler und eine höhere Sensitivität bei Mobiltelefonexposition. Statistisch signifikant war nur der Unterschied in der einfachen

Reaktionszeit. Nach Anwendung der Bonferroni-Korrektur bestand auch diese Signifikanz nicht mehr. In der früheren Studie von Preece et al. (1999) war bei Erwachsenen eine Verkürzung der Wahl-Reaktionszeit unter Mobiltelefonexposition beobachtet worden. Dieses Ergebnis wurde im aktuellen Experiment nicht bestätigt. Allerdings wurden in der früheren Studien analoge Signale und deutlich höhere Strahlungsintensitäten verwendet.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen keinen Effekt der Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Leistungen von Kindern. Die Autoren vermuten aber, dass wegen der ausgeprägten Variabilität innerhalb der Gruppe eine grössere Anzahl von Kindern untersucht werden müsste, um einen relevanten Unterschied statistisch signifikant nachweisen zu können (mindestens 72 Kinder).

Bemerkungen: Bei der Durchführung der Versuche wurden viele Parameter beachtet (Randomisierung, Verblindung, ausgeglichene Reihenfolge etc.), und die Problematik der multiplen Testung wurde berücksichtigt. Möglicherweise war die statistische Power nicht gross genug, weil nur 18 Kinder untersucht wurden. Weitere Studie zu kognitiven Funktionen bei Kindern: Haarala et al., Electromagnetic field emitted by 902 MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function. Bioelectromagnetics 2005: 7, S144-50.

Finanzierung: Charitable Trustees of the United Bristol Hospitals

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Case-Control Study on Cellular and Cordless Telephones and the Risk for Acoustic Neuroma or Meningioma in Patients Diagnosed 2000-2003.

Neuroepidemiology 2005; 25 (3): 120-128

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Analyse des Hirntumorrisikos bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen. Vgl. Hardell et al.: Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. Eur J Cancer Prev 2002; 11 (4), 377-86. (Id.Nr. 1669)

Kollektiv: Die Patienten im Alter von 20 bis 80 Jahren wurden von Juli 2000 bis Dezember 2003 über die regionalen Krebsregister von Uppsala und Linköping rekrutiert. Eine bezüglich Alter, Geschlecht und Wohnregion passende Kontrolle wurde aus dem schwedischen Bevölkerungsregister ermittelt

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen oder Schnurlostelefonen, erhoben mit einem schriftlichem Fragebogen und ergänzt durch telefonische Nachfrage (Art des Telefons, Benutzungsdauer, Häufigkeit). Es wurde auch nach einigen anderen Umweltexpositionen und nach der Berufslaufbahn gefragt.

Methode: Die kumulative Benutzung wurde berechnet aus der durchschnittlichen Anzahl an Telefonaten pro Tag und der Gesprächsdauer. Der statistische Vergleich zwischen Exponierten und Nichtexponierten erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Sozialstatus, Diagnosejahr. Es wurden separate Analysen für die Benutzung von analogen und digitalen Telefonen durchgeführt und für verschiedene Latenzzeiten (>1 J., >1 bis 5 J., >5 bis 10 J., >10 J.).

Resultat: Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum 1168 Patienten mit Hirntumoren registriert. 348 Patienten wurden ausgeschlossen, 205 davon waren verstorben. Von den verbleibenden 820 Patienten hatten 461 einen gutartigen Hirntumor: 305 ein Meningeom, 84 ein Akustikusneurinom und 24 einen selteneren Tumor. An der Studie beteiligten sich 413 (98%) Patienten (128 Männer, 285 Frauen, Durchschnittsalter: 56 J.) und 692 (84%)

Kontrollpersonen (292 Männer, 400 Frauen, 55 J.). 123 Patienten und 233 Kontrollpersonen gaben an, kein Mobil- oder Schnurlostelefon zu benutzen (29.8 bzw. 33.7%). Bei mindestens einjähriger Benutzung eines Mobiltelefons ergab sich in Bezug auf Meningeome eine Odds Ratio von 1.7 (95%-CI: 0.97-3.0) für Analogtelefone, von 1.3 (95%-CI: 0.9-1.9) für Digitaltelefone und von 1.3 (95%-CI: 0.9-1.9) für Schnurlostelefone. In Bezug auf Akustikusneurinome lag die Odds Ratio für Benutzer von Analogtelefonen bei 4.2 (95%-CI: 1.8-10), für Benutzer von Digital- und Schnurlostelefonen bei 2.0 (95%-CI: 1.05-3.8) bzw. 1.5 (95%-CI: 0.8-2.9). Es bestanden Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. In der multivariaten Analyse (Tab. 5) war nur das Akustikusneurinom-Risiko bei Benutzern von Analogtelefonen signifikant erhöht (OR=2.1, 95%-CI: 1.1-3.8). Für die anderen beiden Telefontypen und in Bezug auf Meningeome ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Resultaten auf ein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko bei Benutzern von Analogtelefonen. Bezüglich Meningeomrisiko sehen sie ebenfalls ein leicht erhöhtes Risiko, mit einer weniger klaren Assoziation.

Bemerkungen: Die Abgrenzung bzw. Überschneidung zwischen dieser Studie und den früheren Fall-Kontrollstudien von Hardell et al. ist unklar. Die Ergebnisse der multivariaten Regression (Tab. 5) zeigen in der Gesamtauswertung nur bei Benutzern von Analogtelefonen ein signifikant erhöhtes Risiko für Akustikusneurinome (OR: 2.1, 95%CI: 1.1-3.8). Eine konsistente Dosis-Wirkungsbeziehung ist nicht zu erkennen. Der Unterschied zwischen den Ergebnissen in Tabelle 2 und Tabelle 5 geht aus der Publikation nicht hervor. Beide werden als adjustiert bezeichnet, aber nur die Ergebnisse in Tabelle 5 als multivariat. Nach Auskunft des Autors sind die Risikoschätzer in Tabelle 5 für die Benutzung von mehreren Telefontypen korrigiert (persönliche Mitteilung vom 14.11.05). Es wurden viele Analysen durchgeführt, so dass mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen ist.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Leitgeb N, Schröttner J, Cech R, Kerbl R.

Investigation of sleep disorders in the vicinity of high frequency transmitters.

Biomed Tech (Berl) 2004; 49 (7-8): 186-93

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Land: Zentralnervensystem

Europa

Wirkungsdauer:

Langzeit

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Machbarkeitsstudie zum EPROS-Konzept ("Electrosensitive Protected Sleep"): Erprobung des Studiendesigns, Testung der Untersuchungsparameter und Optimierung der Datenauswertung. Studiendesign: Crossover-Doppelblind-Feldstudie.

Kollektiv: Personen mit ausgeprägten Schlafstörungen, die ihre Beschwerden auf die Exposition durch Sendeanlagen zurückführen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden drei Personen untersucht.

Exposition: Hochfrequente Immissionen von Sendeanlagen des Mobil- und Rundfunks. Als Schirmmaterial dient ein hochfrequenzabsorbierendes Gewebe, das um das Bett des Probanden herum angebracht wird (Schirmfaktor ca. 15 dB). Für die Schein-Abschirmung wurde ein identisch aussehendes Gewebe ohne absorbierende Eigenschaften verwendet.

Methode: In der EPROS-Studie sollen Personen untersucht werden, die über Schlafstörungen im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern von Sendeanlagen berichten. Dabei wird die Reaktion dieser Personen auf die Abschirmung vorhandener Immissionen überprüft. Die Untersuchung erfolgt in den Schlafzimmern der Probanden, um Artefakte durch ungewohnte Umgebung zu vermeiden. Für jeden Probanden werden je drei Durchgänge unter Verum-, Sham- und Kontrollbedingungen durchgeführt. Die Reihenfolge der Bedingungen wird zufällig festgelegt und ist weder den Probanden noch den Auswertern der Daten bekannt. Die Schlafqualität wird anhand der EKG- und EEG-Aufzeichnungen beurteilt, zusätzlich wird die Anzahl der Körperlagenwechsel und die Reaktionszeit am Morgen als Indikator für den Erholungswert des Schlafs registriert. Die subjektive Schlafqualität wird mittels standardisiertem SSA-Schlaf-Fragebogen erhoben.

Resultat: Die Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass das Design der EPROS-Studie umgesetzt werden kann. Die

Korrektur der Ergebnisse der Auswertungssoftware durch visuelle Befundung der Polysomnographie-Aufzeichnungen ist unverzichtbar. Die Hochfrequenz-Immission kann während einer Nacht und zwischen den Nächten stark schwanken. Diese Variationen können grösser sein als der Anteil der vom Mobilfunk stammenden Immission. Der Anteil der Mobilfunkimmission war im Vergleich zum UKW-Radiofrequenzband meistens klein. Die kontinuierliche Messung der HF-Immission ist insbesondere dann wichtig, wenn der Einfluss des quantitativ kleinen Beitrags des Mobilfunks untersucht werden soll.

Bemerkungen: Angaben zum Wohnort der Probanden (Region, Land?) und zur Entfernung von der nächsten Sendeanlage fehlen. Die Expositionsmesswerte werden nur in Prozent vom Grenzwert angegeben.

Finanzierung: Deutsche Forschungsgemeinschaft Funk

Kheifets L, Shimkhada R.

Childhood leukemia and EMF: Review of the epidemiologic evidence.

Bioelectromagnetics 2005; 26 (S7): S51-S59

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenstellung der epidemiologischen Studienergebnisse zu EMF und Kinderleukämie.

Kollektiv: Diverse Studien

Exposition: Niederfrequente elektromagnetische Felder von Stromleitungen und elektrischen Geräten sowie hochfrequente elektromagnetische Felder im Bereich des Rund- und Mobilfunks.

Methode: Übersichtsartikel und Diskussion methodischer Schwierigkeiten bei der Durchführung von epidemiologischen Studien (Confounding, Bias, Fehlklassifikation, Kausalität).

Resultat: Basierend auf den konsistenten Ergebnissen epidemiologischer Studien hat die IARC extrem niederfrequente elektromagnetische Felder als "möglicherweise krebserregend" eingestuft. Die Assoziation scheint für Leukämie bei Kindern spezifisch zu sein. Sie zeigte sich nicht bei Erwachsenen oder für andere Krebserkrankungen. Ein Wirkmechanismus wurde bisher nicht nachgewiesen. Der Zusammenhang zwischen hochfrequenter Strahlung und Krebserkrankungen wurde in Studien um Radio- und Fernsehantennen herum untersucht. Diese Studien schätzen die Exposition nach der Distanz zur Sendeanlage ab und basieren auf kleinen Fallzahlen. Ihre Ergebnisse sind inkonsistent und wenig aussagekräftig.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten weitere Studien zum Leukämierisiko durch niederfrequente Strahlung nur dann für sinnvoll, wenn die Expositionsabschätzung verbessert oder besonders stark belastete resp. empfindliche Bevölkerungsgruppen untersucht werden. Die hochfrequente Strahlung von Sendeanlagen sollte in epidemiologischen Studien evaluiert werden. Voraussetzung dafür sind ebenfalls bessere Methoden zur Expositionsabschätzung (Messgeräte). Zu erwägen ist auch eine epidemiologische Studie zum Leukämierisiko

bei jungen Mobiltelefonbenutzern.

Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, van Deventer E.
The sensitivity of children to electromagnetic fields.
Pediatrics 2005; 116 (2): e303-13

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Studientyp:
Stromleitungen
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Frage nach der Empfindlichkeit von Kindern gegenüber elektromagnetischen Feldern, basierend auf Diskussionen eines WHO-Workshops im Juni 2004 in Istanbul.

Resultat: Zusammenfassung der aktuellen Erkenntnisse und Hypothesen zu gesundheitlichen Auswirkungen der nieder- und hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung. Es besteht Evidenz dafür, dass das Leukämierisiko bei Kindern mit niederfrequenter Exposition über 0.3 bis 0.4 μ T ungefähr verdoppelt ist. Die Beratung zur Notwendigkeit von Vorsichtsmassnahmen muss individuell angepasst werden. In Bezug auf die Langzeiteffekte der Mobiltelefonbenutzung sind besonders für Kinder wenig Daten vorhanden. Daher sind einfache Vorsichtsmassnahmen empfehlenswert (Benutzung von Headsets, kurze Gespräche etc.). Die Exposition durch Mobilfunk-Basisstationen ist sehr gering, diesbezüglich müssen keine Vorsorgemassnahmen empfohlen werden.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen weitere experimentelle und epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko bei Kindern. Wegen der ziemlich hohen Exposition des Gehirns durch die Mobiltelefonbenutzung sollten zusätzlich die möglichen Auswirkungen der hochfrequenten Strahlung auf kognitive Funktionen und das Hirntumorrisiko bei Kindern untersucht werden.

Finanzierung: Workshop-Finanzierung: WHO, Electric Power Research Institute, EMF-NET, COST281, Strahlenschutzinstitut Schweden

Brain JD, Kavet R, McCormick DL, Poole C, Silverman LB, Smith TJ, Valberg PA, Van Etten RA, Weaver JC. Childhood leukemia: electric and magnetic fields as possible risk factors. Environ Health Perspect 2003; 111 (7): 962-70

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über den Wissensstand zum Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und Leukämierisiko bei Kindern, basierend auf einem Workshop der Harvard School of Public Health im November 2001.

Methode: Übersichtsartikel zu den medizinisch-biologischen Grundlagen der Leukämie-Entstehung, zu Ergebnissen von Tierexperimenten mit EMF-Exposition und zu physikalischen Aspekten der Interaktion zwischen EMF und biologischen Strukturen.

Resultat: In 75% aller Leukämieerkrankungen von Kindern handelt es sich um eine akute lymphatische Leukämie (ALL). Häufig bestehen genetische Veränderungen (z.B. Chromosomen-Translokationen). Bekannte Risikofaktoren sind Röntgenstrahlen, radioaktive Strahlung und bestimmte Chemotherapeutika. Diskutiert werden auch Radonstrahlung, Chemikalien, Pestizide und Zigarettenrauchen der Eltern. Weitere Hypothesen betreffen den Schwangerschaftsverlauf und die Häufigkeit von Infektionskrankheiten. Bezüglich EMF-Exposition zeigte sich in Tierversuchen überwiegend kein Effekt, es könnte aber sein, dass der Nachweis wegen der geringen Expositionstärke nicht gelungen ist. Möglicherweise sind auch eher die Kontaktströme als die Magnetfeldbelastung für die epidemiologisch beobachtete Assoziation zwischen EMF-Exposition am Wohnort und Kinderleukämie verantwortlich.

Finanzierung: Harvard School of Public Health, Electric Power Research Institute, USA

Schoemaker MJ, Swerdlow AJ, Ahlbom A, Auvinen A, Blaasaas KG, Cardis E, Christensen HC, Feychting M, Hepworth SJ, Johansen C, Kjaerboe L, Lönn S, McKinney PA, Muir K, Raitanen J, Salminen T, Thomsen J, Tynes T.

Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries.

British Journal of Cancer 2005; 93 (7): 842-848

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Akustikusneurinom-Risikos bei Mobiltelefonbenutzern. Teil der multizentrischen Interphone-Studie. Frühere Publikationen von Interphone-Resultaten: Collatz Christensen et al., 2004 und Lönn et al., 2004.

Kollektiv: 678 Patienten und 3553 Kontrollpersonen aus sechs bevölkerungsbasierten Fall-Kontrollstudien in Grossbritannien (zwei verschiedene Regionen) und vier skandinavischen Ländern. Alter: 18 bis 69 Jahre.

Exposition: Die Studienteilnehmer wurden mit Hilfe eines computerassistierten Fragebogens zu ihrer Mobiltelefonbenutzung befragt (Telefonmodelle, Dauer, Anzahl Telefonate, Verwendung von Freisprechanlagen etc.). Als regelmässige Benutzer galten Personen, die mehr als ein Jahr vor der Tumordiagnose (bzw. dem Referenzdatum) mindestens sechs Monate lang ein Mobiltelefon verwendet hatten.

Methode: Anhand von Spitalakten und Krebsregistern wurden die Patienten mit Akustikusneurinom identifiziert. Die Diagnose musste zwischen Sept. 1999 und August 2004 gestellt worden sein. In den skandinavischen Ländern stammten die Kontrollpersonen aus dem Bevölkerungsregister, in Grossbritannien aus den Listen von Hausarztpraxen (Häufigkeitsmatching gemäss Alter, Geschlecht und Region). Statistische Methoden: Konditionale logistische Regression, stratifiziert nach Zentrum, Region, 5-Jahres-Altersgruppen und Geschlecht. Im statistischen Modell berücksichtigt wurde das Ausbildungsniveau und das Jahr des Interviews sowie die Zeitspanne zwischen Diagnose und Interview.

Resultat: Für Personen, die regelmässig ein Mobiltelefon benutzten, lag das relative Risiko (Odds Ratio) eines Akustikusneurinoms verglichen mit Niebenutzern bei 0.9 (95%-CI: 0.7-1.1). In den sechs Studienregionen

variierten die Resultate zwischen 0.6 (95%-CI: 0.3-1.4) und 1.1 (95%-CI: 0.7-1.6). Es zeigte sich keine Risikozunahme bei längerer oder intensiverer Telefonbenutzung und auch nicht bei Verwendung von Analogtelefonen. Die Odds Ratio für einen Tumor auf der Kopfseite, an der am meisten telefoniert wurde, lag bei 0.9 (95%-CI: 0.7-1.1). Für die Auswertung der gleichseitigen Tumoren ergab sich ein Anstieg des Risikos mit längerer Benutzungsdauer: Wenn seit mindestens zehn Jahren ein Mobiltelefon benutzt wurde, lag die Odds Ratio eines ipsilateralen Tumors bei 1.8 (95%-CI: 1.1-3.1).

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren weisen die Resultate nicht auf ein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko in den ersten zehn Jahren nach Beginn der Mobiltelefonbenutzung hin. Bei mehr als zehnjähriger Verwendungsdauer wurde ein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko auf der Seite der Telefonbenutzung beobachtet.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, ist die Interpretation der Ergebnisse zur Seitenabhängigkeit schwierig. Da Akustikusneurinome zu einem Verlust der Hörfähigkeit führen, tendieren Patienten dazu, das gesunde Ohr zum Telefonieren zu benutzen. Dies könnte zu einer Unterschätzung des Zusammenhangs führen. Andererseits besteht bei Personen mit Akustikusneurinom die Gefahr des Recall Bias, woraus sich eine Überschätzung des Risikos ergäbe. In einigen Analysen der vorliegenden Studie sind tendenzielle Dosis-Wirkungsbeziehungen bei längerer Benutzungsdauer (>10 J.) erkennbar. Zur Beurteilung dieser Ergebnisse sollten die Gesamtergebnisse der Interphone-Studie abgewartet werden.

Finanzierung: European Commission, UICC, GSM Association, Department of Health, UK Network Operators, Danish Cancer Society etc.

Curcio G, Ferrara M, Moroni F, D'Inzeo G, Bertini M, De Gennaro L.
Is the brain influenced by a phone call? An EEG study of resting wakefulness.
Neuroscience Research 2005; 53 (3): 265-270

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung, ob GSM-Mobilfunksignale das Ruhe-EEG verändern und wie lange der Effekt nach der Exposition andauert.

Kollektiv: Zwanzig Probanden, zehn Männer und zehn Frauen, Rechtshänder, Alter: 22-31 J. Alle Probanden benutzten regelmässig ein Mobiltelefon, aber nicht in den zehn Stunden vor dem Experiment.

Exposition: Mobiltelefon Motorola Timeport 260, Frequenz: 902.40 MHz, gepulst mit 217 Hz, Sendeleistung maximal 2 W, durchschnittlich 0.25 W. Das Telefon befand sich in einem Helm und war in üblicher Gesprächshaltung angebracht, Abstand vom linken Ohr: 1.5 cm. Die SAR-Messung am Phantom ergab 0.5 W/kg.

Methode: Die Probanden wurden in zwei Gruppen randomisiert und durchliefen in zufälliger Reihenfolge drei verschiedene Versuchsphasen im Abstand von jeweils mindestens 48 Stunden: Baseline (ohne Telefon), Scheinexposition, reale Exposition. Das Experiment fand unter Doppelblindbedingungen statt und die Expositionen dauerten jeweils 45 Minuten. Bei Gruppe 1 erfolgte die EEG-Aufzeichnung sieben Minuten nach der Exposition, bei Gruppe 2 während der letzten 7 Minuten der Exposition. Während der EEG-Aufzeichnung sassen die Probanden mit geschlossenen Augen in einem Sessel, davor durften sie lesen, Musik hören oder sich unterhalten. Direkt nach der Messung füllten die Probanden einen Fragebogen zur Schläfrigkeit aus. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse und beinhaltete eine Bonferroni-Korrektur für multiple Testung ($p \leq 0.003$).

Resultat: Die Varianzanalyse ergab bei GSM-Exposition eine statistisch signifikante Zunahme der EEG-Aktivität im Frequenzband 9 bis 10 Hz (Alpha-Band) am zentralen Ableitungspunkt (Cz) und im 11-Hz-Band an einer Ableitung am Hinterkopf (Pz). Dieser Effekt war in Gruppe 2 deutlicher als in Gruppe 1. In der

Schläfrigkeitsskala zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen oder zwischen den Expositionsbedingungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Resultaten, dass elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen die normale Gehirnaktivität beeinflussen, wahrscheinlich über eine Veränderung der Erregbarkeit der Hirnrinde.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, sind die Unterschiede in der EEG-Aktivität gering und es handelt sich um eine kleine Anzahl von Probanden. Die Befunde stimmen mit den Ergebnissen einiger anderer EEG-Studien überein.

Frühere Publikation von Curcio et al.: Time-course of electromagnetic field effects on human performance and tympanic temperature. NeuroReport 2004: 15 (1), 161-164.

Finanzierung: keine Angaben zum Funding, Ausrüstung von Motorola GmbH (D)

Seitz H, Stinner D, Eikmann T, Herr C, Rösli M.

Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication - a literature review published between 2000 and 2004.

Sci Total Environ 2005; 349 (1-3): 45-55

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Hautreaktionen

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zur Untersuchung der Frage, ob das Phänomen "elektromagnetische Hypersensibilität" (EHS) als Entität existiert und ob es Personen mit gesteigerter Empfindlichkeit oder Wahrnehmungsfähigkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks gibt.

Kollektiv: Diverse Studienpopulationen.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Strahlung der Mobilfunktechnik (von Mobiltelefonen oder Basisstationen), digital oder analog, GSM- oder UMTS-Signale.

Methode: Systematische Suche nach Publikationen, die Mobilfunkexpositionen untersuchten und zwischen 2000 und 2004 veröffentlicht wurden. Neben Artikeln aus Zeitschriften mit Peer-Review-System wurden auch Publikationen der so genannten "grauen Literatur" berücksichtigt, wenn sie genügend methodische Informationen enthielten. Übersichtsarbeiten wurden nicht aufgenommen. Die Studien wurden nach ihrem Design gewichtet und anhand der Qualitätskriterien der Strahlenschutzkommission (2002) bewertet. Sie wurden nach folgenden Gesichtspunkten in vier Kategorien unterteilt: Studiendesign zur Beurteilung der Kausalität angemessen/nicht angemessen; Qualität genügend/ungenügend.

Resultat: Es wurden 20 Publikationen in Fachzeitschriften und zwei Berichte gefunden. Fünf Veröffentlichungen wurden ausgeschlossen, weil es sich um Doppelpublikationen handelte, vier erfüllten die Qualitätskriterien nicht. Von den elf verbleibenden Publikationen in Fachzeitschriften handelte es sich bei sieben um beobachtende, nichtexperimentelle Querschnittsstudien. Diese Studien ermöglichen nicht die Beurteilung eines Kausalzusammenhangs, sondern nur Hinweise auf Assoziationen und die Generierung von Hypothesen. Vier Publikationen in Fachzeitschriften und zwei Berichte referierten experimentelle Studien mit randomisiertem

Cross-over-Design.

Schlussfolgerung: Die 13 Studien mit ausreichender Qualität liefern insgesamt wenig Evidenz dafür, dass bestimmte Personen(gruppen) eine gesteigerte Wahrnehmungsfähigkeit für elektromagnetische Felder des Mobilfunks haben. Es wurde kein spezifisches, von der Mobilfunkstrahlung verursachtes Symptom oder Symptommuster identifiziert. Eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens kann nicht ausgeschlossen werden, weil drei randomisierte Cross-over-Studien zu widersprüchlichen Ergebnissen kamen. Insgesamt ist nur ein kleiner Teil der Studien geeignet, um Kausalzusammenhänge zwischen Exposition und Zielgrösse zu untersuchen.

Bemerkungen: Vgl. Publikation auf deutsch: Seitz et al., Electromagnetic Hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication - a literature review. Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2006: 11 (2), 71-79.

Finanzierung: Forschungszentrum Jülich, Deutschland

Lahkola A, Salminen T, Auvinen A.

Selection bias due to differential participation in a case-control study of mobile phone use and brain tumors.

Ann Epidemiol 2005; 15 (5): 321-5

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Im finnischen Teil der INTERPHONE-Studie war die Teilnehmerrate bei den Kontrollpersonen geringer als in früheren Fall-Kontrollstudien. Es soll untersucht werden, ob ein Selektions-Bias vorliegt (z.B. Überrepräsentation von Mobiltelefonbenutzern unter den Teilnehmenden).

Kollektiv: Ausgangspopulation der finnischen INTERPHONE-Studie: 20- bis 96-jährige Einwohner von Finnland. Die Hirntumorpatienten wurden von den fünf Universitätskliniken Finnlands rekrutiert. Die Kontrollpersonen stammten aus dem Bevölkerungsregister (Häufigkeitsmatching hinsichtlich Alter, Geschlecht und Spitalbezirk).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Erhebung mittels Fragebogen zu Mobiltelefongebrauch, Röntgenuntersuchungen, Gesundheitszustand, Art der Berufstätigkeit und Familienanamnese.

Methode: Die Teilnehmerrate lag in der Kontrollgruppe bei 46%, in der Patientengruppe bei 86%. Mittels logistischer Regression wurde der Einfluss folgender Faktoren auf die Teilnahmebereitschaft untersucht: Ausbildung, Geschlecht, Alter und Mobiltelefonverwendung. 519 Kontrollen und 65 Patienten verweigerten die Teilnahme völlig. Analysiert wurden die Daten von 1098 Kontrollpersonen und 829 Patienten. Für 321 Kontrollpersonen und 103 Patienten davon lag lediglich ein Kurzinterview zur Mobiltelefonbenutzung vor.

Resultat: In der Kontrollgruppe waren 83% der Vollteilnehmer Mobiltelefonbenutzer und 73% der Personen, die nur Angaben zum Mobiltelefongebrauch gemacht hatten. Bei den Patienten waren es 76 resp. 64%. Wenn die Daten von Personen berücksichtigt wurden, die nur Angaben zur Telefonbenutzung gemacht hatten, änderte sich die Odds Ratio, also das relative Risiko eines Hirntumors bei Mobiltelefonbenutzern, von ursprünglich 0.55 (95% CI: 0.39-0.77) auf 0.73 (95%CI: 0.56-0.96). Der scheinbar protektive Effekt der Mobiltelefonbenutzung wurde

also abgeschwächt.

Schlussfolgerung: Die Autoren schlussfolgern, dass Mobiltelefonbenutzer sich eher an einer Studie zur Entstehung von Hirntumoren beteiligten als Nichtbenutzer. Das traf für Patienten und Kontrollpersonen zu und war bei Frauen deutlicher zu beobachten als bei Männern. Wenn nur die Personen mit vollständigen Angaben berücksichtigt wurden, lag die Odds Ratio zur Schätzung des relativen Hirntumorrisikos für Mobiltelefonbenutzer deutlicher unter 1 als bei Berücksichtigung der Personen, von denen nur Angaben zur Mobiltelefonbenutzung vorlagen.

Bemerkungen: Ein Selektions-Bias scheint als Erklärung für den scheinbar protektiven Effekt bei Mobiltelefonbenutzern plausibel. Wie die Autoren anmerken, beziehen sich die Ergebnisse nur auf die finnische Studienpopulation. Andere Bias-Arten (z.B. Recall-Bias) wurden nicht berücksichtigt und die Odds Ratios nicht für potenzielle Störfaktoren korrigiert. Weitere Veröffentlichungen zu INTERPHONE-Teilstudien: Schoemaker 2005, Berg 2005, Collatz Christensen 2004 und 2005, Lönn 2004 und 2005.

Finanzierung: Emil Aaltonen Foundation, TEKES, European Union, Mobile Manufacturers Forum

Oysu C, Topak M, Celik O, Yilmaz HB, Sahin AA.

Effects of the acute exposure to the electromagnetic field of mobile phones on human auditory brainstem responses.

Eur Arch Otorhinolaryngol 2005; 262 (10): 839-843

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung der Auswirkung einer Mobiltelefonexposition auf akustisch evozierte Hirnstammpotenziale (auditory brainstem responses, ABR).

Kollektiv: 18 Probanden, 11 Männer und 7 Frauen, 20 bis 28 Jahre alt.

Exposition: Mobiltelefon (Nokia 6310i) am rechten Ohr in normaler Gesprächsposition. Frequenz: 900 MHz, max. SAR: 0.82 W/kg laut Gerätangaben.

Methode: Die ABR-Aufzeichnung fand einmal vor und einmal nach der 15-minütigen Mobiltelefonexposition statt. Als akustische Reize wurden Klicktöne mit 60 und 80 dB eingesetzt. Die statistische Analyse erfolgte mittels gepaartem t-Test.

Resultat: Für verschiedene Messparameter (Latenzzeiten, Intervalle und Zwischenwellenintervalle) zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den ABR-Aufzeichnungen vor und nach der Mobiltelefonexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen keinen Hinweis auf eine Beeinflussung der akustisch evozierten Hirnstammpotenziale durch kurzfristige Mobiltelefonexposition. Sie weisen darauf hin, dass diskrete Effekte mit der aktuellen Technik eventuell nicht nachgewiesen werden können und keine Langzeiteffekte untersucht wurden.

Bemerkungen: Die Versuchsanordnung war nicht verblindet, es gab weder eine Scheinexposition noch eine Kontrollgruppe. Einige Angaben zur Exposition fehlen, es wurden keine SAR-Messungen durchgeführt. Da die Mittelwerte von 18 Probanden verglichen wurden, stellt sich die Frage, ob die statistische Power ausreichte, um

eventuelle Unterschiede nachweisen zu können. Vgl.: Ozturan et al. 2002.

Finanzierung: keine Angaben

Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Faucon G, Liegeois-Chauvel C, De Seze R.
Effects of GSM signals on auditory evoked responses.
Bioelectromagnetics 2005; 26 (5): 341-50

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Seh- und Hörstörungen
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der akustisch evozierten Potenziale (AEP) mit und ohne Mobiltelefonexposition bei gesunden Probanden und bei Personen mit Epilepsie.

Kollektiv: 1. Gruppe: neun gesunde Probanden (sechs Frauen, drei Männer), 2. Gruppe: zwei Frauen und vier Männer mit rechtsseitiger Temporallappen-Epilepsie. Alle Studienteilnehmer waren Mobiltelefonbenutzer.

Exposition: GSM-Mobiltelefon, 900 MHz, das mit Hilfe eines Plastikhelms an der rechten Kopfseite angebracht wurde. Maximale Sendeleistung im Durchschnitt: 0.25 W, SAR gemittelt über 10 g Gewebe: 1.4 W/kg.

Methode: Die akustische Reizung erfolgte mit Tönen von 500 Hz und 1 kHz, die über das Mobiltelefon appliziert wurden. Das EEG wurde an 32 Elektroden während vier Expositionsphasen registriert: 1. ohne Mobiltelefonemission, 2. bei minimaler Sendeleistung des Mobiltelefons, 3. bei maximaler Sendeleistung, 4. bei minimaler Sendeleistung. Alle Probanden nahmen im Abstand von mehreren Tagen an experimentellen Sitzungen und an Kontrollsitzen ohne Exposition teil. Die Probanden kannten den Expositionsstatus nicht. Ausgewertet wurden die AEP-Aufzeichnungen von 14 ausgewählten Elektroden während Phase 1 und 3. Die statistischen Vergleiche erfolgten mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest.

Resultat: Anhand verschiedener Korrelationskoeffizienten wurden die AEP-Werte mit und ohne Exposition für die einzelnen Probanden und für alle Personen gemeinsam verglichen. Dabei wurde die Korrelation in Bezug auf den zeitlichen Verlauf und auf die Frequenz der AEPs untersucht. An der Elektrode FP2 wurde der zeitliche Korrelationskoeffizient bei den gesunden Probanden und bei den Epilepsiepatienten durch die Mobiltelefonexposition modifiziert.

Schlussfolgerung: Die Autoren schlussfolgern, dass die Untersuchung der AEP-Veränderungen durch Hochfrequenzexposition mit den zur Verfügung stehenden Geräten schwierig ist. Eine elektrophysiologische Hypothese konnte nicht generiert werden.

Bemerkungen: Die Berechnung und Auswertung der Korrelationskoeffizienten ist für Nichtspezialisten nicht nachvollziehbar. Das Problem der multiplen Testung, also zufällig signifikanter Ergebnisse bei zahlreichen statistischen Vergleichen, wird nicht diskutiert und offensichtlich bei der Auswertung auch nicht berücksichtigt. Unklar ist auch, wie weit physiologische Schwankungen oder Gewöhnungseffekte für die Unterschiede verantwortlich sein könnten (Reihenfolge der Expositionen war immer gleich). Offenbar zeigten sich nur sehr vereinzelt Veränderungen, so dass die Ergebnisse wenig aussagekräftig sind.

Finanzierung: French Ministry of National Education and Research (COMOBIO project)

Uloziene I, Uloza V, Gradauskiene E, Saferis V.

Assessment of potential effects of the electromagnetic fields of mobile phones on hearing.

BMC Public Health 2005; 5: 39

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Auswirkung von Mobiltelefonexposition auf die Hörfunktion des Menschen.

Kollektiv: 30 Probanden, Alter: 23.6 +/- 1.2 Jahre, 18 Männer und 12 Frauen.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6310) bei voller Sendeleistung, Dauer: 10 Minuten. Bei 15 Probanden wurde eine Signalfrequenz von 900 MHz verwendet (2 W Sendeleistung), bei den anderen 15 Probanden von 1800 MHz (1 W). Während der Exposition übertrug das Telefon ein zehnminütiges Gespräch in normaler Lautstärke.

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Probanden wurden real- und scheinexponiert, die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. Die audiometrische Untersuchung (Hörschwelle) und die Aufzeichnung der transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen erfolgte unmittelbar nach der Mobiltelefonexposition. Der Vergleich der Mittelwerte vor/nach Exposition sowie vor/nach Scheinexposition erfolgte für die ganze Gruppe (n=30) mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen. Für die Ergebnisse der 900- bzw. 1800-MHz-Exposition (n=15) wurde ein exakter Friedman-Test durchgeführt.

Resultat: Die Auswertung der Hörschwellen-Mittelwerte vor/nach Mobiltelefonexposition und vor/nach Scheinexposition ergab keine signifikanten Unterschiede, weder bei 900 noch bei 1800 MHz oder in der Gesamtauswertung. Auch die Amplituden der transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen zeigten in keiner Analyse statistisch signifikante Veränderungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass nach einer zehnminütigen Mobiltelefonexposition kein direkter Effekt auf die Hörschwelle und die otoakustischen Emissionen erkennbar war. Es wurde keine messbare

Verschlechterung der Hörfunktion im Bereich des Mittel- oder Innenohrs beobachtet.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine Doppelblindstudie mit Cross-over-Design und ausgeglichener Expositionsreihenfolge im Rahmen des multizentrischen GUARD-Projekts. Bei der statistischen Auswertung fehlen Angaben zur Power-Berechnung. Offensichtlich sind die Hörschwellen interindividuell sehr verschieden. Die Ergebnisse der gepoolten Analyse des GUARD-Projekts sind publiziert in Parazzini et al. 2007.

Finanzierung: European Commission (GUARD project)

Balikci K, Cem Ozcan I, Turgut-Balik D, Balik HH.

A survey study on some neurological symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones.

Pathol Biol 2005; 53 (1): 30-34

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fragebogenerhebung zum Auftreten von neurologischen Symptomen im Zusammenhang mit Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: 193 Frauen und 502 Männer, zufällig ausgewählt aus den Bewohnern der Stadt Elazig im Osten der Türkei. 79% der Studienteilnehmer waren Mobiltelefonbenutzer.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Fragebogen zur Dauer der Mobiltelefonbenutzung und zu Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindel, Zittern der Hände und Vergesslichkeit. Statistische Auswertung mittels Varianzanalyse.

Resultat: Bei mehreren Symptomen gab die Mehrheit der Befragten an, sie seien nach dem Beginn der Mobiltelefonbenutzung aufgetreten. Der Vergleich zwischen Benutzern und Nichtbenutzern ergab statistisch signifikante Unterschiede für einige Symptome.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten einen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Kopfschmerzen, Vergesslichkeit, Zunahme der Sorglosigkeit, Gereiztheit und Klickgeräuschen in den Ohren.

Bemerkungen: Wegen gravierender methodischer Mängel im Studiendesign sind die Ergebnisse nicht aussagekräftig: Es werden keine Angaben darüber gemacht, wie die Teilnehmer rekrutiert wurden. Auch zur Beteiligungsrate, zu allgemeinen Charakteristika (Alter, Sozialstatus, Beruf) und zu beruflichen oder sonstigen

Expositionen der Teilnehmer finden sich keine Informationen. Man kann also nicht beurteilen, ob ein Selektionsbias besteht. Auch ein Recall-Bias ist wahrscheinlich, und es wurde keine Korrektur für potenzielle Confounder vorgenommen. Zudem ist nicht ersichtlich, ob die Teilnehmer ihr Mobiltelefon häufig oder selten benutzten, sondern lediglich die Besitzdauer in Jahren. Die Zahlenangaben in den Tabellen sind nicht nachvollziehbar, und die Symptome sehr unspezifisch, teilweise völlig unklar (z.B. Zunahme der Sorglosigkeit). Aus dieser Erhebung können keine Rückschlüsse auf gesundheitliche Auswirkungen der Mobiltelefonexposition gezogen werden.

Finanzierung: keine Angaben

Cocco P, Cocco ME, Paghi L, Avataneo G, Salis A, Meloni M, Atzeri S, Broccia G, Ennas MG, Erren TC, Reiter RJ.

Urinary 6-sulfatoxymelatonin excretion in humans during domestic exposure to 50 hertz electromagnetic fields. Neuro Endocrinol Lett 2005; 26 (2): 136-42

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Effekte niederfrequenter Magnetfeldexposition im Wohnbereich auf den Melatoninstoffwechsel.

Kollektiv: 29 Männer und 22 Frauen zwischen 25 und 74 J., die bereits an einer Fall-Kontrollstudie zu Lymphomerkrankungen in Sardinien teilnahmen (39 Patienten und 12 Kontrollpersonen).

Exposition: Magnetfeldmessungen in den Wohnungen (Gerät: Emdex II). Gemessen wurde in der Mitte und in den Ecken des Wohnzimmers, der Küche und des Schlafzimmers. Die erste Messung erfolgte bei ausgeschalteten, die zweite bei eingeschalteten Lichtern und elektrischen Geräten. Aus diesen Werten wurde für jede Wohnung zwei mittlere Magnetfeldbelastungen berechnet (hohe und niedrige Konfiguration).

Methode: Befragung zu sozioökonomischen Angaben und zum Gesundheitszustand mittels Fragebogen. Bestimmung der Konzentration von 6-Hydroxymelatonininsulfat (6-OHMS) im Urin nach 22 Uhr und vor 8 Uhr des nächsten Morgens. Statistische Auswertung mittels nichtparametrischer Tests und logistischer Regression.

Resultat: Von 21 Teilnehmern lag nur die abendliche Urinprobe vor, die als Surrogatmarker für die Melatoninkonzentration im Blut während des Tages diene. 30 Personen gaben beide Urinproben ab. Bei ausgeschalteten Geräten betrug die mediane Magnetfeldbelastung in den Wohnungen 0.028 μ T, bei eingeschalteten 0.057 μ T. Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Magnetfeldbelastung in der Wohnung und den 6-OHMS-Konzentrationen im Urin.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass einige Faktoren nicht berücksichtigt wurden, die die

Melatoninkonzentration im Urin beeinflussen können. Dazu gehört der Kaffeekonsum in den letzten 24 Stunden und die genaue Anzahl der Stunden zwischen den beiden Urinproben. Zudem war die statistische Power aufgrund der kleinen Teilnehmerzahlen gering. Die Resultate sind unter diesen Vorbehalten zu interpretieren.

Bemerkungen: Bei den kleinen Teilnehmerzahlen in den verschiedenen Auswertungen ist die statistische Power sicher problematisch. Berechnungen oder Schätzungen dazu fehlen. Aber auch die Auswahl der Teilnehmer aus einer bereits laufenden Lymphomstudie ist fragwürdig. Es wird nichts über die Art der Rekrutierung ausgesagt (zufällig? Selektionsbias?). Über die Unterschiede zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern ist nur bekannt, dass sich mehr Patienten beteiligten als gesunde Kontrollpersonen. Wenn man davon ausgeht, dass der Melatoninstoffwechsel bei der Krebsentstehung eine Rolle spielt, ist die Vergleichbarkeit dieser Gruppen in Frage zu stellen. Zudem wurden auch Personen mit Schichtarbeit eingeschlossen, obwohl sie bezüglich Melatoninausscheidung kaum mit den übrigen Teilnehmern vergleichbar sein dürften. Insgesamt sind die Ergebnisse wenig aussagekräftig.

Schüz J.

Mobile phone use and exposures in children.

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S45-50

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zur Mobiltelefonexposition bei Kindern und Jugendlichen.

Kollektiv: Diverse Studienpopulationen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Übersichtsarbeit. Neben Fachpublikationen wurden auch Internetberichte von Bevölkerungsumfragen berücksichtigt.

Resultat: Zur Abschätzung der durchschnittlichen Exposition durch Mobiltelefone muss neben Anzahl und Dauer der Telefonate auch das Sendeverhalten der Geräte (Leistungsregelung) und die Benutzungsart berücksichtigt werden (SMS, Spiele etc.). Neben Hochfrequenzfeldern emittieren Mobiltelefone auch niederfrequente Felder (217 Hz, Stärke bis zu 0.2 - 0.8 μ T). Andere Quellen von elektromagnetischen Feldern (hoch- oder niederfrequent) sind Schnurlostelefone (DECT), wireless LAN, elektrische Geräte, Hochspannungsleitungen und Fernsehsender.

Schlussfolgerung: Der Beitrag der einzelnen Emittenten zur Gesamtexposition von Kindern ist noch unzureichend untersucht. Mobiltelefone sind eine wichtige Expositionsquelle, und die kumulative Belastung der Kinder wird höher sein als diejenige der heutigen Erwachsenen. So lange negative Folgen der Exposition nicht mit einiger Sicherheit ausgeschlossen werden können, empfiehlt der Autor die Vermeidung unnötiger Expositionen.

Finanzierung: keine Angaben

Martinez-Burdalo M, Martin A, Anguiano M, Villar R.

On the safety assessment of human exposure in the proximity of cellular communications base-station antennas at 900, 1800 and 2170 MHz.

Phys Med Biol 2005; 50 (17): 4125-37

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen. Es wird unterschieden zwischen den Basisgrenzwerten, die auf den wirksamen physikalischen Einflussgrössen beruhen, und den Referenzwerten oder abgeleiteten Grenzwerten, die unmittelbar messbare Grössen verwenden. Wirksame physikalische Grössen sind - je nach Frequenz - die elektrische Feldstärke resp. die Stromdichte und die spezifische Absorptionsrate (SAR). Unmittelbar messbare Grössen sind die elektrische Feldstärke, die magnetische Flussdichte und die Leistungsflussdichte ausserhalb des Körpers.

Exposition: Simulation von drei Mobilfunkbasisstationen mit 900, 1800 und 2170 MHz. Für jede Frequenz wurden drei Modelle mit unterschiedlichen Anzahl von Dipolen simuliert (4x1, 4x2, 6x2). Berechnung der Expositionswerte mittels FDTD-Methode (finite-difference time-domain method). Sendeleistung: 30 W.

Methode: Die räumlich gemittelte Feldstärke jeder Basisstation wurde mit den Referenzwerten der Europäischen Kommission verglichen. Anhand eines dreidimensionalen Modells des menschlichen Körpers wurden verschiedene spezifische Absorptionsraten (SAR) berechnet und die Einhaltung der Basisgrenzwerte überprüft.

Resultat: Die Basisgrenzwerte für die elektrische und die magnetische Feldstärke im Fernfeldbereich für die Allgemeinbevölkerung wurden von allen simulierten Antennen in einem Abstand von 5 bis 6 Wellenlängen eingehalten. Für beruflich Exponierte wurden die Basisgrenzwerte ab einem Abstand von 0.5 bis 2 Wellenlängen unterschritten. Bei der Berechnung der SAR-Werte ergaben sich für 900-MHz-Antennen Unterschiede in der Einhaltung der Referenzwerte und der Basisgrenzwerte: Die Basisgrenzwerte wurden bereits im Abstand von einer Wellenlänge unterschritten, die Referenzwerte dagegen erst im Abstand von 8 Wellenlängen.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Berechnungen, dass die Referenzwerte für 900-MHz-Antennen

erst in einem grösseren Abstand eingehalten werden als die Basisgrenzwerte. Dieses Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass die Emission im Nahfeldbereich der Antenne nicht uniform ist. Daher kann das räumlich gemittelte Feld deutlich unter den lokalen Maximalwerten liegen. Die lokalen Maximalwerte sind für die maximalen SAR-Werte (in 10 g Körpergewebe) entscheidend. Bei Antennen mit höheren Frequenzen ist die Einhaltung von Referenzwerten und Basisgrenzwerten weniger unterschiedlich.

Finanzierung: Spanish Ministry of Education and Science

Haarala C, Bergman M, Laine M, Revonsuo A, Koivisto M, Hämäläinen H.

Electromagnetic field emitted by 902 MHz mobile phones shows no effects on children's cognitive function.

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S144-50

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zur Untersuchung der Auswirkung von Mobiltelefonexposition auf die kognitive Leistung von Kindern.

Kollektiv: 16 Mädchen und 16 Knaben im Alter von 10 bis 14 J. (Durchschnitt: 12.1).

Exposition: GSM-Mobiltelefon ohne Lautsprecher, das an der linken Kopfseite in normaler Gesprächsposition angebracht wurde. Frequenz: 900 MHz, mittlere Sendeleistung: 0.25 W, gepulst mit 217 Hz, Pulsweite 577 µs. SAR über 10g: 0.990 W/kg, über 1g: 1.44 W/kg. Die Dauer der Exposition betrug ca. 50 Minuten.

Methode: Jedes Kind führte acht Reaktions- und Gedächtnistests zweimal durch (Exposition/Scheinexposition). Die Reihenfolge der Tests war innerhalb der Gruppe und in Bezug auf Geschlecht und Exposition ausgeglichen. Weder die Kinder, noch die Versuchsleiter kannten den jeweiligen Expositionsstatus. Auch die Reihenfolge der Expositionen erfolgte ausbalanciert. Der Einfluss der Exposition auf die Reaktionszeiten wurde mittels multivariater Varianzanalyse für wiederholte Messungen untersucht.

Resultat: Die Analysen ergaben keinen signifikanten Effekt der Mobiltelefonexposition auf die Reaktionszeiten oder die Korrektheit der Antworten.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Mobiltelefonexposition keinen Einfluss auf die kognitiven Leistungen von zehn- bis vierzehnjährigen Kindern hatte. Aussagen über eventuelle Langzeiteffekte sind nicht möglich. Die Ergebnisse früherer Studien zu Mobiltelefonexposition und kognitiven Funktionen sind inkonsistent. Bisher gibt es nur eine weitere Untersuchung an Kindern. In dieser Studie zeigte sich ebenfalls kein Effekt (Preece et al., Effect of 902 MHz mobile phone transmission on cognitive function in children).

Bioelectromagnetics 2005: 7, S138-S143).

Bemerkungen: Die Frage nach der statistischen Power wird nicht diskutiert: Wie wurde die Stichprobengrösse festgelegt? War die Teilnehmerzahl gross genug, um eventuell kleine Unterschiede nachweisen zu können? In der Studie von Preece et al. 2005 wird von einer Mindeststichprobengrösse von 72 Kindern ausgegangen. In der vorliegenden Publikation werden die Hauptresultate der Varianzanalyse zum EMF-Effekt nicht sehr detailliert dargestellt, dafür aber verschiedene sekundäre Auswertungen, z.B. zum Lerneffekt oder zu Unterschieden zwischen den Testtypen.

Finanzierung: Universität Turku, TEKES, Nokia, Sonera, Elisa, Benefon, Finnish 2G

Hardell L, Carlberg M, Mild KH.

Case-control study of the association between the use of cellular and cordless telephones and malignant brain tumors diagnosed during 2000-2003.

Environmental Research 2006; 100 (2): 232-241

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Erweiterung einer früheren Fal-Kontrollstudie durch einen längeren Rekrutierungszeitraum: Hardell et al., Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours.

International Journal of Radiation Biology 2002: 78 (10), 931-936 (Nr.1678).

Kollektiv: Von Juli 2000 bis Dezember 2003 wurden in zwei schwedischen Regionen alle Patienten zw. 20 und 80 J. identifiziert, die an einem Hirntumor erkrankt waren. Die Kontrollgruppe wurde mit einer entsprechenden Alters- und Geschlechtsverteilung aus dem nationalen Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt. Jedem Patienten wurde eine Kontrollperson zugeordnet. Von insgesamt 1168 Hirntumorpatienten wurden 348 ausgeschlossen, 205 davon waren verstorben. Von den übrigen 820 Studienteilnehmern hatten 359 einen bösartigen Tumor.

Exposition: Die Informationen zur Mobiltelefonbenutzung wurden mittels Fragebogen erhoben: Art des Telefons, Dauer und Anzahl der Telefonate, Verwendung von Freisprechanlagen, bevorzugte Kopfseite etc. Patienten, die nur ein Jahr vor der Diagnose mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen hatten, wurden als nicht exponiert eingestuft.

Methode: Von den 359 Patienten mit bösartigen Gehirntumoren beteiligten sich 317 an der Studie (128 Frauen, 189 Männer). Die Kontrollgruppe bestand aus 400 Frauen und 292 Männern. Die Tumorrisiken von Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern wurden mittels unkonditionaler logistischer Regression verglichen.

Resultat: Unter Berücksichtigung der Faktoren Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Diagnosezeitpunkt ergab sich bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für bösartige Hirntumoren. Für die Verwendung von Analogtelefonen lag die Odds Ratio bei 2.6 (95%-CI: 1.5-4.3), für

Benutzer von Digitaltelefonen bei 1.9 (95%-CI: 1.3-2.7). Personen, die ein Schnurlostelefon verwendeten, hatten ein relatives Risiko von 2.1 (95%-CI: 1.4-3.0). In der tumorspezifischen Analyse ergab sich bei Benutzern von Analogtelefonen ein signifikant erhöhtes Risiko für hochgradige Astrozytome (OR=1.9, 95%-CI: 1.2-2.9). Für Verwender von Digital- und Schnurlostelefonen war das Astrozytomrisiko statistisch nicht signifikant erhöht und lag bei 1.4 (95%-CI: 0.98-2.1) resp. 1.3 (95%-CI: 0.9-1.9).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Resultaten auf ein erhöhtes Risiko bösartiger Hirntumore im Zusammenhang mit dem Gebrauch von analogen und digitalen Mobiltelefonen sowie von Schnurlostelefonen. Das höchste Risiko zeigte sich für hochgradige Astrozytome. Bei längerer Benutzungsdauer wurde ein Risikoanstieg beobachtet.

Bemerkungen: Der Unterschied zwischen den Auswertungen in Tabelle 1 und in Tabelle 4 geht aus der Publikation nicht hervor. Beide werden als adjustiert bezeichnet, aber nur die Ergebnisse in Tabelle 4 als multivariat. Nach Auskunft des Autors sind die Risikoschätzer in Tabelle 4 für die Benutzung von mehreren Telefontypen korrigiert (persönliche Mitteilung vom 14.11.05). In Tabelle 4 fehlt zudem die Angabe, ob das Risiko nur für hochgradige Astrozytome statistisch signifikant erhöht war oder auch für andere Tumore. Die Daten von bereits verstorbenen Patienten wurden in den Auswertungen nicht berücksichtigt. Welchen Einfluss das auf die Ergebnisse haben könnte, wird nicht diskutiert.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Hardell L, Eriksson M, Carlberg M, Sundstrom C, Mild KH.

Use of cellular or cordless telephones and the risk for non-Hodgkin's lymphoma.

Int Arch Occup Environ Health 2005; 78 (8): 625-32

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Mobiltelefonexposition und Non-Hodgkin-Lymphomen.

Kollektiv: In vier schwedischen Regionen wurden von Dezember 1999 bis April 2002 alle Patienten mit neu diagnostiziertem Non-Hodgkin-Lymphom zw. 18 und 74 J. rekrutiert. Die Kontrollgruppe wurde mit einer entsprechenden Alters- und Geschlechtsverteilung aus den regionalen Bevölkerungsregistern ausgewählt (Häufigkeitsmatching). Von ursprünglich 1163 Patienten erfüllten 995 die Einschlusskriterien. 134 Personen wurden ausgeschlossen, weil sie zu krank oder bereits verstorben waren. 910 Patienten nahmen an der Studie teil (534 Männer, 376 Frauen). Von diesen hatten 819 ein B-Zell-Lymphom, 53 ein T-Zell-Lymphom und 38 ein nicht spezifiziertes Lymphom. In der Kontrollgruppe befanden sich 592 Männer und 424 Frauen.

Exposition: Die Informationen zur Mobiltelefonbenutzung wurden mittels Fragebogen erhoben: Art des Telefons, Dauer und Anzahl der Telefonate, Verwendung von Freisprechanlagen, bevorzugte Kopfseite etc. Patienten, die nur ein Jahr vor der Diagnose mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen hatten, wurden als nicht exponiert eingestuft.

Methode: Im Rahmen einer Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Lymphomrisikos bei Pestizid- und Chemikalienexposition wurden auch Informationen zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen gesammelt. Die Fragen waren ähnlich wie in einer früheren Studie von Hardell et al.: Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. Int J Oncol 2003; 22 (2), 399-407. Das Lymphomrisiko bei Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern wurde mit Hilfe einer unkonditionalen logistischen Regression analysiert.

Resultat: Das Risiko, an einem B-Zell-Lymphom zu erkranken, war nicht mit der Benutzung eines Mobiltelefons assoziiert. In Bezug auf das T-Zell-Lymphom ergaben sich für einige Benutzergruppen erhöhte Odds Ratios, die überwiegend statistisch nicht signifikant waren. Ein signifikant erhöhtes Risiko zeigte sich bei Personen, die länger als 5 Jahre ein Schnurlostelefon benutzt hatten (OR=2.47, 95%-CI: 1.09-5.60). Einige Subgruppenanalysen zu bestimmten Typen des T-Zell-Lymphoms ergaben ebenfalls signifikante Resultate.

Schlussfolgerung: Als Hauptergebnis halten die Autoren fest, dass die Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen nicht mit einem Anstieg des B-Zell-Lymphom-Risikos assoziiert war. Die Autoren sehen Hinweise auf einen Zusammenhang mit dem Risiko von T-Zell-Lymphomen, weisen aber darauf hin, dass die Ergebnisse als vorläufig zu betrachten sind und die Analysen auf kleinen Teilnehmerzahlen beruhen.

Bemerkungen: Es wurden sehr viele Subgruppenanalysen durchgeführt - einerseits für verschiedene Lymphom-Typen, andererseits für die Benutzung verschiedener Telefonarten (allein oder in Kombination). Dadurch ist mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen. Fraglich erscheint, ob man die verschiedenen T-Zell-Lymphomtypen als eine Einheit betrachten kann. Viele Odds Ratios waren nicht erhöht, und es bestanden nur wenig Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Wie die Autoren selbst anmerken, sind in einigen Subgruppenanalysen die Fallzahlen gering, so dass wahrscheinlich nicht genügend statistische Power bestand, um kleine Risikounterschiede nachweisen zu können.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Hinrichs H, Heinze H-J, Rotte, M.

Human Sleep under the Influence of a GSM 1800 Electromagnetic Far Field.

Somnologie 2005; 9 (4): 185-191

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Fernfeldexposition durch ein GSM-Mobilfunksignal auf das Schlaf-EEG.

Kollektiv: 14 Probanden (12 Frauen und 2 Männer) im Alter von 20 bis 28 Jahren. Die Messwerte eines Probanden konnten wegen technischer Probleme nicht ausgewertet werden (keine Exposition).

Exposition: Vertikal polarisiertes GSM-Signal mit einer Frequenz von 1800 MHz. Feldstärke: 30 V/m, Leistungsflussdichte: 2.3 W/m², Pulsfrequenz: 1736 Hz. Die Antenne befand sich vor dem Bett, etwa 1.5 m vom Kopf des Probanden entfernt. Die maximale spezifische Absorptionsrate (SAR 10) wurde auf 72 mW/kg geschätzt.

Methode: Doppelblindstudie mit Crossover-Design. Jede(r) Proband(in) verbrachte 5 aufeinander folgende Nächte im Schlaflabor. Nach einer Adaptationsnacht erfolgte in zwei zufällig ausgewählten Nächten die Exposition. Die EEGs wurden von zwei Beurteilern visuell ausgewertet und Spektralanalysen durchgeführt. Die Aufzeichnung von den beiden Nächten pro Expositionsart wurden gemittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mit einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen.

Resultat: Die visuelle Auswertung der klassischen Schlafparameter ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition. In der Spektralanalyse der EEGs zeigte sich kein signifikanter Effekt der Faktoren "Feld" und "Frequenz". Eine Interaktion der beiden Faktoren wurde für das Schlafstadium S2 an der Fz-Elektrode berechnet. Die Analysen der Alpha-Band-Aktivität ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Expositionsbedingungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keinen Hinweis auf die Beeinflussung des Schlafs

oder der Hirnströme durch Exposition gegenüber einem GSM-Signal mit einer Frequenz von 1736 MHz unter Fernfeldbedingungen.

Bemerkungen: Es fehlen Angaben zur Power-Berechnung: War die Anzahl der Probanden gross genug, um eventuell kleine Unterschiede nachweisen zu können? In Tabelle 2 sind für den Faktor "Frequenz" signifikante P-Werte in allen fünf Schlafstadien verzeichnet, die im Text nicht erläutert werden. Wegen der unterschiedlichen Expositionsbedingungen (Frequenz, Fernfeld) lassen sich die Ergebnisse nicht direkt mit den Resultaten früherer Studien vergleichen.

Finanzierung: E-Plus, Düsseldorf

Loughran SP, Wood AW, Barton JM, Croft RJ, Thompson B, Stough C.
The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep.
Neuroreport 2005; 16 (17): 1973-1976

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das EEG im Schlaf.

Kollektiv: 50 gesunde Probanden (23 Frauen), Alter: 18 bis 60 J., Durchschnitt: 27.9 J.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110) an der rechten Kopfseite. Maximale Leistung: 2 W, durchschnittlich 0.25 W. Frequenz: 894.6 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite 576 µs. Spezifische Absorptionsrate (SAR 10g): 0.11 W/kg, Maximalwert: 0.29 W/kg. Die Exposition dauerte 30 Minuten und endete ugf. 20 Minuten, bevor das Licht ausgeschaltet wurde.

Methode: Doppelt verblindete Studie mit Cross-over-Design. Die Probanden verbrachten im Abstand von einer Woche zweimal zwei Nächte im Schlaflabor. Jede Versuchsphase bestand aus einer Adaptationsnacht und einer Nacht mit Exposition oder Scheinexposition. Die Reihenfolge der Expositionsarten war zufällig. Die EEG-Aufzeichnungen fanden von 22.30 bis 6.00 Uhr statt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen.

Resultat: Nach der Mobiltelefonexposition zeigte sich eine Abnahme der REM-Schlaf-Latenz, bei den anderen konventionellen Schlafparametern wurde keine signifikante Veränderung festgestellt. Die Spektralanalyse ergab in den ersten 30 Minuten der ersten Non-REM-Schlafphase eine signifikante Zunahme der EEG-Aktivität im Frequenzbereich von 11.5 bis 12.25 Hz nach der Befeldung. Dieser Effekt war erst 10 Minuten nach Beginn der ersten Non-REM-Schlafphase zu beobachten. In den zehn Minuten danach und in den ersten zehn Minuten waren die Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition statistisch nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die Mobiltelefonexposition vor dem Schlaf die EEG-Aktivität im

Frequenzbereich von 11.5 bis 12.25 Hz erhöht und möglicherweise eine Reduktion der REM-Latenz verursacht. In früheren Studien wurde noch keine Abnahme der REM-Schlaf-Latenz beobachtet. Über gesundheitliche Konsequenzen der Befunde lassen sich keine Aussagen machen.

Bemerkungen: EEG-Veränderungen während des Non-REM-Schlafs in diesem Frequenzbereich wurden bereits in mehreren Studien zur Mobiltelefonexposition mit unterschiedlichen Versuchsanordnungen beobachtet. Auch das verzögerte Auftreten (in den mittleren zehn Minuten der ersten Non-REM-Schlafphase) bestätigt frühere Beobachtungen (vgl. Huber et al. 2003).

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia

Elwood JM.

Childhood leukemia and residential magnetic fields: Are pooled analyses more valid than the original studies?.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (2): 112-118

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der gepoolten Analysen zu Magnetfeldexposition und Leukämierisiko bei Kindern mit den Ergebnissen der wichtigsten Einzelstudien. Die beiden gepoolten Analysen sind: Ahlbom et al., British Journal of Cancer 2000; 83 (5): 692-698, und Greenland et al., Epidemiology 2000; 11: 624-634.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Magnetfeldbelastung am Wohnort durch Stromversorgung und Benutzung elektrischer Geräte. In den Studien wurden unterschiedliche Methoden zur Expositionsabschätzung verwendet.

Methode: Review. Die Einzelergebnisse epidemiologischer Studien werden den gepoolten Resultaten gegenübergestellt.

Resultat: In den Analysen von Ahlbom (2000) und Greenland (2000) wurden zur Berechnung des gepoolten Risikoschätzers teilweise andere Ergebnisse verwendet als diejenigen, die in den Originalpublikationen als Hauptresultate deklariert wurden. Dies ist aus methodischen Gründen unvermeidbar, führt aber zu Unsicherheiten. Die Magnetfeldexposition wurde in den einzelnen Studien mit unterschiedlichen Methoden und unterschiedlicher Qualität erfasst. In den gepoolten Analysen wird der "kleinste gemeinsame Nenner" verwendet, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Die gepoolten Analysen weisen eher auf einen Zusammenhang zwischen Leukämierisiko und Magnetfeldexposition hin als die Einzelstudien.

Schlussfolgerung: Der Autor plädiert dafür, bei der Interpretation gepoolter Analysen ihre methodischen Begrenzungen zu beachten. In der Diskussion um den Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und Leukämierisiko von Kindern sollten die Ergebnisse der grossen Einzelstudien mit individueller

Expositionsmessung mehr Gewicht bekommen.

Bemerkungen: In der Einleitung wird erwähnt, dass es zu diesem Thema "mindestens 15 epidemiologischen Studien seit den 1980er Jahren" gibt. Die beiden gepoolten Analysen enthalten 10 resp. 13 Studien, im Ergebnisteil werden 9 resp. 12 aufgelistet (Tab. 1). Drei Studien werden detailliert diskutiert: Linet 1997, McBride 1999, UKCSS 1999. Wie vollständig die Darstellung und Diskussion der zur Zeit vorliegenden Studien ist, bleibt unklar.

Finanzierung: Energy Supply Association of Australia

Kliukiene J, Tynes T, Andersen A.

Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study.

Am J Epidemiol 2004; 159 (9): 852-861

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hypothese, dass Magnetfeldexposition an Wohn- und Arbeitsort das Brustkrebsrisiko bei Frauen beeinflusst.

Kollektiv: Alle Frauen über 16 J., die zwischen 1986 und 1996 in der Nähe einer Hochspannungsleitung in Norwegen wohnten. Der Korridor um die Leitungen herum wurde so gewählt, dass er sowohl exponierte als auch nichtexponierte Häuser enthielt. Die Breite des Korridors hing von der jeweiligen Stromspannung ab und wurde durch geographische Informationssysteme ermittelt. Die Personendaten stammten von Statistics Norway, die medizinischen Informationen aus dem nationalen Krebsregister.

Exposition: Der zeitgewichtete Durchschnitt der Magnetfeldbelastung am Wohnort wurde ab 1967 und für die letzten fünf Jahre vor der Brustkrebsdiagnose errechnet. Die Belastungskategorien waren: <0.05 , $0.05-0.19$ und $>0.2 \mu\text{T}$. Die berufliche Magnetfeldexposition wurde anhand einer Matrix für Berufsbezeichnungen (job titles) ermittelt. Die kumulative Exposition errechnete sich durch Multiplikation der jeweiligen Belastungskategorie mit der Anzahl der Jahre in diesem Beruf (<18 , $18-30$, >31 Kategorie-Jahre).

Methode: Identifiziert wurden alle Frauen, bei denen zwischen 1980 und 1996 Brustkrebs diagnostiziert wurde ($n=1830$). Für jede Patientin wurden aus der gleichen Kohorte zwei Kontrollfrauen mit passendem Alter und Wohnort zufällig ausgewählt. Die Berechnung der Odds Ratios erfolgte mittels bedingter logistischer Regression für gematchte Daten. Als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Alter bei Geburt des ersten Kindes, Ausbildungsniveau, Art des Wohnhauses als Indikator für Sozialstatus.

Resultat: Es werden nichtadjustierte Resultate präsentiert, weil die potenziellen Einflussfaktoren die

Risikoschätzer nicht veränderten. Zur Magnetfeldbelastung am Wohnort lagen die Daten von 1830 Brustkrebspatientinnen vor. Die berufliche Exposition liess sich für 1296 Patientinnen abschätzen. Bei einer Magnetfeldexposition am Wohnort über 0.05 μ T betrug das relative Brustkrebsrisiko 1.58 (95% CI: 1.30-1.92). Wenn nur die letzten fünf Jahre berücksichtigt wurden, lag die Odds Ratio bei 1.55 (95% CI: 1.31-1.84). Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Trend, aber keine klare Dosis-Wirkungsbeziehung bei zunehmender Magnetfeldexposition. Die Auswertung zur beruflichen Belastung ergab für Frauen in der obersten Belastungskategorie ein nicht signifikant erhöhtes Risiko von 1.13 (95% CI: 0.91-1.40). Für Frauen mit einer Magnetfeldbelastung am Wohnort von $>0.05 \mu$ T und einer beruflichen Exposition von >30 Kategorie-Jahren betrug das Brustkrebsrisiko 1.26 (95% CI: 0.77-2.06), basierend auf 26 Fällen und 45 Kontrollpersonen.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen auf eine Assoziation zwischen Magnetfeldbelastung und Brustkrebsrisiko. Die Exposition am Wohnort scheint eine wichtigere Rolle zu spielen als die berufliche Belastung.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, wurde die berufliche Exposition nicht sehr genau erfasst: Die Daten dazu waren nicht für alle Teilnehmer vorhanden, und die Matrix beruhte nicht auf Messungen. Andere mögliche Risikofaktoren für Brustkrebs wie Rauchen, Übergewicht, Hormonbehandlung, familiäre Häufung oder Schadstoffexposition wurden in den Analysen nicht berücksichtigt.

Finanzierung: Norwegian Research Council

Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S.

A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity.

Psychother Psychosom 2006; 75 (1): 12-18

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zur Behandlung von Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS). Welche Methode nützt am meisten?

Methode: Systematische Literaturrecherche nach kontrollierten klinischen Studien zur Behandlung der EHS, die bis Januar 2004 publiziert wurden. Suche in zwölf Datenbanken, Kongressmaterialien (Bioelectromagnetics Society 1996-2003) und Referenzlisten. Einschlusskriterien: Studien zu Interventionen, die das Befinden von Personen mit Beschwerden im Zusammenhang mit schwachen elektromagnetischen Feldern verbessern sollten. Die Studien mussten einen Vergleich mit einer Kontrollgruppe beinhalten. Tabellarischer Vergleich der Studienergebnisse ohne Metaanalyse.

Resultat: Von 497 potenziell relevanten Publikationen wurden 71% ausgeschlossen, weil sie Reviews oder Editorials beinhalteten oder nicht über Studien an Patienten berichteten, die ihre Symptome ausdrücklich auf elektromagnetische Felder zurückführten. Neun Publikationen (2%) wurden ausgewertet, vier davon untersuchten die kognitive Verhaltenstherapie, zwei die Reduktion der Exposition von Computerbildschirmen durch elektrisch leitende Filter. Je eine Studie fand sich zur Abschirmung, zur Behandlung mit Vitaminpräparaten und zur Akupunktur. Von den vier Untersuchungen zur Verhaltenstherapie war keine verblindet, zwei wurden als randomisiert beschrieben. Drei Studien berichteten über eine signifikante Verbesserung bei den therapierten Personen, in einer war kein Effekt zu beobachten. In einer Studie zu Filtern für Computerbildschirme zeigte sich eine signifikante Reduktion in Bezug auf eines von sieben Symptome, die andere ergab keinen Unterschied. Die Untersuchung zum Abschirmungsgerät "Synchroton" ergab signifikante Effekte, war aber weder randomisiert noch verblindet, und es wurden keine statistischen Tests durchgeführt. In der Akupunkturstudie zeigten sich keine Unterschiede zwischen den beiden Interventionsgruppen (tiefe vs. oberflächliche Akupunktur).

Schlussfolgerung: Die Autoren stellen fest, dass es noch wenig qualitativ gute Studien zur Behandlung der EHS gibt. Zum jetzigen Zeitpunkt scheint die kognitive Verhaltenstherapie am erfolgversprechendsten zu sein, allerdings gab es in keiner Studie eine Scheinbehandlung, sondern nur unbehandelte Kontrollgruppen. Zur Beurteilung der Therapieoptionen für EHS-Patienten sind weitere Studien notwendig.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Altpeter ES, Rösli M, Battaglia M, Pfluger D, Minder CE, Abelin T.
Effect of short-wave (6-22 MHz) magnetic fields on sleep quality and melatonin cycle in humans: the Schwarzenburg shut-down study.
Bioelectromagnetics 2006; 27 (2): 142-150

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Melatonin und andere Hormone
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Hochfrequenzexposition durch den Kurzwellensender Schwarzenburg (ca. 20 km südlich von Bern) auf die Schlafqualität und die Melatoninsekretion in der Umgebungsbevölkerung.

Kollektiv: 54 Probanden, die im Umkreis von ungefähr 3 km um den Sender wohnten und bereits an einer früheren Untersuchung teilgenommen hatten. Alter: 24 bis 70 J., 33 Frauen.

Exposition: Der Sendefrequenz lag zwischen 6.1 und 21.8 MHz, das Signal war amplitudenmoduliert. Maximale Sendeleistung: zweimal 150 kW. Die Expositionsmessung erfolgte kontinuierlich während der ganzen Studie an einer Messstation 925 m nördlich des Senders. Aus diesen Messwerten wurde der 24-Stunden-Durchschnitt der magnetischen Feldstärke für jedes Haus berechnet. Vor Beendigung des Sendebetriebs lag die durchschnittliche Magnetfeldexposition in der Gruppe der gering Exponierten (n=27) bei 0.4 mA/m (Median: 0.4), in der stark exponierten Gruppe (n=27) bei 2.6 mA/m (Median: 2.1). Als Grenze zwischen gering und stark Exponierten wurde der Median der Gesamtmesswerte verwendet (0.4 mA/m). Nach Ende des Sendebetriebs war keine Emissionsquelle für diesen Frequenzbereich mehr vorhanden.

Methode: Der Sendebetrieb des Kurzwellensenders Schwarzenburg wurde am 29.3.1998 eingestellt. Die Studie begann eine Woche vor diesem Termin und endete eine Woche danach. Die Teilnehmer beurteilten jeden Morgen ihre Schlafqualität auf einer visuellen Analogskala und gaben täglich fünf Speichelproben zur Untersuchung der Melatoninkonzentration ab. Die drei Hauptzielgrößen waren morgendliche Müdigkeit, Melatoninausschüttung und Zeitpunkt der maximalen Melatoninproduktion (Akrophase). Der zeitliche Verlauf der Melatoninsekretion über 24 Stunden und der Zeitpunkt der Akrophase wurde mittels komplexer Cosinor-Analyse berechnet. Die Veränderungen vor und nach Ende der Hochfrequenzexposition wurden unter Berücksichtigung der Faktoren

Alter und Geschlecht mittels linearer Medianregression analysiert.

Resultat: Während des Sendebetriebs war die Schlafqualität bei stärkerer Magnetfeldexposition schlechter als bei geringerer Exposition (Reduktion um 3.9 Einheiten pro mA/m, 95%CI: 1.7-6.0). Nach Beendigung des Sendebetriebs stieg die Schlafqualität um 1.7 Einheiten (95% CI: 0.1-3.4) pro Abnahme der Magnetfeldbelastung um 1 mA/m. Ein Anstieg der Melatoninkonzentration nach Expositionsende zeigte sich nur bei Personen mit schlechtem Schlaf. Der Zeitpunkt der maximalen Melatoninausschüttung war nicht mit der Magnetfeldexposition assoziiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Resultaten auf einen Zusammenhang zwischen dem Betrieb des Kurzwellensenders und der Schlafqualität in der exponierten Bevölkerung. Die Ergebnisse sind mit einem kausalen Dosis-Wirkungsmodell der Beziehung zwischen Hochfrequenzexposition und Schlafqualität sowie Melatoninausschüttung kompatibel. Ein direkter biologischer Mechanismus kann aus dieser beobachtenden Studie nicht abgeleitet werden, ein psychologischer Effekt ist nicht auszuschliessen.

Bemerkungen: Es gibt keine Angaben zur Beteiligungsrate und zu Unterschieden zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern, daher ist ein Selektionsbias nicht auszuschliessen. Weitere Schwierigkeiten bei der Interpretation der Resultate sind die fehlende Verblindung und die ausgeprägte physiologische Variabilität der Melatoninsekretion, wie auch die Autoren anmerken. Ein Überblick über die Ergebnisse dieser und drei weiterer epidemiologischer Studien in der Umgebung des Kurzwellensenders Schwarzenburg ist publiziert in: Abelin et al., Sleep Disturbances in the Vicinity of the Short-Wave Broadcast Transmitter Schwarzenburg. Somnologie 2005; 9, 203-209 (Id.Nr. 1911).

Finanzierung: Schweizerischer Nationalfonds; Swisscom Corporation

Abelin T, Altpeter E, Rösli M.

Sleep Disturbances in the Vicinity of the Short-Wave Broadcast Transmitter Schwarzenburg.

Somnologie 2005; 9: 203-209

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Melatonin und andere Hormone Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Ergebnisse von vier epidemiologischen Studien zwischen 1992 und 1998 in der Umgebung des Kurzwellensenders Schwarzenburg (ca. 20 km südlich von Bern) zum Zusammenhang zwischen Hochfrequenzexposition und neurovegetativen Beschwerden sowie Schlafstörungen.

Kollektiv: In den beiden Querschnittsstudien wurden ungefähr 400 Personen befragt, die in unterschiedlicher Distanz zum Sender wohnten. Zone A: bis 900 m, Zone B: 900 bis 1500 m, Zone C: 3000 bis 5000 m (nicht exponiert). Die zweite Studie (1996) schloss 155 Personen aus einem Bergdorf ein (Zone R). An den beiden longitudinalen Panelstudien beteiligten sich 65 bzw. 54 Personen.

Exposition: Der Kurzwellensender arbeitete mit Frequenzen zwischen 3 und 300 MHz. Die maximale Sendeleistung betrug zweimal 150 kW. Die Exposition wurde anhand von 2621 Messungen der magnetischen Feldstärke an 56 Messstellen abgeschätzt. Zone A: 14 bis 41 mA/m (Median: 28), Zone B: 3 bis 37 mA/m (Median: 21), Zone C: 1 bis 2 mA/m (Median: 1), Zone R: max. 10 mA/m. Der IRPA-Grenzwert von 73 mA/m wurde nicht überschritten, die höchsten Messwerte in Zone A lagen aber nicht weit darunter.

Methode: Zwischen 1992 und 1998 wurden zwei Querschnittsstudien und zwei Longitudinalstudien durchgeführt. In jeder Querschnittsstudie wurden rund 400 Personen, die in unterschiedlicher Entfernung zum Sender lebten, nach somatischen und psychovegetativen Symptomen befragt. In den longitudinalen Studien wurde die Schlafqualität und die Melatoninausschüttung untersucht. Das geschah einmal nach vorübergehender Unterbrechung des Sendebetriebs und einmal nach seiner endgültigen Beendigung. Die statistische Analyse erfolgte multivariat und mit graphischer Modellierung. Verschiedene Arbeits- und Lebensstilfaktoren wurden als

potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt.

Resultat: In beiden Querschnittserhebungen nahm die Prävalenz der Ein- und Durchschlafstörungen mit steigender Hochfrequenzexposition zu. Nach Unterbrechung des Sendebetriebs verbesserte sich die Schlafqualität. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Hochfrequenzexposition und Melatoninausschüttung. In einer parallel durchgeführten Studie an Kühen war nach Expositionsunterbrechung eine vorübergehende Zunahme der Melatoninexkretion zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Resultate als deutliche Evidenz für einen Kausalzusammenhang zwischen dem Betrieb eines Kurzwellenradiosenders und Schlafstörungen in der umgebenden Bevölkerung. Es liegt ungenügende Evidenz vor, um klar zwischen einer biologischen und einer psychologischen Wirkung zu unterscheiden.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, ist in den Querschnittsstudien ein Selektionsbias nicht auszuschliessen, da Informationen über die Charakteristika der Nichtteilnehmer fehlen. Auffallend ist auch die höhere Beteiligungsrate in Zone A als in Zone B und C (73.7% vs. 55.0 bzw. 56.3%) in der ersten Studie. Es gibt keine Angaben darüber, wie die Teilnehmer rekrutiert wurden. Eine weitere Schwierigkeit ist die fehlende Verblindung der Teilnehmer gegenüber ihrem Expositionsstatus. Auch das wird von den Autoren diskutiert. Die Ergebnisse der Studie nach endgültiger Einstellung des Sendebetriebs sind detailliert publiziert in: Altpeter et al., Effect of short-wave (6-22 MHz) magnetic fields on sleep quality and melatonin cycle in humans: the Schwarzenburg shut-down study. Bioelectromagnetics 2006 , 27 (Id.Nr. 1909).

Finanzierung: Schweizerisches Bundesamt für Energie; Swisscom Corporation; Schweizerischer Nationalfonds

Eliyahu I, Luria R, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N, Shani G.

Effects of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (2): 119-126

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob die Mobiltelefonexposition je nach Lokalisation (Gehirnareal) verschiedene kognitive Leistungen beeinflusst.

Kollektiv: 36 Männer, Durchschnittsalter: 24 (19-27 J.), Rechtshänder.

Exposition: An beiden Seiten des Kopfes wurde ein Mobiltelefon (GSM, Nokia 5110) befestigt. Frequenz: 890.2 MHz, Spitzenleistung: 2 W (durchschnittlich: 0.25 W), Pulsbreite: 577 µs.

Methode: Die Probanden absolvierten vier kognitive Tests. Ausgewertet wurden die Reaktionszeiten und der Anteil falscher Antworten. Die Tests bezogen sich auf die räumliche Wiedererkennung (Aktivierung der rechten Hirnhälfte), die verbale Wiedererkennung (linke Hirnhälfte und Frontalregion) sowie auf die räumliche Kompatibilität. Die beiden Tests zur räumlichen Kompatibilität aktivierten Gehirnareale der rechten oder linken Hemisphäre. Alle Probanden führten die vier Tests dreimal durch: einmal bei rechtsseitiger, einmal bei linksseitiger Exposition und einmal bei Scheinexposition. Die Tests dauerten zwei Stunden mit einer Pause von fünf Minuten nach einer Stunde. Die Reihenfolge der Expositionen und Tests war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Das Experiment war einfach verblindet, die Probanden kannten den Expositionsstatus nicht. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen. Die Anzahl der Freiheitsgrade wurde nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Resultat: Ein Effekt der Mobiltelefonexposition auf die kognitive Leistung zeigte sich nur, wenn die linke Kopfseite exponiert war und der Test Reaktionen mit der linken Hand erforderte. Für diese Kombination ergab sich in einem der vier Tests (zur räumlichen Wiedererkennung) in der zweiten Hälfte des Experiments eine Zunahme der Reaktionszeiten. In den drei anderen Tests sowie bei Reaktionen mit der rechten Hand zeigte sich

im Verlauf keine Verlangsamung, sondern eher eine Verkürzung der Reaktionszeit, was als Übungseffekt interpretiert wurde. Unter rechtsseitiger Exposition oder bei Scheinexposition war in keinem Test eine Zunahme der Reaktionszeit zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass sich nur bei linksseitiger Mobiltelefonexposition und bei Beantwortung der Testaufgaben mit der linken Hand ein Effekt zeigte. Da in früheren Studien unter Mobiltelefonexposition entweder eine Beschleunigung der Reaktion oder kein Effekt beobachtet wurde, müssen die Ergebnisse in weiteren Untersuchungen überprüft werden.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen genaue Angaben zum Ablauf der Tests sowie zur Dauer der Exposition. Auch über die Fehlerraten wird nichts ausgesagt. Offensichtlich wurden alle Tests für jede Expositionsart zweimal durchgeführt (erste und zweite Hälfte des Experiments). Eine signifikante Zunahme der Reaktionszeiten zeigte sich nur in einem von vier Tests und nur bei Exposition der linken Kopfseite und Beantwortung mit der linken Hand. Dieses Ergebnis beruht auf einem Vergleich zwischen der linksseitigen Exposition und den durchschnittlichen Reaktionszeiten aus der rechtsseitigen und der Scheinexposition. Es gibt keinen Vergleich mit einzelnen Expositionsarten (d.h. links vs. rechts, links vs. Scheinexposition). Das Studienresultat erscheint nicht sehr plausibel, da der Test zur räumlichen Wiedererkennung die rechte Gehirnhälfte aktiviert und die Motorik der linken Hand von der rechten Hemisphäre aus gesteuert wird. Der Expositionseffekt zeigte sich aber nur bei linksseitiger Mobiltelefonexposition. Insgesamt ist sowohl die Präsentation als auch die Diskussion der Ergebnisse mangelhaft. Die Ergebnisse einer Replikationsstudie sind publiziert in Luria et al.: Cognitive effects of radiation emitted by cellular phones: the influence of exposure side and time. Bioelectromagnetics 2009: 30 (3), 198-204.

Finanzierung: keine Angaben

Radon K, Spiegel H, Meyer N, Klein J, Brix J, Wiedenhofer A, Eder H, Praml G, Schulze A, Ehrenstein V, von Kries R, Nowak D.

Personal dosimetry of exposure to mobile telephone base stations? An epidemiologic feasibility study comparing the Maschek dosimeter prototype and the Antennessa DSP-090 system.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (1): 77-81

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Studientyp:

Experimentelle Studien

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der Messergebnisse von zwei Personendosimetern zur Erfassung der Mobilfunkexposition.

Kollektiv: Im Rahmen einer Dosimetriestudie mit 163 Probanden trugen 40 Personen zwei Messgeräte über einen Zeitraum von 24 Stunden. Die Teilnehmergruppe bestand aus 7 Kindern, 13 Jugendlichen und 20 Erwachsenen.

Exposition: Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen und Basisstationen. Die Frequenzbereiche von Schnurlostelefonen (DECT) und wireless LAN (WLAN) wurden nur von einem Messgerät erfasst und deshalb in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Methode: Ein Dosimeter (Firma Maschek) wurde am rechten Oberarm befestigt, der andere am Gürtel oder im Rucksack getragen (Firma Antennessa). Das erste Messgerät erfasste die Exposition jede Sekunde, das zweite im Abstand von 13 Sekunden. Ausgewertet wurde der Zeitanteil, in dem die Probanden einer elektrischen Feldstärke von über 0.1 V/m ausgesetzt waren. Der Vergleich zwischen den Messergebnissen sowie zwischen den Messungen und den Probandenangaben erfolgte mittels Spearman-Rang-Korrelation.

Resultat: Es zeigte sich keine Assoziation zwischen der selbstberichteten Distanz zur nächsten Mobilfunkbasisstation und dem Gesamtexpositionsniveau ($r=-0.04$, $p=0.71$). Die Korrelation zwischen den beiden Messgeräten in Bezug auf die relative Häufigkeit von Expositionen über 0.1 V/m betrug 0.35 ($p=0.03$). Für GSM-Frequenzen war die Übereinstimmung der Messwerte besser als für den UMTS-Frequenzbereich. Die Zeit, in der die Probanden über 0.1 V/m exponiert waren, variierte zwischen 1.44 min und 23.2 Stunden pro Tag. Die Aussagekraft der Messwerte wurde durch das Bewegungsverhalten der Probanden beeinflusst. Wenn sich eine

Person längere Zeit an einem Ort in der gleichen Position aufhielt, nahm die Sensitivität des Geräts und damit die Validität der Messung ab.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die individuelle Expositionsmessung in epidemiologischen Studien möglich ist und dass beide Geräte von den Probanden gut akzeptiert wurden. Die Übereinstimmung zwischen den beiden Messergebnissen war mässig.

Finanzierung: Bayerisches Gesundheitsministerium

Henderson SI, Bangay MJ.

Survey of RF exposure levels from mobile telephone base stations in Australia.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (1): 73-76

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)
Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen.

Kollektiv: Die Expositionsmessung erfolgte an 60 ausgewählten Basisstationen in Australien. Sie wurden nach subjektiven Kriterien ausgewählt (z.B. Ausmass der Besorgnis bei den Anwohnern, Zugänglichkeit) und stellten keine repräsentative Auswahl aller australischen Mobilfunkantennen dar.

Exposition: Die Mobilfunkantennen beinhalteten vier verschiedene Technologien: CDMA 800 (29 Basisstationen), GSM 900 (51 Stationen), GSM 1800 (12 Stationen), 3G/UMTS (35 Antennen). Frequenzen: 870 bis 2100 MHz. 44 Basisstationen arbeiteten mit mehreren Technologien oder Trägerfrequenzen.

Methode: Die physikalischen Parameter der Basisstationen stammten aus der Datenbank des Mobile Carriers' Forum, dem Zusammenschluss der vier Mobilfunkbetreiber in Australien. Das Emissionsmuster der Antenne wurde modelliert und Messungen an der Stelle der maximalen Feldstärke im Abstand von 50, 200 und 500 m durchgeführt. Die Messhöhe betrug 1.5 m, gemessen wurde das stärkste Signal des Kontroll- oder Pilotkanals. Um die durchschnittliche Zunahme der Sendeleistung durch das Gesprächsaufkommen während 24 Stunden einzubeziehen, wurden die Messwerte mit dem Faktor 1.3 multipliziert. Zusätzlich erfolgten Messungen in der Umgebung, um Dämpfungs- und Reflexionseffekte zu eruieren. Für jede Basisstation wurden die gemessenen Leistungsflussdichten nach dem jeweiligen Grenzwert gewichtet und addiert. Dieser Gesamtwert wurde als Anteil am zeitgewichteten Grenzwert für die Allgemeinbevölkerung dargestellt, der von der australischen Behörde ARPANSA und der ICNIRP für die jeweiligen Frequenzen festgelegt wurde.

Resultat: Die meisten durchschnittlichen Leistungsflussdichten lagen vier Grössenordnungen unter den

Grenzwerten. Der grösste Expositionsbeitrag stammte von den GSM900-Signalen. Im Abstand von 500 m lagen alle 60 Messwerte unter 0.001 des Grenzwerts, im Abstand von 200 und 50 m 59 Messwerte. Der höchste Wert fand sich für eine Mobilfunkbasisstation in Perth mit einer Gesamtleistungsdichte von 0.0078 W/m^2 , das entspricht 0.002 des Referenzwerts.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass alle gemessenen Leistungsdichten weit unter einem Hundertstel des Referenzwertes lagen, in 55 Fällen sogar unter einem Tausendstel. Da es sich um die Maximalwerte handelt, kann man davon ausgehen, dass die Exposition durch Mobilfunkbasisstationen die Grenzwerte nicht überschreitet.

Bemerkungen: Da es sich nicht um eine repräsentative Auswahl von Basisstationen handelt, ist unklar, ob sich die Ergebnisse auf die Exposition der australischen Gesamtbevölkerung übertragen lassen. Solange nichtthermische Gesundheitseffekte der Hochfrequenzstrahlung nicht ausgeschlossen sind, sagt der Vergleich mit den auf thermischen Auswirkungen beruhenden Referenzwerten nicht sehr viel aus.

Finanzierung: The Mobile Carriers' Forum

Hepworth SJ, Schoemaker MJ, Muir KR, Swerdlow AJ, van Tongeren MJA, McKinney PA.
Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study.
British Medical Journal 2006; 332 (7546): 883-887

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Gliomrisiko (=bösartiger Hirntumor). Britische Teilstudie des Interphone-Projekts. Frühere Resultate der Interphone-Studie zum Gliomrisiko: Christensen et al.: Cellular telephones and risk for brain tumors: a population-based, incident case-control study, Neurology 2005; 64 (7), 1189-95. Lönn et al.: Long-term mobile phone use and brain tumor risk. Am J Epidemiol 2005; 161 (6), 526-35.

Kollektiv: 966 Personen aus neun Regionen in Grossbritannien, bei denen zwischen Dezember 2000 und Februar 2004 ein Gliom diagnostiziert worden war (Alter: 18 bis 69 Jahre). 1716 Kontrollpersonen wurden zufällig aus dem Patientenregister der britischen Hausärzte ausgewählt und gemäss Alter, Geschlecht und Region den Patienten zugeordnet (teilweise individuelles Matching, teilweise Häufigkeitsmatching).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Erhebung des Mobiltelefongebrauchs mittels Fragebogen, inklusive Gerätetypen, Art und Dauer des Gebrauchs, Verwendung von Freisprechanlagen, Anzahl und Dauer der Gespräche.

Methode: Statistische Auswertung mittels nichtkonditionaler logistischer Regression, korrigiert für Region, Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Zeitpunkt des Interviews. Zusätzlich wurde eine konditionale logistische Regression durchgeführt für die Daten aus den vier nördlichen Regionen mit individuellem Matching. Die Analyse zur Seitenabhängigkeit des Effekts erfolgte mit zwei verschiedenen Methoden.

Resultat: Insgesamt ergab sich keine Erhöhung des Gliomrisikos bei Personen mit regelmässiger Mobiltelefonbenutzung im Vergleich zu Nichtbenutzern (Odds Ratio: 0.94, 95%CI: 0.78-1.13). Dieses Ergebnis

änderte sich nicht, wenn die Verwendung von Freisprechgeräten berücksichtigt wurde. In den Analysen zeigten sich keine erhöhten Risiken bei Mobiltelefonbenutzung in städtischer resp. ländlicher Umgebung, für bestimmte Gliomsubtypen oder bei Langzeitbenutzung eines Mobiltelefons (>10 J.). Für das Risiko eines ipsilateralen Tumors, d.h. auf der zum Telefonieren bevorzugt benutzten Kopfseite, lag die Odds Ratio bei 1.24 (95%CI: 1.02-1.52). Bei kontralateraler Telefonbenutzung resultierte eine Odds Ratio von 0.75 (95%CI: 0.61-0.93). Eine zusätzliche Auswertung (nach der Methode von Inskip) ergab für die ipsilaterale Mobiltelefonbenutzung ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko von 1.3 (Fisher's exact $p < 0.001$). In Bezug auf die Benutzung von Analogtelefonen ergaben sich keine erhöhten Tumorrisiken.

Schlussfolgerung: Insgesamt beobachten die Autoren in den ersten zehn Jahren der Mobiltelefonbenutzung kein erhöhtes Gliomrisiko. Die beiden Analysen zur Seitenabhängigkeit zeigten ein signifikant erhöhtes Risiko bei ipsilateraler Telefonbenutzung und ein vermindertes Risiko auf der kontralateralen Seite. Dieses Ergebnis könnte darauf zurückzuführen sein, dass Tumorpatienten dazu neigen, die erkrankte Kopfseite als bevorzugte Seite der Telefonbenutzung anzugeben (Recall Bias).

Bemerkungen: Die Aussagekraft der Resultate wird dadurch eingeschränkt, dass 30% der ursprünglich ausgewählten Tumorpatienten nicht befragt werden konnten, weil sie zu krank oder bereits verstorben waren. Unter den Teilnehmern befanden sich mehr Personen mit niedriggradigen Tumoren und mehr Personen mit höherem Sozialstatus als bei den Nichtteilnehmern. Trotz des Matchings waren Männer in der Fallgruppe mit 62.5% vertreten, in der Kontrollgruppe nur mit 48.3%. Die Antwortrate bei den Kontrollpersonen lag mit 45% niedriger als in anderen Teilstudien des Interphone-Projekts. Unter den teilnehmenden Kontrollpersonen befanden sich mehr Frauen und mehr Personen mit höherem Sozialstatus als unter den Nichtteilnehmenden. Die Resultate können erst nach Abschluss der Gesamtstudie endgültig interpretiert werden. Die Subgruppen der Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung sind in dieser Auswertung immer noch relativ klein, Angaben zur Berechnung der statistischen Power fehlen.

Finanzierung: MTHR programme, European Union, Mobile Manufacturers Forum, GSM Association über die UICC, Department of Health, UK network operators

Cook CM, Thomas AW, Keenlside L, Prato FS.

Resting EEG effects during exposure to a pulsed ELF magnetic field.

Bioelectromagnetics 2005; 26 (5): 367-376

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Effekts schwacher gepulster, niederfrequenter Magnetfelder auf das EEG. Gibt es verschiedene Reaktionen während und nach der Exposition? Vorläuferstudie: Cook et al.: Resting EEG is affected by exposure to a pulsed ELF magnetic field. Bioelectromagnetics 2004: 25 (3), 196-203.

Kollektiv: 10 Männer und 10 Frauen, 20 bis 38 J. alt.

Exposition: Gepulstes Magnetfeld, Feldstärke: $\pm 200 \mu\text{T}$ (peak); Hauptleistung zwischen 0 und 500 Hz. Das Expositionssystem bestand aus drei orthogonal angeordneten Helmholtz-Spulen. Nur das vertikale Spulenpaar war während des Experiments in Betrieb.

Methode: Die Probanden wurden jeweils 15 Minuten exponiert und 15 Minuten scheinexponiert (Crossoverdesign). Die Reihenfolge war zufällig und in der Gruppe ausgeglichen. Abstand zwischen den Experimenten: ca. 1 Woche. Die EEG-Ableitung erfolgte vor, während und nach der Exposition. Statistische Auswertung mittels ANOVA (Bonferroni korrigiert, gemischtes Design).

Resultat: Die Alphaaktivität (8 bis 13 Hz) nahm im Bereich der hinteren und seitlichen Hirnregionen nach fünfminütiger Magnetfelexposition signifikant ab und war abhängig von der Expositionsreihenfolge (erst reale Exposition, dann Scheinexposition). In der Hinterkopfregion wurde zudem eine signifikant höhere Thetaaktivität (4 bis 7 Hz) nach fünf Minuten Exposition beobachtet, die ebenfalls von der Expositionsreihenfolge abhängig war. Ausserdem zeigte sich eine kontinuierliche Zunahme der Thetaaktivität während der 15minütigen Magnetfeldexposition. Ungefähr vier Minuten nach der Exposition waren die EEG-Veränderungen nicht mehr nachweisbar.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass bisher nur wenige Studien die Auswirkungen eines gepulsten Magnetfelds auf das EEG untersucht haben. Diskrepanzen zwischen den aktuellen und früheren Ergebnissen (Cook et al. 2004) weisen darauf hin, dass EEG-Veränderungen von den Eigenschaften der Magnetfeldimpulse abhängig sein könnten.

Cook CM, Thomas AW, Prato FS.

Resting EEG is affected by exposure to a pulsed ELF magnetic field.

Bioelectromagnetics 2004; 25 (3): 196-203

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Effekts schwacher gepulster, niederfrequenter Magnetfelder auf die Alpha-Aktivität (8 bis 13 Hz) im Ruhe-EEG.

Kollektiv: 10 Männer und 10 Frauen, 20 bis 32 J. alt.

Exposition: Gepulstes Magnetfeld, Feldstärke: $\pm 200 \mu\text{T}$ (peak); Hauptleistung zwischen 0 und 500 Hz. Das Expositionssystem bestand aus drei orthogonal angeordneten Helmholtz-Spulen. Nur das vertikale Spulenpaar war während des Experiments in Betrieb.

Methode: Die Probanden wurden jeweils 15 Minuten exponiert und 15 Minuten scheinexponiert (Crossoverdesign). Die Reihenfolge war zufällig und in der Gruppe ausgeglichen. Abstand zwischen den Experimenten: ca. 1 Woche. Die EEG-Ableitung begann jeweils ca. 7 Sekunden nach der Exposition. Statistische Auswertung mittels ANOVA, gemischtes Design).

Resultat: Nach 15minütiger Magnetfeldexposition war die Alpha-Aktivität über der Hinterkopfregion signifikant höher als nach Scheinexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass das Ergebnis konsistent ist mit anderen Studien zum Einfluss elektromagnetischer Felder (unterschiedlicher Frequenz) auf das EEG. Während der Magnetfeldexposition war wegen Interferenzen keine EEG-Aufzeichnung möglich, daher kann über den Beginn des Effekts keine Aussage gemacht werden.

Bemerkungen: Nachfolgestudie: Cook et al., Resting EEG effects during exposure to a pulsed ELF magnetic

field. Bioelectromagnetics 2005: 26 (5), 367-76.

Finanzierung: Diverse kanadische Forschungsfonds und Stiftungen

Schüz J, Böhler E, Berg G, Schlehofer B, Hettinger I, Schläfer K, Wahrendorf J, Kunna-Grass K, Blettner M. Cellular Phones, Cordless Phones, and the Risks of Glioma and Meningioma (Interphone Study Group, Germany).

Am J Epidemiol 2006; 163 (6): 512-520

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisiko (Gliome und Meningeome). Deutsche Teilstudie des Interphone-Projekts. Frühere Resultate der Interphone-Studie: Collatz Christensen et al.: Cellular telephones and risk for brain tumors: a population-based, incident case-control study, Neurology 2005; 64 (7), 1189-95. Lönn et al.: Long-term mobile phone use and brain tumor risk. Am J Epidemiol 2005; 161 (6), 526-35. Hepworth et al.: Mobile phone use and risk of glioma in adults: case-control study. British Medical Journal (online first) 2006.

Kollektiv: Die Studienteilnehmer stammten aus vier Regionen in Deutschland (Umgebung von Bielefeld, Mainz, Heidelberg und Mannheim). Insgesamt wurden 366 Patienten mit einem Gliom, 381 Patienten mit einem Meningeom und 1494 Kontrollpersonen befragt.

Exposition: Regelmässige Benutzung von Mobiltelefonen (900 und 1800 MHz) und Schnurlostelefonen (1900 MHz) im Alltag, d.h. mindestens ein Telefonat pro Woche über einen Zeitraum von mindestens sechs Monaten. Der Mobiltelefongebrauch wurde in persönlichen Interviews erhoben, inklusive Gerätetypen, Art und Dauer des Gebrauchs, Verwendung von Freisprechgeräten sowie Anzahl und Dauer der Gespräche. Aus diesen Angaben wurde die kumulative Exposition berechnet (Anzahl der Telefonate und Gesprächsdauer in Stunden).

Methode: Die Kontrollpersonen wurden aus dem Bevölkerungsregister der jeweiligen Region zufällig ausgewählt und die Verteilung von Alter, Geschlecht und Wohnregion derjenigen in der Patientengruppe angeglichen (Häufigkeitsmatching). Nach der Datenerhebung wurden jedem Patienten zwei Kontrollpersonen zugeordnet, die bezüglich Geschlecht, Geburtsjahr und Region mit ihm übereinstimmten (post-hoc Matching). Dadurch wurde der Zeitunterschied zwischen den Interviews bei Patienten und Kontrollpersonen korrigiert. Die

Hauptanalyse erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression für häufigkeitsgematchte Daten. Die Auswertungen wurden nach Geschlecht und Studienzentrum stratifiziert und zusätzlich für Alter, Sozialstatus und Wohnsitz in einer Stadt (>100000 Einwohner) adjustiert.

Resultat: Insgesamt war das Hirntumorrisiko nicht mit der Benutzung von Mobiltelefonen assoziiert. Die Odds Ratio für Gliome lag in der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer bei 0.98 (95%CI: 0.74-1.29), für Meningeome bei 0.84 (95%CI: 0.62-1.13). Bei Personen, die seit mindestens zehn Jahren ein Mobiltelefon verwendeten, betrug das Gliomrisiko 2.20 (95%CI: 0.94-5.11), das Meningeomrisiko 1.09 (95%CI: 0.35-3.37). Ein geschlechtsspezifischer Unterschied zeigte sich nur in Bezug auf hochgradige Gliome. In dieser Auswertung ergab sich für Frauen, die regelmässig ein Mobiltelefon benutzten, eine signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.96 (95%CI: 1.10-3.50). Das Risiko eines Tumors in der seitlichen Gehirnregion (Temporallappen) unterschied sich nicht signifikant zwischen Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern. Der Zusammenhang zwischen Tumorrisiko und der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite wurde bei den 36 Patienten mit hochgradigen Gliomen des Temporallappens untersucht: 15 Patienten (42%) hatten bevorzugt auf der erkrankten Seite telefoniert, neun (25%) gaben an, keine bevorzugte Seite zu haben und 12 Patienten (33%) hielten das Telefon überwiegend an das gegenüberliegende Ohr. Für die Verwendung von Schnurlostelefonen wurde kein Zusammenhang mit dem Gliom- oder Meningeomrisiko beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie insgesamt kein erhöhtes Risiko für Gliome oder Meningeome bei Mobiltelefonbenutzern beobachtet wurde. Das erhöhte Gliomrisiko bei Langzeitbenutzern sollte in weiteren Studien überprüft werden, da nur wenige Patienten zu dieser Gruppe gehörten und ein Recall Bias nicht auszuschliessen ist. Auch die übrigen Befunde sollten im Rahmen der Interphone-Studie oder in anderen Untersuchungen überprüft werden.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, war die Beteiligungsrate in den beiden Studiengruppen unterschiedlich hoch: < 5% der Patienten lehnten die Teilnahme an der Studie ab, aber ca. 30% der Kontrollpersonen. Dadurch könnte ein Selektionsbias entstanden sein. Die Auswertung des Kurzfragebogens für Nichtteilnehmer ergab, dass sich unter den teilnehmenden männlichen Kontrollpersonen mehr Mobiltelefonbenutzer befanden als bei den Nichtteilnehmenden. Das könnte die teilweise reduzierten Tumorrisiken in der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer erklären. Der Vergleich mit den dänischen und schwedischen Ergebnissen der Interphone-Studie ergibt kein einheitliches Bild: In diesen Studien wurde kein erhöhtes Gliomrisiko bei Langzeitbenutzern beobachtet und auch keine geschlechtsspezifische Risikodifferenz. Die Ergebnisse zur Seitenabhängigkeit des Tumorrisikos lassen sich nicht direkt mit den Interphone-Teilstudien vergleichen. Ein Risikoanstieg mit zunehmender Exposition im Sinne einer Dosis-Wirkungsbeziehung ist nicht erkennbar. Die Gruppe der Langzeitbenutzer bestand aus 12 Gliompatienten und 5 Meningeompatienten, so dass die Risikoschätzer instabil sind. Zur abschliessenden Beurteilung der Resultate müssen die Gesamtergebnisse der Interphone-Studie abgewartet werden. (Kommentar von L. Morgan, Berkeley, und Antwort der Autoren in: Am J Epidemiol 2006; 164: 292-296)

Finanzierung: European Fifth Framework Program, Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm, diverse deutsche Ministerien, Universität Mainz, Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association via International Union against Cancer (UICC)

Forssen UM, Lönn S, Ahlbom A, Savitz DA, Feychting M.
Occupational magnetic field exposure and the risk of acoustic neuroma.
Am J Ind Med 2006; 49 (2): 112-118

Stichwörter	Kollektiv: Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Akustikusneurinom-Risikos bei Personen mit beruflicher Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern (50 Hz).

Kollektiv: 793 Patienten und 101762 Kontrollpersonen aus dem schwedischen Bevölkerungsregister.

Exposition: Die Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz wurde für Männer und Frauen mit zwei verschiedenen Berufs-Expositions-Matrizen erhoben, die auf Messungen basierten. Als Expositionsmasse dienten der zeitgewichtete Mittelwert und die Veränderungsrate der Exposition während des Tages (=Variabilität der Magnetfeldbelastung). Diese beiden Parameter wurden in einem geometrischen Mittelwert für jede Berufskategorie zusammengefasst. Die Quartile der Magnetfeldbelastung in der ganzen Studienpopulation lagen bei $<0.12 \mu\text{T}$, $0.12 - 0.19 \mu\text{T}$, $0.20 - 0.29 \mu\text{T}$ und $>0.30 \mu\text{T}$. Die Odds Ratios für Akustikusneurinom wurden mittels nichtkonditionaler logistischer Regression unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Referenzjahr berechnet.

Methode: Registerbasierte Fall-Kontrollstudie mit allen Personen, die zwischen 1987 und 1999 in Schweden als berufstätig gemeldet waren. Die Informationen zum Berufscode und zum sozioökonomischen Status stammten aus Volkszählungen von 1975, 1980, 1985 und 1990. Die Identifikation der Patienten mit Akustikusneurinom erfolgte mit Hilfe des nationalen Krebsregisters. Die Kontrollpersonen wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt und nach Alter und Geschlecht stratifiziert.

Resultat: Es zeigten sich keine signifikant erhöhten Odds Ratios für ein Akustikusneurinom in den verschiedenen stark exponierten Berufskategorien, weder für Männer noch für Frauen. Die Risikoschätzer lagen generell knapp

über oder unter 1. Für Personen, die in zwei Volkszählungen Magnetfeldern von $>0.25 \mu\text{T}$ ausgesetzt waren, ergab sich eine Odds Ratio von 1.37 (95%-CI: 0.93-2.02). Bei Exposition in drei oder allen vier Volkszählungen lagen die Odds Ratios bei 1.03 (95%-CI: 0.62-1.69) bzw. 0.83 (95%-CI: 0.44-1.55).

Schlussfolgerung: Die Autoren haben keinen Zusammenhang zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Akustikusneurinom-Risiko beobachtet. Eine Fehlklassifikation der Exposition ist nicht auszuschliessen, da die Messungen für die Berufs-Expositions-Matrix zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt wurden und keine Angaben zur Magnetfeldbelastung in den Jahren zwischen den Volkszählungen vorliegen. Das Ausmass der Exposition könnte auch innerhalb einer Berufskategorie variieren.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen Angaben zur Power-Berechnung und zur Kontrolle für weitere berufliche Expositionen (Chemikalien, Lärmtraumata etc.). Interessant wären Odds Ratios für die einzelnen Berufskategorien. Gegen einen Zusammenhang spricht die fehlende Dosis-Wirkungsbeziehung.

Finanzierung: keine Angaben

Forssen UM, Mezei G, Nise G, Feychting M.

Occupational magnetic field exposure among women in Stockholm County, Sweden.

Occup Environ Med 2004; 61 (7): 594-602

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Diebstahlsicherungen

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Kurz (Tage bis Wochen)	Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung einer Berufs-Expositions-Matrix zur Abschätzung der beruflichen Magnetfeldexposition von Frauen.

Kollektiv: 486 Frauen, die in der Region Stockholm lebten und arbeiteten.

Exposition: 24-Stunden-Messungen, Gerät: Emdex Lite, Frequenzbereich: 40 bis 1000 Hz, Messungen im Abstand von 4 Sekunden. Die einzelnen Frequenzen konnten nicht separat gemessen werden. Es wurden verschiedene Expositionsparameter berechnet: u.a. für jede Person der zeitgewichtete Durchschnittswert, der Median, das Maximum sowie die Veränderungsrate (=Variabilität der Belastung). Für jeden Beruf wurde der arithmetische und der geometrische Mittelwert sowie der Median berechnet. Die Übereinstimmung zwischen den einzelnen Messparametern wurde mittels Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman überprüft.

Methode: Aus der schwedischen Volkszählung von 1980 wurden die fünfzig häufigsten Berufe von Frauen identifiziert. Für 49 Berufe wurden Magnetfeldmessungen durchgeführt. Die Messungen erfolgten während 24 Stunden mit Hilfe eines Geräts, das von den Studienteilnehmerinnen am Gürtel getragen und nachts neben dem Bett platziert wurde. Zusätzlich führten die Frauen ein Aktivitätstagebuch.

Resultat: Der arithmetische Mittelwert der Magnetfeldbelastung bezogen auf das ganze Studienkollektiv lag bei 0.20 μ T, der Median bei 0.15 μ T, das erste Quartil bei 0.09 μ T und das dritte Quartil bei 0.25 μ T. Zu den stark belasteten Berufsgruppen gehörten Stewardessen (geometr. Mittel: 0.26 bis 0.33 μ T, überwiegend 400 Hz Magnetfelder), Bibliothekarinnen und Bibliotheksassistentinnen (0.29 μ T, durch elektrische Geräte wie Scanner am Informationstisch) sowie Angestellte von Grossküchen und Geschäften (0.25 bis 0.27 μ T, u.a. durch elektronische Überwachungssysteme). Insgesamt waren ungefähr 16% der Frauen stark exponiert (>0.20 μ T).

Der Vergleich mit der für Männer gebräuchlichen Berufs-Expositionsmatrix ergab eine schlechte Übereinstimmung.

Schlussfolgerung: Es wurden mehrere Berufe mit hoher Magnetfeldbelastung identifiziert, die häufig von Frauen ausgeübt werden. Um Missklassifikationen zu vermeiden, sollten in epidemiologischen Studien geschlechtsspezifische Berufs-Expositionsmatrizen verwendet werden.

Bemerkungen: Bei den Studienteilnehmerinnen handelte es sich um Freiwillige, nicht um eine zufällig ausgewählte, repräsentative Stichprobe. Pro Person wurde nur eine Messung durchgeführt, kein Verlauf über mehrere Tage oder Wochen. Interessant wäre die Zuordnung der Magnetfeldbelastung zu einzelnen Frequenzen.

Finanzierung: Electric Power Research Institute (California), ELFORSK-Swedish Electrical Utilities R&D company

Savitz DA, Herring AH, Mezei G, Evenson KR, Terry JW, Jr, Kavet R.
Physical Activity and Magnetic Field Exposure in Pregnancy.
Epidemiology 2006; 17 (2): 222-225

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Schwangere Frauen	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Stromleitungen	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Kurz (Tage bis Wochen)	Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen körperlicher Aktivität und Magnetfeldexposition während der Schwangerschaft.

Kollektiv: Frauen (>18 J.) in der 14. bis 28. Schwangerschaftswoche, keine Mehrlingsschwangerschaften.
Rekrutierungszeitraum: August 2003 bis Oktober 2004. Die Einladungen zur Studienteilnahme wurden in mehreren Geburtskliniken in North Carolina (USA) verteilt.

Exposition: Als Parameter der Magnetfeldexposition dienten verschiedene Schwellenwerte der Spitzenbelastung (4, 10, 16, 20 mG bzw. 0.4, 1, 1.6, 2 μ T) und der zeitgewichtete Durchschnittswert. Das Magnetfeld wurde jede Minute gemessen, insgesamt wurden über 500000 Personen-Minuten gesammelt, von denen jede fünfte Minute ausgewertet wurde. Zusätzlich erfolgte die Analyse anhand von Personen-Tagen.

Methode: Die Studienteilnehmerinnen trugen an sieben aufeinander folgenden Tagen sowohl einen Aktivitätsmesser (Actigraph accelerometer) als auch ein Magnetfeldmessgerät (EMDEX) am Gürtel. Während der Nacht und bei aussergewöhnlichen Aktivitäten (z.B. Reisen) wurde die Magnetfeldbelastung nicht gemessen. Angaben zu soziodemographischen Parametern, zur Berufstätigkeit, zum allgemeinem Gesundheitszustand sowie zum Auftreten von Übelkeit während der Schwangerschaft wurden in Telefoninterviews erhoben. Die Probandinnen wurden nach ihrer körperlichen Aktivität in vier gleich grosse Gruppen eingeteilt und die Magnetfeldbelastung in den drei oberen Gruppen mit derjenigen in der niedrigsten Kategorie verglichen. Für die statistische Auswertung der durchschnittlichen Magnetfeldbelastung wurden lineare gemischte Modelle verwendet.

Resultat: Aus der Studienteilnahme von 100 schwangeren Frauen ergaben sich insgesamt 677 Personen-Tage.

Die Probandinnen trugen die Messgeräte im Durchschnitt 12.7 Stunden pro Tag. Eine Magnetfeld-Spitzenbelastung von über 1.6 μT wurde für 30% der Personen-Tage gemessen. Die Maximalbelastungen nahmen im Verlauf der Schwangerschaft ab. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Schwangerschaftsübelkeit und maximaler Magnetfeldbelastung. Bei Auswertung der Personen-Minuten ergab sich nur für nichtberufstätige Frauen ein Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Magnetfeldexposition. Die Analyse der Personen-Tage zeigte für berufstätige und für nichtberufstätige Frauen ab Spitzenwerten von $>1 \mu\text{T}$ höhere Magnetfeldbelastungen bei stärkerer körperlicher Aktivität. Wenn der zeitgewichtete Durchschnitt der Magnetfeldbelastung verwendet wurde, ergaben sich keine einheitlichen Assoziationen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten eine Bestätigung der Hypothese, dass körperliche Aktivität die maximale Magnetfeldbelastung beeinflusst. In epidemiologischen Studien könnte daher der Gesundheitszustand der Probanden einen Einfluss auf ihre Magnetfeldbelastung haben und die Expositionserfassung verfälschen.

Bemerkungen: Es wird nicht erwähnt, welches Frequenzspektrum gemessen wurde. Interessant wäre ein Vergleich zwischen Frauen in der gleichen Schwangerschaftswoche. Unklar ist, warum die beiden Auswertungsmethoden verschiedene Resultate ergaben und warum bei der zeitgewichteten Durchschnittsbelastung kein konsistenter Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität beobachtet wurde.

Finanzierung: Electric Power Research Institute (EPRI) Contract, NIH Grant

Foliart DE, Pollock BH, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R.
Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia.
Br J Cancer 2006; 94 (1): 161-164

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Magnetfeldexposition auf den Krankheitsverlauf bei Kindern mit akuter lymphatischer Leukämie.

Kollektiv: Kinder im Alter von 1 bis 15 Jahren, bei denen in den vorangegangenen 12 Wochen eine akute lymphatische Leukämie (ALL) diagnostiziert worden war (B-Vorläuferzellen, T-Zellen, B-Zellen) und die an einem von 51 Zentren der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie in Nordamerika behandelt wurden. Rekrutierungszeitraum: 1996 bis 2001, Beobachtungsdauer bis Dezember 2004. Die Beteiligungsrate lag bei ca. 30%.

Exposition: Ungefähr vier Wochen nach Beginn der Therapie wurde die Magnetfeldbelastung der Kinder mit einem Personendosimeter gemessen (EMDEX Lite meter). Die erste 24-Stunden-Messung erfolgte kurz nach Eintritt in die Studie, die zweite und dritte Messung jeweils im Abstand von einem Jahr. Acht Prozent der Familien lieferten das Messgerät nicht ab, bei 5 % waren keine auswertbaren Messwerte gespeichert. Der mittlere zeitgewichtete Durchschnittswert lag bei 0.11 bis 0.13 μT , der geometrische Mittelwert zwischen 0.073 und 0.082 μT .

Methode: Primärer Endpunkt der Studie war der Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und Überleben ohne Krankheitsereignis. Zusätzlich wurde der Einfluss auf das Überleben insgesamt untersucht. Expositionskategorien: $<0.1 \mu\text{T}$, 0.1 bis 0.19 μT , 0.2 bis 0.29 μT , $>0.3 \mu\text{T}$. Als Referenzkategorie galten Kinder mit durchschnittlicher Magnetfeldexposition unter 0.1 μT . Die Messwerte für das zweite und dritte Jahr wurden wegen mangelnder Beteiligung nicht ausgewertet. Statistische Analyse mittels Cox proportional hazards Regression (uni- und multivariat). Einflussfaktoren: Risikogruppe (gemäss National Cancer Institute), Alter zum

Zeitpunkt der Diagnose, Ethnie, Immunphänotyp, sozioökonomischer Status.

Resultat: Für 412 von insgesamt 482 Kindern lagen ausgefüllte Fragebögen und Magnetfeldmessungen für das erste Jahr vor. In der Analyse berücksichtigt wurden die Daten von 386 Kindern (80%), 361 von ihnen waren an akuter Leukämie der B-Vorläufer-Zellen erkrankt. Die mediane Follow-up-Dauer lag bei 5.07 Jahren. Es ereigneten sich insgesamt 73 Ereignisse von Therapieversagen und 30 Todesfälle. 19 Kinder (5%) hatten eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung von über 0.3 μT , bei 251 Kindern lag sie unter 0.1 μT . In der obersten Expositionskategorie ereigneten sich fünf Fälle von Therapieversagen, die Hazard Ratio lag bei 1.92 (95%CI: 0.75-4.90). Aufgrund von vier Todesfällen in der obersten Expositionskategorie ergab sich eine Hazard Ratio von 4.53 (95%CI: 1.49-13.76). Es zeigten sich keine statistisch signifikanten Trends im Sinne einer Risikozunahme mit steigender Magnetfeldexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Resultaten, dass leukämiekranken Kinder ein höheres Rückfall- und Sterberisiko haben, wenn sie einer durchschnittlichen Magnetfeldbelastung von über 0.3 μT ausgesetzt sind. Wegen der kleinen Fallzahlen in den oberen Expositionskategorien sind die Ergebnisse vorsichtig zu interpretieren.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, ist die Aussagekraft der Ergebnisse durch die kleinen Fallzahlen und die niedrige Beteiligungsrate von 30% limitiert. Ausserdem stammten 75% der teilnehmenden Kinder aus weissen Familien. Das könnte zu einer Unterschätzung des Expositionseffekts führen, da Kinder aus anderen ethnischen Gruppen eine höhere Wahrscheinlichkeit für Magnetfeldbelastungen über 0.3 μT hatten. Durch die Nichtberücksichtigung der Messergebnisse aus dem zweiten und dritten Jahr wurden Expositionsänderungen, z.B. durch Umzug, nicht erfasst.

Finanzierung: Electric Power Research Institute (EPRI), Electricité de France (EDF)

Foliart DE, Iriye RN, Silva JM, Mezei G, Tarr KJ, Ebi KL.

Correlation of year-to-year magnetic field exposure metrics among children in a leukemia survival study.

J Expo Anal Environ Epidemiol 2002; 12 (6): 441-447

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Identifizierung des stabilsten Expositionsparameters bei Magnetfeldmessungen in jährlichen Abständen. Teilstudie einer Untersuchung zum Einfluss der Magnetfeldexposition auf den Krankheitsverlauf bei Kindern mit Leukämie. Die Hauptergebnisse der Studie sind publiziert in: Foliart et al., Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. Br J Cancer 2006; 94 (1), 161-4. (Id.Nr. 1921).

Kollektiv: Kinder im Alter von 1 bis 15 Jahren, bei denen in den vorangegangenen 12 Wochen eine akute lymphatische Leukämie (ALL) diagnostiziert worden war (B-Vorläuferzellen, T-Zellen, B-Zellen) und die an einem von 51 Zentren der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie in Nordamerika behandelt wurden.

Rekrutierungszeitraum: 1996 bis 2001, die Beteiligungsrate lag bei ca. 30%.

Exposition: Ungefähr vier Wochen nach Beginn der Therapie wurde die Magnetfeldbelastung der Kinder mit einem Personendosimeter gemessen (EMDEX Lite meter). Die erste 24-Stunden-Messung erfolgte kurz nach Eintritt in die Studie, die zweite und dritte Messung jeweils im Abstand von einem Jahr.

Methode: Aus den drei Messepisoden wurden verschiedene Expositionsparameter verglichen.

Resultat: Vollständige Daten von den drei Messungen lagen für 412, 304 bzw. 134 Kinder vor. Es zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den zeitgewichteten Durchschnittswerten und den geometrischen Mittelwerten im Verlauf der drei Jahre. Höhere Magnetfeldexpositionen ergaben sich für Kinder in städtischen Wohngebieten, in Wohnblocks (vs. Einfamilienhäuser) sowie in Mietwohnungen (vs. Eigentumswohnungen). Die zeitgewichteten Durchschnittswerte lagen zwischen 0.11 und 0.13 μT . Am meisten Übereinstimmung zeigte sich für den geometrischen Mittelwert, der auf Ausreisser weniger empfindlich reagiert als der zeitgewichtete Durchschnittswert.

Schlussfolgerung: Eine einzige 24-Stunden-Magnetfeldmessung kann zur Abschätzung der Langzeitexposition von Kindern herangezogen werden, wenn die Familie nicht umzieht.

Bemerkungen: Weitere Ergebnisse zur Expositionsabschätzung: Foliart et al., Alternative magnetic field exposure metrics: relationship to TWA, appliance use, and demographic characteristics of children in a leukemia survival study. Bioelectromagnetics 2001: 22 (8), 574-80 (Id.Nr. 1923).

Finanzierung: Electric Power Research Institute (EPRI), Electricité de France (EDF)

Foliart DE, Iriye RN, Tarr KJ, Silva JM, Kavet R, Ebi KL.

Alternative magnetic field exposure metrics: relationship to TWA, appliance use, and demographic characteristics of children in a leukemia survival study.

Bioelectromagnetics 2001; 22 (8): 574-580

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Es sollen Expositionsparameter identifiziert werden, die nicht stark mit dem zeitgewichteten Durchschnittswert der Magnetfeldbelastung korreliert sind und eine Differenzierung in verschiedene Expositions-kategorien ermöglichen. Teilstudie einer Untersuchung zum Einfluss der Magnetfeldexposition auf den Krankheitsverlauf bei Kindern mit Leukämie. Die Endergebnisse der Studie sind publiziert in: Foliart et al., Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. Br J Cancer 2006; 94 (1), 161-4. (Id.Nr. 1921).

Kollektiv: Kinder im Alter von 1 bis 15 Jahren, bei denen in den vorangegangenen 12 Wochen eine akute lymphatische Leukämie (ALL) diagnostiziert worden war (B-Vorläuferzellen, T-Zellen, B-Zellen) und die an einem von 51 Zentren der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie in Nordamerika behandelt wurden. Rekrutierungszeitraum: 1996 bis 2001.

Exposition: Die Magnetfeldbelastung der Kinder wird ungefähr 12 Wochen nach Diagnosestellung mit einem Personendosimeter gemessen (EMDEX Lite meter). Die erste 24-Stunden-Messung erfolgte kurz nach Eintritt in die Studie, die zweite und dritte Messung jeweils im Abstand von einem Jahr.

Methode: Es wurden verschiedene Parameter der Magnetfeldexposition erhoben und verglichen, u.a.: zeitgewichteter Durchschnittswert, geometrischer Mittelwert, Anteil über 0.2 oder 0.3 μT und Veränderungsrate.

Resultat: Der mittlere zeitgewichtete Durchschnittswert der 24-Stunden-Magnetfeldbelastung von 356 Kindern betrug 0.12 μT . Es zeigte sich eine hohe Korrelation zwischen diesem Parameter und mehreren anderen, unter anderem auch mit dem geometrischen Mittelwert. Der zeitgewichtete Durchschnittswert kann daher als

repräsentativ für bestimmte Expositionsmuster betrachtet werden. Er korrelierte nicht gut mit den Massen für die Variabilität des Magnetfelds (Veränderungsraten):

Schlussfolgerung: Neben dem zeitgewichteten Durchschnittswert sollten zur Abschätzung der Magnetfelexposition auch die Veränderungsraten berücksichtigt werden, da sie empfindlicher gegenüber einzelnen grossen Spitzenbelastungen oder mehreren kleinen Ausreissern sind. Bisher ist nicht bekannt, welche Parameter der Magnetfeldexposition biologisch relevant sein könnten.

Bemerkungen: Weitere Ergebnisse zur Expositionsabschätzung: Foliart et al., Correlation of year-to-year magnetic field exposure metrics among children in a leukemia survival study. J Expo Anal Environ Epidemiol 2002; 12 (6), 441-7. (Id.Nr. 1922).

Finanzierung: Electric Power Research Institute (EPRI), Electricité de France (EDF)

Tynes T, Klaeboe L, Haldorsen T.

Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic fields and malignant melanoma: a population based study.

Occup Environ Med 2003; 60 (5): 343-347

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Magnetfeldexposition durch Hochspannungsleitungen und dem Risiko von malignen Melanomen der Haut.

Kollektiv: Alle Personen über 16 J., die zwischen 1986 und 1996 in Norwegen in definierten Korridoren um Hochspannungsleitungen herum gewohnt hatten. Die Regionen waren so definiert, dass sie exponierte und nichtexponierte Häuser beinhalteten.

Exposition: Mittels geographischer Daten wurden die Koordinaten der Hochspannungsleitungen (33 bis 420 kV) ermittelt und die Entfernung zu den jeweiligen Wohnhäusern berechnet. Die Höhe der Magnetfeldexposition wurde mit einem Computerprogramm modelliert, die Daten umfassten den Zeitraum von 1967 bis zur Diagnose des Melanoms. Expositionsparameter: zeitgewichteter Durchschnittswert ($<0.05 \mu\text{T}$, $0.05-0.20 \mu\text{T}$, $>0.20 \mu\text{T}$) für den ganzen Zeitraum sowie in den fünf Jahren vor der Diagnose. Zusätzlich wurde anhand von Berufscodes die berufliche Magnetfeldexposition abgeschätzt. Die Berechnung der Odds Ratios für maligne Melanome erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, geographischer Region, Ausbildungsniveau, Art des Wohnhauses und Anzahl der Wohnungen im Gebäude.

Methode: Eingebettete Fall-Kontroll-Studie. Die Kohortendaten zu Wohnort und Hochspannungsleitungen wurden mit dem norwegischen Krebsregister verbunden. Es wurden alle Personen identifiziert, die zwischen 1980 und 1996 an einem malignen Melanom erkrankt waren. Für jeden Patienten wurden aus der Kohorte zwei Kontrollpersonen zufällig ausgewählt.

Resultat: Ausgewertet wurden die Daten von 807 Melanompatienten und 1614 Kontrollpersonen. Für Frauen in der mittleren Kategorie der durchschnittlichen Magnetfeldbelastung ergab sich ein signifikant erhöhtes Tumorrisiko von 2.01 (95%CI: 1.09-3.69), für Frauen in der obersten Belastungskategorie lag es bei 2.68 (95% CI: 1.43-5.04). Für Männer waren die Odds Ratio nur bei Auswertung der letzten fünf Jahre vor der Diagnose in den beiden oberen Expositionskategorien signifikant erhöht. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Melanomrisiko und Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass ein Zusammenhang zwischen der Magnetfeldexposition am Wohnort und dem Melanomrisiko insbesondere für Frauen nicht ausgeschlossen werden kann. Die Interpretation der Ergebnisse wird durch die kleinen Fallzahlen, die zahlreichen Vergleiche und das Fehlen einer biologischen Hypothese erschwert.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, könnte die Exposition gegenüber UV-Strahlung (=Risikofaktor für Melanome) die beobachtete Assoziation beeinflussen. Individuelle Daten zur UV-Exposition waren nicht vorhanden. Zu dieser Hypothese würde auch die Beobachtung passen, dass das Risiko bei Frauen nur für Melanome im Gesicht und an den Extremitäten signifikant erhöht war, also an Körperteilen, die stärker sonnenlichtexponiert sind. Die Fallzahlen in diesen Subgruppenanalysen sind allerdings gering und die Risikoschätzer entsprechend instabil.

Finanzierung: Norwegian Research Council

Hansson Mild K, Carlberg M, Wilen J, Hardell L.

How to combine the use of different mobile and cordless telephones in epidemiological studies on brain tumours?.

Eur J Cancer Prev 2005; 14 (3): 285-288

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Verbesserung der Expositionsabschätzung in epidemiologischen Studien mit Personen, die verschiedene Telefontypen benutzten.

Kollektiv: Als Beispiel für eine epidemiologische Untersuchung zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern dient die Studie von Hardell et al.: Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. Eur J Cancer Prev 2002; 11 (4), 377-86.

Methode: Die früheren Studienergebnisse zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern werden unter Verwendung von Gewichtungsfaktoren für verschiedene Telefontypen erneut analysiert. Aufgrund der Sendeleistung wird für analoge Mobiltelefone der Faktor 1 (maximale Leistung: 1W) benutzt, für digitale GSM-Mobiltelefone der Faktor 0.1 (typische Sendeleistung: 0.1 W) und für Schnurlostelefone 0.01 (Sendeleistung: 10 mW).

Resultat: Durch die Verwendung der Gewichtungsfaktoren ergab sich keine wesentliche Änderung der Resultate zum Hirntumorrisiko. In der Gruppe der Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung waren die Odds Ratios etwas höher, da die meisten von ihnen ein Analogtelefon benutzt hatten. Eine andere Möglichkeit der Expositionsabschätzung ist die Berechnung der spezifischen Absorption pro Tag oder pro Anruf wie in Wilen et al., Bioelectromagnetics 2003; 24 (3), 152-9.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die Wahl des Expositionsparameters von der Hypothese über den zugrundeliegenden Wirkmechanismus abhängt. Bis darüber mehr bekannt ist, könnte die Verwendung von Gewichtungsfaktoren eine angemessene Methode sein.

Finanzierung: keine Angaben

Ahlbom A, Feychting M.
Electromagnetic radiation.
Br Med Bull 2003; 68: 157-165

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Risikowahrnehmung
Studiendesign, Statistik
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über den Wissensstand und offene Fragen bezüglich Auswirkungen der nichtionisierenden elektromagnetischen Strahlung auf die Gesundheit (hoch- und niederfrequent).

Exposition: Niederfrequente Felder von Stromleitungen und elektrischen Geräten. Hochfrequente Felder durch Anwendungen im Bereich der Tele- und Mobilkommunikation. Frequenzbereich: 50 Hz bis 300 GHz.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Aufgrund gepoolter Analysen epidemiologischer Studien besteht Evidenz für eine Verdopplung des Leukämierisikos bei Kindern, die in Häusern mit niederfrequenter Magnetfeldexposition über 0.4 µT leben. Die Studienresultate zu anderen Krebserkrankungen und zu Herz-Kreislaufparametern ergaben kein einheitliches Bild. Ein biologischer Wirkmechanismus ist für Strahlenbelastungen im Niedrigdosisbereich nicht bekannt. Zur hochfrequenten Strahlung des Mobilfunks gibt es noch wenig epidemiologische Studien. Die Expositionsabschätzung von Mobiltelefonbenutzern durch Befragung oder die Auswertung von Kundendaten ist schwierig, ebenso die Abschätzung der Strahlenbelastung durch Mobilfunkbasisstationen. Dadurch wird die Interpretation der bisher vorliegenden Studienergebnisse limitiert. Bisher ist die Evidenz für ein Gesundheitsrisiko durch hochfrequente Felder sehr schwach.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die derzeitige wissenschaftliche Situation als unsicher. Gesundheitliche Risiken durch nichtionisierende elektromagnetische Felder können nicht ausgeschlossen werden. Vorsichtsmassnahmen und Empfehlungen sind Gegenstand intensiver Diskussion.

Finanzierung: keine Angaben

Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, Hagihara J, Isaka K, Saito T, Ojima T, Nakamura Y, Mizoue T, Ito S, Eboshida A, Yamazaki S, Sokejima S, Kurokawa Y, Kubo O.

Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan.

Int J Cancer 2006; 119 (3): 643-650

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie in Japan zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldexposition am Wohnort und Leukämierisiko bei Kindern.

Kollektiv: 312 Kinder (0 bis 15 J.), bei denen zwischen 1999 und 2001 eine akute lymphoblastische oder myeloische Leukämie (ALL bzw. AML) diagnostiziert wurde. Die Rekrutierung erfolgte über Spitäler in fünf Regionen, die sich an grossen Kinderkrebsstudien beteiligten. Dazu gehörten die Grossstädte Tokyo, Nagoya, Kyoto, Osaka und Kitakyushu. Im Studienareal wohnten insgesamt 53.5% der Kinder in Japan. Die Beteiligungsrate bei den Leukämiepatienten betrug knapp 50%, bei den Kontrollfamilien circa 29%. Die 603 Kontrollkinder wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt, und jeweils zwei pro Patient gemäss Alter, Geschlecht, Region und Grösse des Wohnorts zugeordnet.

Exposition: Es wurden zwei Magnetfeldmessungen durchgeführt: a) kontinuierliche Messung während einer Woche im Schlafzimmer des Kindes in Intervallen von 30 Sekunden (Messgerät: EMDEX-Lite, 40 Hz bis 1 kHz). b) Fünfminütige Einzelmessungen an verschiedenen Orten in- und ausserhalb des Hauses (Messgerät: EMDEX-II, 40 bis 800 Hz). Aus den Messergebnissen wurden Wochendurchschnittswerte berechnet und vier Expositionskategorien gebildet: $<0.1 \mu\text{T}$, $0.1\text{--}0.2 \mu\text{T}$, $0.2\text{--}0.4 \mu\text{T}$, $>0.4 \mu\text{T}$.

Methode: Mit Hilfe eines Fragebogens wurden die Mütter der Studienteilnehmer zu persönlichen und medizinischen Parametern befragt. Der Fragebogen enthielt Angaben zur Wohnsituation, zu Wohnortwechseln, zum Sozialstatus, zu den Berufen der Eltern, zum Gebrauch elektrischer Geräte, zur Impfanamnese sowie zur Exposition der Mutter während der Schwangerschaft durch Röntgenuntersuchungen, Medikamenteneinnahme, Rauchen, Alkohol, Pestizide oder andere Chemikalien. Der Vergleich des Leukämierisikos in den Gruppen mit

unterschiedlich hoher Magnetfeldexposition erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. Dabei wurde das Ausbildungsniveau der Eltern als potenzieller Störfaktor berücksichtigt.

Resultat: Von den 312 Kindern mit Leukämie waren 251 an ALL und 61 an AML erkrankt. Die Kontrollgruppen bestanden aus 495 resp. 108 Kindern. Das Ausbildungsniveau der Eltern war in der Fallgruppe niedriger als in der Kontrollgruppe und der Anteil der Mütter, die während der Schwangerschaft geraucht hatten oder Passivrauch ausgesetzt waren, höher. Ohne Berücksichtigung zusätzlicher Einflussvariablen ergab die statistische Auswertung für Kinder mit Magnetfeldexposition über $0.4 \mu\text{T}$ ein relatives Leukämierisiko (ALL oder AML) von 2.56 (95%-CI: 0.76-8.58). Wenn die Ausbildung der Eltern im Regressionsmodell berücksichtigt wurde, ergab sich eine Odds Ratio von 2.77 (95%-CI: 0.80-9.57). Das Erkrankungsrisiko für ALL allein lag bei 4.67 (95%-CI: 1.15-19.0). Eine Magnetfeldexposition über $0.4 \mu\text{T}$ bestand bei sechs Kindern mit ALL und fünf Kontrollkindern. Von den Kindern, die an AML erkrankt waren, hatte keines eine Magnetfeldbelastung über $0.4 \mu\text{T}$. In einer Sensitivitätsanalyse wurde der Effekt des Selektionsbias untersucht. Auch in dieser Analyse zeigte sich ein Zusammenhang zwischen hoher Magnetfeldexposition und ALL-Risiko.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten eine Bestätigung früherer Studien, in denen eine Assoziation zwischen hoher Magnetfeldexposition und Leukämierisiko bei Kindern, insbesondere ALL, beobachtet wurde.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung erfolgte durch Messungen und Befragungen, und es wurden verschiedene Faktoren beachtet, u.a. Tagesschwankungen und saisonale Schwankungen (z.B. durch Klimaanlage). Einige Mängel bestehen in der Darstellung der Resultate, z.B. scheint die Aussage zur Passivrauchexposition bei den Müttern der AML-Kinder und Kontrollen nicht mit den Werten in Tabelle 2 übereinzustimmen. Unklar ist das Vorgehen in Bezug auf die Adjustierung der Resultate: Es wurden viele potenzielle Einflussfaktoren erhoben, aber die Hauptergebnisse im Text und im Abstract sind unkorrigiert. Bei Berücksichtigung des Ausbildungsniveaus der Eltern ergibt sich kein statistisch signifikantes Leukämierisiko mehr für Kinder mit Magnetfeldexposition $>0.4 \mu\text{T}$. Die OR für ALL + AML beträgt 2.77 (95%-CI: 0.80-9.57), vgl Tabelle 1. Es bleibt unklar, ob der Einfluss anderer Faktoren wie z.B. Rauch- und Passivrauchexposition während der Schwangerschaft im Regressionsmodell untersucht wurde. Die Existenz eines Selektionsbias wurde dagegen in Sensitivitätsanalysen evaluiert, die korrigierten Odds Ratios werden allerdings ohne Vertrauensintervalle angegeben. Obwohl bewusst städtische Regionen mit höherer Exposition ausgewählt wurden, befanden sich in der höchsten Expositions-kategorie nur sechs Kinder mit ALL und fünf Kontrollkinder. Dadurch sind die Risikoschätzer sehr instabil. Wegen der geringen Fallzahlen wäre die Auswertung des Leukämierisikos in einer Expositions-kategorie von $>0.3 \mu\text{T}$ interessant. Auffallend sind die starken Expositionsschwankungen und die Spitzenwerte (bis $>4.5 \mu\text{T}$) bei zwei der sechs hoch belasteten ALL-Kinder. Weitere Ergebnisse dieser Studie bezüglich Hirntumorrisiko bei Kindern sind publiziert in Saito et al., Power-frequency magnetic fields and childhood brain tumors: a case-control study in Japan. J Epidemiol 2010; 20 (1), 54-61.

Finanzierung: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

Mezei G, Kheifets L.

Selection bias and its implications for case-control studies: a case study of magnetic field exposure and childhood leukaemia.

Int J Epidemiol 2006; 35 (2): 397-406

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Evaluierung der Auswirkung und Bedeutung von Selektionsbias in Studien zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko bei Kindern.

Exposition: Magnetfeldexposition am Wohnort durch Stromleitungen und elektrische Geräte.

Methode: Untersuchung der relevanten Publikationen hinsichtlich Existenz, Ausmass und Richtung des Selektionsbias.

Resultat: Selektionsbias liegt nicht automatisch immer dann vor, wenn die Beteiligungsrate an einer Fall-Kontrollstudie niedrig ist. Er besteht nur dann, wenn die Wahrscheinlichkeit einer Studienteilnahme mit dem Expositionsstatus zusammenhängt, also wenn Exponierte und Nichtexponierte nicht mit der gleichen Wahrscheinlichkeit als Fall- oder Kontrollpersonen ausgewählt werden. Die Beteiligungsraten in verschiedenen Phasen des Selektionsprozesses gehen nicht aus allen Publikationen hervor. In einigen Studien beteiligten sich Personen mit höherem sozioökonomischem Status häufiger als Personen mit niedrigem Sozialstand. Zur Verteilung der Magnetfeldexposition bei Nichtteilnehmern gibt es wenig Daten, ebenso zum Zusammenhang zwischen Sozialstatus und Magnetfeldexposition. Simulationen mit hypothetischen Studien ergeben Hinweise darauf, dass Selektionsbias zu einer Überschätzung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko führen kann. Ein Beispiel dafür ist die Situation, in der sich wenig Kontrollpersonen mit niedrigem Sozialstatus, aber hoher Magnetfelddbelastung an der Studie beteiligen. Ein solcher Selektionsbias führt allerdings kaum zu einer Überschätzung des Risikos in der Grössenordnung von 2. Es gibt auch Argumente gegen die Selektionsbias-Hypothese: Auch skandinavische Registerstudien mit geringem Potenzial für Selektionsbias beobachteten erhöhte Risiken. Zudem ergaben Studien mit mehreren Endpunkten beispielsweise keinen Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Hirntumorrisiko.

Schlussfolgerung: Die Autoren haben in der wissenschaftlichen Literatur sowohl Hinweise für als auch gegen den Selektionsbias als Erklärung für die beobachtete Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko bei Kindern gefunden. Die Beschreibung des Selektionsprozesses in den Publikationen ist oft unvollständig. In zukünftigen Studien sollten möglichst viele Informationen zur Magnetfeldexposition und zum Sozialstatus bei Teilnehmern und Nichtteilnehmern gesammelt werden. Ausserdem sollten Simulationen durchgeführt werden, um das Ausmass und den Effekt der potenziellen Fehler aufgrund des Selektionsprozesses zu evaluieren.

Bemerkungen: Es fehlen Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche und zur Vollständigkeit der ausgewerteten Studien. Die hypothetischen Beispiele gehen von sehr extremen Konstellationen aus (z.B. Beteiligungsrate von 20% bei Kontrollpersonen mit niedrigem Sozialstatus). Bei weniger extremen Annahmen wird die Überschätzung des Expositionseffekts deutlich geringer (z.B. Odds Ratio von 1.1 statt 1.0). Ein Kommentar zu dieser Arbeit von Röösl M. und Künzli N. ist zu finden in: Commentary: Magnetic field exposure and childhood leukaemia--moving the research agenda forward. Int J Epidemiol 2006; 35 (2): 407-408. (Id.Nr. 1929).

Finanzierung: Electric Power Research Institute

Röösli M, Künzli N.

Commentary: Magnetic field exposure and childhood leukaemia - moving the research agenda forward.

Int J Epidemiol 2006; 35 (2): 407-408

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zu: Mezei G.;Kheifets L., Selection bias and its implications for case-control studies: a case study of magnetic field exposure and childhood leukaemia. Int J Epidemiol 2005; 35(2):397-406. (Id.Nr.1928)

Resultat: Ausgehend von den hypothetischen Studienbeispielen in der Arbeit von Mezei und Kheifets erscheint es unwahrscheinlich, dass sich die Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und dem Leukämierisiko von Kindern allein durch Selektionsbias erklären lässt. Selektionsbias kann zur Überschätzung, aber auch zur Unterschätzung des wahren Expositionseffekts führen, z.B. wenn Kontrollpersonen, die in der Nähe von Hochspannungsleitungen wohnen, sich eher an Studien beteiligen als gering Exponierte. In zukünftigen Studien sollte nicht nur dem Selektionsprozess mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden, sondern auch der Expositionserfassung und der Untersuchung unterschiedlicher Empfindlichkeiten in verschiedenen Bevölkerungsgruppen, z.B. aufgrund von Gen-Umwelt-Interaktionen. Ebenfalls von entscheidender Bedeutung ist die Identifizierung der biologisch relevanten Expositionsparameter, z.B. Kontaktströme, Kontaktspannung oder hochfrequente Transienten.

Schlussfolgerung: Aus Sicht der Kommentatoren spricht die Arbeit von Mezei und Kheifets eher gegen die Hypothese, dass sich die beobachtete Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko auf Selektionsbias zurückführen lässt. Um die potenziellen Gesundheitsgefahren der Magnetfeldexposition zu eruieren, sollten biologisch relevante Expositionsmaße und innovative Studiendesigns verwendet werden.

Finanzierung: keine Angaben

Beniashvili D, Avinoach I, Baazov D, Zusman I.

Household electromagnetic fields and breast cancer in elderly women.

In Vivo 2005; 19 (3): 563-6

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der niederfrequenten EMF-Exposition durch Haushaltsgeräte in einer Gruppe von Patientinnen mit Brusttumoren.

Kollektiv: Ausgewertet wurden die Klinikakten von 1290 Patientinnen, die zwischen 1978 und 2003 im "Edith Wolfson Medical Center" in Holon, Israel, wegen eines Brusttumors behandelt worden waren. Alter: >60 J.

Exposition: Benutzung von elektrischen Haushaltsgeräten: u.a. Computer, Fernseher, Klimaanlage und Mobiltelefone. Die Angaben zur Dauer der Exposition pro Tag stammten aus den Patientenakten.

Methode: Die Studie wurde in zwei Phasen unterteilt: 1978 bis 1990 (Gruppe I) und 1991 bis 2003 (Gruppe II). Die Patientinnen in Gruppe I benutzten selten elektrische Geräte, die Teilnehmerinnen in Gruppe II dagegen häufig. Von allen Patientinnen wurden Tumorgewebeproben untersucht. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test.

Resultat: Die Inzidenz der gut- und bösartigen Brusttumoren betrug in der Basispopulation 1.4%. Frauen über 60 J. waren in 45.6% der Fälle betroffen. Von diesen 1290 Patientinnen gehörten 585 zu Gruppe I und 705 zu Gruppe II. Eine mindestens dreistündige Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern durch Haushaltsgeräte (überwiegend Computer) bestand bei 114 Frauen in Gruppe I (19.5%) und 360 Frauen in Gruppe II (51.1%). Der Chi-Quadrat-Test für diesen Vergleich ergab einen p-Wert von <0.001.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Analysen einen Hinweis darauf, dass die Exposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung die Entwicklung von Brusttumoren begünstigt.

Bemerkungen: Die Ergebnisse dieser Studie sind nicht aussagekräftig, weil es sich um eine reine Fallreihenuntersuchung handelt und kein Vergleich mit einer nicht erkrankten Kontrollgruppe erfolgte. Zudem wurden die beiden Gruppen bereits am Anfang aufgrund ihrer vermuteten Exposition definiert. Der anschliessende Vergleich hinsichtlich Exposition ist daher nicht sinnvoll. Ausserdem gibt es keine Angaben über die Altersverteilung in den beiden Studiengruppen, und die Basispopulation, aus der die Patientinnen stammten, ist unklar (200 527 Biopsien gesunder Frauen?). Es wurden keine Informationen über zusätzliche Einflussfaktoren (=potenzielle Confounder) erhoben, so dass nicht beurteilbar ist, ob das Risikoprofil der Patientinnen in beiden Gruppen abgesehen von der EMF-Exposition vergleichbar war. Auch die Angaben zur EMF-Exposition sind sehr dürftig: Es wird nicht zwischen hoch- und niederfrequenten Feldquellen unterschieden, und das Ausmass der Exposition wird nur grob anhand der Informationen zur Computertätigkeit in den Patientenakten abgeschätzt. Ebenfalls unklar sind die Angaben zur Verteilung der gut- und bösartigen Tumortypen in der Studienpopulation. Insgesamt erscheint die Schlussfolgerung der Autoren nicht gerechtfertigt. In einer weiteren Publikation derselben Daten, lediglich ohne Altersbegrenzung, sehen die Autoren trotz ebenfalls bestehender Korrelation keinen Zusammenhang zwischen Exposition und Erkrankung: Beniashvili et al.: The role of household electromagnetic fields in the development of mammary tumors in women: clinical case-record observations. Med Sci Monit 2005: 11 (1), CR10-3. Id.Nr. 1931.

Finanzierung: keine Angaben

Beniashvili D, Avinoach'm I, Baasov D, Zusman I.

The role of household electromagnetic fields in the development of mammary tumors in women: clinical case-record observations.

Med Sci Monit 2005; 11 (1): CR10-3

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Brustkrebs
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer:	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Panel-, Zeitreihenstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung von Patientenakten von Frauen mit Brusttumoren zur Untersuchung möglicher Zusammenhänge mit der EMF-Exposition durch elektrische Haushaltsgeräte.

Kollektiv: Frauen, bei denen zwischen 1978 und 2003 im Edith Wolfson Medical Center in Holon, Israel, eine Gewebeprobe der Brustdrüse (Biopsie) vorgenommen wurde.

Exposition: Benutzung elektrischer Haushaltsgeräte wie Computer, Fernsehgeräte, Klimaanlage und Mobiltelefone. Die Angaben zur Anzahl der Frauen, die mehr als drei Stunden pro Tag exponiert waren, in den meisten Fällen durch Computer, stammte aus den Patientenakten.

Methode: Die Studiendaten wurden in zwei Phasen unterteilt: 1978 bis 1990 (Gruppe I) und 1991 bis 2003 (Gruppe II). Es wurde angenommen, dass die Patientinnen der zweiten Gruppe häufiger elektrische Haushaltsgeräte benutzten als diejenigen in der ersten Gruppe. Ausgewertet wurden Gewebeproben von Tumoren der Brustdrüse. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test.

Resultat: Es wurden 200 527 Biopsien ausgewertet. Ein Brusttumor bestand bei 2824 Patientinnen (1.4%), davon 1613 (57.1%) aus Gruppe I und 1211 (42.9%) aus Gruppe II. Bei 2165 Neoplasien handelte es sich um epitheliale Tumoren, davon waren 1760 invasive Karzinome. Der häufigste bösartige Tumortyp war das invasive duktales Karzinom. Diese Diagnose wurde bei 777 Frauen in Gruppe I und 696 Frauen in Gruppe II gestellt (52.7% vs. 47.2%). Von den Patientinnen mit invasivem duktalem Karzinom in Gruppe I waren 181 (23.2%) täglich mindestens drei Stunden elektromagnetischer Strahlung durch Haushaltsgeräte (mehrheitlich Computerarbeit) ausgesetzt, in Gruppe II waren das 327 Frauen (46.9%). Trotz des signifikanten Unterschieds in der Anzahl der

Patientinnen mit regelmässiger EMF-Exposition über 3 Stunden pro Tag ($\chi^2=29.7$, $p < 0.001$), ergab sich keine Korrelation zwischen Expositionsdauer und Anzahl bösartiger Tumoren in jeder Gruppe.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie keine Korrelation zwischen EMF-Exposition und Anzahl der Frauen mit malignen Tumoren in jeder Gruppe beobachtet haben.

Bemerkungen: Die Studienanlage, die Expositionserfassung, die statistische Auswertung und die Präsentation der Ergebnisse ist mangelhaft und lässt keine fundierten Schlussfolgerungen zu. Siehe ausführliche Bemerkungen zu Beniashvili et al.: Household electromagnetic fields and breast cancer in elderly women. In Vivo 2005: 19 (3), 563-6 (Id.Nr. 1931). Obwohl die Autoren in beiden Publikationen eine statistisch signifikante Korrelation berechnen, gelangen sie zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen. Dies wird nicht diskutiert, und es ist nicht nachvollziehbar, wie die Schlussfolgerungen zustande kommen.

Finanzierung: "Departmental Sources"

Feychting M.

Non-cancer EMF effects related to children.

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S69-74

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung der epidemiologischen Studienergebnisse zu EMF-Exposition (hoch- und niederfrequent) und Schwangerschaftsverlauf resp. -komplikationen und angeborenen Fehlbildungen.

Kollektiv: Schwangere Frauen, die in verschiedenen Studien zur EMF-Exposition untersucht wurden.

Exposition: Niederfrequente elektromagnetische Felder von Computerbildschirmen, elektrischen Heizdecken, Wasserbetten, Stromleitungen und Hochspannungsleitungen. Hochfrequente elektromagnetische Felder durch berufliche Exposition bei Physiotherapeutinnen und von Mobiltelefonen.

Methode: Übersichtsarbeit mit Fokus auf methodische Aspekte, insbesondere Expositionserfassung. Vollständigkeit der Literaturrecherche steht nicht im Vordergrund.

Resultat: Die epidemiologischen Studien ergeben keine konsistenten Hinweise auf Schwangerschaftsschädigungen durch niederfrequente elektromagnetische Felder. Es ist aber fraglich, ob sie methodisch gut genug waren, um einen solchen Effekt identifizieren zu können. Schwachpunkte der Studien sind die Expositionserfassung, die Wahl der Expositionskategorien und die mangelnde statistische Teststärke (wenig stark Exponierte). Zur Auswirkung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung gibt es fast ausschliesslich Studien zur beruflichen Exposition von Physiotherapeutinnen. Die Ergebnisse dieser Studien sind inkonsistent und erlauben keine Schlussfolgerungen. Zur Auswirkung von Mobilfunkexposition (Telefone oder Basisstationen) auf den Schwangerschaftsverlauf gibt es noch keine Daten.

Schlussfolgerung: Die Autorin folgert, dass ein negativer Effekt niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf den Schwangerschaftsverlauf zur Zeit weder als ausgeschlossen noch als nachgewiesen betrachtet werden

kann. Ein plausibler Wirkmechanismus ist nicht bekannt. Zur hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung gibt es bisher nur Studien an beruflich exponierten Physiotherapeutinnen und noch keine Daten zur Mobilfunkexposition. Schlussfolgerungen bezüglich potenzieller Risiken sind daher nicht möglich.

Finanzierung: keine Angaben

Schüz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J.

Childhood acute leukaemia and residential 16.7 Hz magnetic fields in Germany.

Br J Cancer 2001; 84 (5): 697-9

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Assoziation zwischen Magnetfeldexposition durch Bahnstrom (16.7 Hz) und Leukämierisiko bei Kindern. Teilauswertung einer deutschen Leukämiestudie. Vgl.: Schüz et al., Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study. Int J Cancer 2001; 91 (5), 728-35 (Id.Nr.1713).

Kollektiv: Kinder, bei denen zwischen 1990 und 1994 eine akute Leukämie diagnostiziert worden war und die an einer Krebsstudie in Deutschland teilnahmen. Die Kontrollkinder stammten aus dem Bevölkerungsregister. Die Basispopulation bestand aus 847 Patienten und 2127 Kontrollkindern.

Exposition: Die 24-Stunden-Messung der Magnetfeldexposition erfolgte im Schlafzimmer des Kindes (FW2a Messgerät). Magnetfelder von 50 Hz 16,7 Hz wurden getrennt erfasst. Die Expositionskategorien lagen bei <0.1 µT, 0.1 bis <0.2 µT und >0.2 µT.

Methode: Die statistische Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression und Häufigkeitsmatching, stratifiziert nach Geburtsjahr, Alter und Geschlecht. Zusätzlich wurde die Wohnregion (städtisch, gemischt, ländlich), der Ursprungsort und der sozioökonomische Status berücksichtigt.

Resultat: Die Exposition gegenüber 16.7-Hz-Magnetfeldern wurde für 489 Kinder mit Leukämie und 1240 Kontrollkinder erfasst (Responsrate: 58%). Eine mediane Magnetfeldexposition von >0.2 µT bestand bei 3 Leukämiepatienten und 6 Kontrollkindern (0.5%). Für diese Kategorie ergab sich ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Leukämierisiko mit einer Odds Ratio von 1.91 (95%-CI: 0.41-8.89). Für Kinder mit einer mittleren Magnetfeldexposition (0.1 bis 0.2 µT) war das relative Leukämierisiko nicht erhöht (0.31, 95%-CI: 0.07-1.38).

Schlussfolgerung: Wegen der geringen Anzahl an Kindern, die einer medianen 16.7-Hz-Magnetfeldexposition von $>0.2 \mu\text{T}$ ausgesetzt waren, sehen die Autoren in ihren Resultaten weder einen deutlichen Hinweis für eine Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko noch einen Ausschluss eines solchen Zusammenhangs. Der Beitrag der 16.7 Hz-Felder zur Gesamtexposition mit niederfrequenten elektromagnetischen Strahlung scheint auf Bevölkerungsebene nicht wesentlich zu sein.

Finanzierung: Bundesumweltministerium Deutschland

Wood AW.

How dangerous are mobile phones, transmission masts, and electricity pylons?.

Arch Dis Child 2006; 91 (4): 361-6

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Risikowahrnehmung

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Land:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen elektromagnetischer Felder von verschiedenen Quellen (Mobiltelefone, Sendeanlagen und elektrische Leitungen).

Kollektiv: Gesamtbevölkerung, Studien aus verschiedenen Ländern.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen, Sendeanlagen und elektrischen Leitungen.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Die Studienergebnisse zu Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko sind inkonsistent. Für Gliome und Meningeome ergaben sich keine erhöhten Risiken. In Bezug auf Akustikusneurinome wurde in einigen schwedischen Studien und in gepoolten Analysen ein Trend zu erhöhten Risiken beobachtet, insbesondere bei gleichzeitiger Telefonbenutzung und eher für analoge als für digitale Mobiltelefone. In amerikanischen Studien war dagegen die Anzahl kontralateraler Akustikusneurinome erhöht. Experimentelle Studien weisen mehrheitlich auf eine Zunahme der Alpha-Aktivität im EEG bei Mobiltelefonexposition hin. Zum Krebsrisiko gibt es epidemiologische Studien in der Umgebung von Radio- und Fernsehsendern, deren Ergebnisse nicht einheitlich sind. Eine Korrelation mit verschiedenen Expositionsniveaus wurde nicht beobachtet. Für die Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern von Freileitungen zeigen gepoolte Analysen eine Verdopplung des Leukämierisikos bei Kindern mit Expositionen über 0.3 bis 0.4 μ T. Ob es sich dabei um einen ursächlichen Zusammenhang handelt, ist noch nicht geklärt.

Schlussfolgerung: Der Autor fasst zusammen, dass nur für niederfrequente Magnetfelder eine Assoziation mit

dem Leukämierisiko identifiziert wurde. Falls es sich dabei um einen ursächlichen Zusammenhang handelt, sind ungefähr 1% der Leukämiefälle diesem Faktor zuzuschreiben. Generell sind Vorsorgemassnahmen berechtigt, Kosten und Benefit sollten gegeneinander abgewogen werden.

Bemerkungen: Angaben zum Vorgehen und zur Vollständigkeit der Literaturrecherche fehlen. Die Aussage, dass noch keine epidemiologischen Studien zur Exposition durch Mobilfunkbasisstationen existieren, ist nicht richtig, obschon die vorhandenen Studien methodische Mängel aufweisen. Individuelle Vorsorgemassnahmen zur Reduzierung der Exposition sind nicht immer möglich.

Finanzierung: keine Angaben

Wood AW, Loughran SP, Stough C.

Does evening exposure to mobile phone radiation affect subsequent melatonin production?.

Int J Radiat Biol 2006; 82 (2): 69-76

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Beeinflussung der Melatoninsekretion durch Mobiltelefonexposition vor dem Schlaf. Teil einer grösseren Studie zu Schlafparametern: Loughran et. al., The effect of electromagnetic fields emitted by mobile phones on human sleep. Neuroreport 2005: 16 (17), 1973-6. (Id.Nr. 1905)

Kollektiv: 55 Probanden (30 Männer), Alter: 18 bis 60 J., Durchschnitt: 30.6.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110) an der rechten Kopfseite. Das Telefon sendete mit einer Durchschnittsleistung von 0.25 W. Die Frequenz lag bei 895 MHz, gepulst mit 217 Hz. Die spezifische Absorptionsrate (SAR 10g) betrug durchschnittlich 0.674 W/kg. Die Exposition dauerte 30 Minuten und fand ca. 20 Min. vor dem Zubettgehen statt.

Methode: Doppelblinde Crossover-Studie, Durchführungszeitraum: Juli 2003 bis August 2004. Die beiden Sitzungen (reale Exposition/Scheinxposition) fanden im Abstand von einer Woche statt, die Reihenfolge war zufällig und innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Die Konzentration des Melatoninmetaboliten 6-Sulfatoxymelatonin (6-OHMS, aMT6s) im Urin wurde zwischen 22:30 und 23:30 Uhr bestimmt und am nächsten Morgen um 6 Uhr. Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Test für gepaarte Daten.

Resultat: Die Menge an aMT6s im Urin (Konzentration x Volumen) betrug bei Exposition durchschnittlich 14.1 ± 1.1 µg, bei Scheinxposition 14.6 ± 1.3 µg. Weder diese Werte noch die separaten Messungen vor und nach dem Schlaf unterschieden sich signifikant. Wenn die aMT6s-Konzentration auf die Kreatininkonzentration bezogen wurde (Normalisierung), zeigte sich abends ein signifikant niedrigerer Wert nach realer Exposition als nach Scheinxposition (5.6 ± 0.6 ng/mg Kreatinin vs 7.7 ± 1.3 ng/mg Kreatinin, $p=0.037$). Die morgendlichen Werte unterschieden sich nicht (29.4 ± 1.9 ng/mg Kreatinin vs. 29.2 ± 2.0 ng/mg Kreatinin).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihrem Experiment, dass die Gesamtproduktion an Melatonin während der Nacht nicht durch die Mobiltelefonexposition vor dem Schlaf beeinflusst wird. Die signifikante Reduktion der Melatoninmenge bezogen auf die Kreatininkonzentration sollte überprüft werden. Mögliche Erklärungen sind ein verzögerter Beginn der Melatoninsekretion nach Exposition oder eine Subgruppe empfindlicher Personen.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council

Henshaw DL, Reiter RJ.

Do magnetic fields cause increased risk of childhood leukemia via melatonin disruption?.

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S86-97

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche Tiere	Melatonin und andere Hormone Tumoren: Leukämien, Lymphome
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zu Zusammenhängen zwischen Magnetfeldexposition, Melatoninausschüttung und Krebsrisiko.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive aus epidemiologischen und experimentellen Untersuchungen, auch Tierstudien.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder (50/60 Hz).

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Insgesamt weisen die Studien auf eine Störung der nächtlichen Melatoninproduktion durch langfristige Magnetfeldexposition hin. Einige Untersuchungen ergeben Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung und Effekte bei Expositionen unterhalb von 0.3 bis 0.4 μT . Es existieren mehrere Hypothesen über Wirkmechanismen, die der Interaktion zwischen Magnetfeldern und Melatoninsekretion zugrunde liegen könnten. Beim Menschen wurde noch kein Wirkmechanismus experimentell nachgewiesen.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass mehrere Hypothesen bestehen, die einen Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition, Melatonin und Krebserkrankungen erklären könnten. Die vorliegenden Studien haben aber keine definitive Verbindung etabliert. Es besteht Bedarf an weiteren epidemiologischen Untersuchungen und an Laborstudien mit Zellen des blutbildenden Systems. Untersucht werden sollten auch mögliche Zusammenhänge zwischen Lichtexposition während der Nacht und Leukämierisiko.

Bemerkungen: Angaben zum Vorgehen bei der Literaturrecherche und zu ihrer Vollständigkeit fehlen.

Finanzierung: CHILDREN with LEUKAEMIA

Behrens T, Terschuren C, Kaune WT, Hoffmann W.

Quantification of lifetime accumulated ELF-EMF exposure from household appliances in the context of a retrospective epidemiological case-control study.

J Expo Anal Environ Epidemiol 2004; 14 (2): 144-153

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Erfassung der lebenslangen Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern durch elektrische Haushaltsgeräte.

Kollektiv: 3041 Personen wurden aus den Bevölkerungsregistern von sechs verschiedenen Regionen in Deutschland zufällig ausgewählt und nach Geschlecht und Alter stratifiziert. Diese Personen dienten als Kontrollgruppe in einer Fall-Kontrollstudie zu den Risikofaktoren von Leukämie- und Lymphomerkrankungen.

Exposition: Die Exposition gegenüber elektrischen Haushaltsgeräten wurde in persönlichen, computergestützten Interviews erfasst. Die Antwortrate unter den Kontrollpersonen betrug 57%. Als relevanteste Expositionsquellen wurden a priori acht elektrische Geräte definiert: Mikrowellenherd, Föhne, motorisierte elektrische Wecker, Heizdecken und -kissen, beheizte Wasserbetten, Computer, Fernsehgeräte und Nähmaschinen. Expositionsmasse waren die Brutto-Benutzungsdauer (letztes Jahr der Verwendung minus erstes Verwendungsjahr plus 1), die Netto-Benutzungsdauer (abzüglich der Jahre ohne Verwendung) und die durchschnittliche Benutzungszeit pro Tag. Unter Berücksichtigung der magnetischen Flussdichte der Geräte wurde die kumulative lebenslange Exposition in μT -Stunden geschätzt (gewichteter geometrischer Mittelwert).

Methode: Quantifizierung der Magnetfeldexposition durch elektrische Geräte mit verschiedenen Massen und unterschiedlicher Präzision. Berücksichtigt wurden auch Benutzungsgewohnheiten wie Abstand zum Gerät etc.

Resultat: Insgesamt wurden 152.580 Benutzungsjahre erfasst. Den grössten Anteil daran hatten Fernsehgeräte (107.704 J.), den zweitgrössten Mikrowellenherde (16.134 J.), den drittgrössten Heizdecken (10.375 J.). Die

höchste Lebenszeitexposition ergab sich für Elektrowecker (ca. 10 Mio μ T-Stunden insgesamt), gefolgt von Heizdecken und Fernsehern. Die Resultate für die Brutto- und Nettobenutzungsdauer stimmten gut überein. Die kumulative Exposition führte dagegen zu einer anderen Einstufung als die Nettobenutzungsdauer.

Schlussfolgerung: Die meisten Parameter wurden bei der Berechnung der kumulativen Lebenszeitexposition berücksichtigt (z.B. Gerätetyp, Flussdichte, Benutzungsdistanz). Trotz des aufwendigen Verfahrens empfehlen die Autoren für epidemiologische Studie eine möglichst detaillierte Erhebung der Magnetfeldbelastung.

Finanzierung: keine Angaben

Rubin GJ, Hahn G, Everitt BS, Cleare AJ, Wessely S.

Are some people sensitive to mobile phone signals? Within participants double blind randomised provocation study.

British Medical Journal 2006; 332 (7546): 886-891

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zum Auftreten von Kopfschmerzen während der Mobiltelefonexposition bei Personen, die über Beschwerden im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung klagen (elektromagnetische (Hyper-)sensibilität).

Kollektiv: Die Probanden wurden über Inserate in verschiedenen Medien, über Selbsthilfeorganisationen und Arztpraxen in Grossbritannien rekrutiert. Als empfindlich galten Personen, die angaben, bei Mobiltelefonbenutzung innerhalb von 20 Minuten Kopfschmerzen zu bekommen. Ausgewertet wurden die Daten von 60 Probanden mit Beschwerden und 60 Probanden ohne Empfindlichkeit gegenüber Mobiltelefonen.

Exposition: GSM Mobiltelefon, 900 MHz. Die Antenne befand sich etwas über und hinter dem linken Ohr des Probanden, ein paar Millimeter von der Kopfhaut entfernt. Es gab drei Expositionsarten: gepulstes Signal, kontinuierliches Signal (Trägerwelle) und Scheinexposition. Die SAR für beide Signale betrug $1.4 \text{ W/kg} \pm 30\%$. Die Exposition dauerte 50 Minuten, die Reihenfolge wurde zufällig ermittelt und war innerhalb der Gruppe ausgeglichen.

Methode: Nach einer dreissigminütigen Gewöhnungsphase gaben die Probanden auf einer visuellen Analogskala von 1 bis 100 die Ausgangslage bezüglich Beschwerden an. Während der dann beginnenden Mobiltelefonexposition erfolgte die Beschwerden-Einschätzung nach 5, 10, 30 und 50 Minuten. Zudem wurden die Teilnehmer 30 Minuten nach der Exposition und im Abstand von mindestens 24 Stunden erneut befragt. Als "definitives Symptom" galten Werte auf der Analogskala über 5. Der primäre Endpunkt der Studie waren Kopfschmerzen, aber auch andere Beschwerden (Kribbelgefühl, Brennen, Augenschmerzen etc.) wurden registriert. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels "generalised estimating equation model".

Resultat: Die Probanden mit Mobiltelefonempfindlichkeit hatten während der Exposition mehr Beschwerden als die Kontrollpersonen (Differenz bei Kopfschmerzen: 1.0 Einheiten auf der visuellen Analogskala, 95%-CI: 0.4 -2.0). Die Beschwerden nahmen in beiden Gruppen mit der Expositionsdauer zu und hingen von der Höhe der Ausgangssymptomatik ab. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Expositionsarten (gepulstes Signal, kontinuierliches Signal, Scheinexposition). Auch die Befragung am Tag nach der Exposition ergab keine signifikanten Unterschiede. Während der GSM-Exposition schätzten 60% der Sensiblen und 58% der Kontrollpersonen, dass es sich um ein reales Signal handelte. Während der Scheinexposition gingen 63% der Sensiblen und 68% der Kontrollen von einem wirklichen Signal aus.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keine Evidenz für eine biologische Grundlage der selbstberichteten Mobiltelefon-Sensibilität. Sie fanden keinen Hinweis darauf, dass die Pulsierung des GSM-Signals zum Auftreten von Symptomen beiträgt und vermuten das Vorliegen eines "Nozebo-Effekts".

Bemerkungen: Die Darstellung der Hauptresultate als Regressionskoeffizienten mit Standardfehlern (Tab. 2) ist schwer interpretierbar, ebenso die Angabe der Differenz im Beschwerdescore zwischen den beiden Studiengruppen (Zunahme um eine Einheit auf einer Skala von 0 bis 100?). Auf Unterschiede innerhalb der Gruppen wird im Text nicht eingegangen: Die mediane Kopfschmerzausprägung scheint in der Gruppe der Sensiblen bei Exposition mit kontinuierlichem Signal höher zu sein als bei gepulstem Signal oder bei Scheinexposition (Abb.2). Bei der Powerberechnung wurde eine andere statistische Methode verwendet als in der Datenauswertung (Varianzanalyse statt Generalised Estimating Equation). Es gibt keine Angaben zum zeitlichen Abstand zwischen den drei Expositionssitzungen für jeden Probanden.

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research programme (MTHR) funded by the UK Department of Health and the mobile telecommunication industry

Peck SC, Kavet R.
Research strategies for magnetic fields and cancer.
Risk Analysis 2005; 25 (1): 179-88

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Derzeit bestehen drei Hypothesen, wie der beobachtete Zusammenhang zwischen EMF-Exposition und Leukämierisiko bei Kindern zustande kommen könnte: 1. erhöhte Magnetfeldbelastung (Durchschnitt), 2. Auftreten von Kontaktströmen an Wasserleitungen und daraus entstehende intermittierende Magnetfeldbelastungen (vor allem in Badewannen mit Abflussrohren aus Gusseisen), 3. Fehleinschätzung aufgrund methodischer Mängel der epidemiologischen Studien (Bias). Es soll berechnet werden, welchen monetären Wert die Lösung dieser Frage erbringen würde.

Kollektiv: Allgemeinbevölkerung in USA, Haushalte mit höherer Magnetfeldexposition und Kindern unter 10 Jahren.

Exposition: Niederfrequente Magnetfeldexpositionen am Wohnort.

Methode: Aufgrund von Bevölkerungsdaten und den Ergebnissen einer Messkampagne in USA gehen die Autoren von zwei Millionen "Problemhaushalten" mit Magnetfeldexposition über ca. 2 mG (0.2 µT) und durchschnittlich 1.8 Kindern unter 10 Jahren aus. Zur Reduktion der Magnetfeldbelastung stehen verschiedene bauliche Massnahmen zur Verfügung (Isolierung der Wasserleitungen, Verlegung der Rohre). Diese Massnahmen sind mit unterschiedlich hohen Kosten verbunden. Welche Expositionshypothese am ehesten zutrifft, ist nicht bekannt. Ebenfalls unbekannt ist das Ausmass des Risikoanstiegs, falls die jeweilige Hypothese stimmt. Für die Magnetfeldhypothese werden Odds Ratios zwischen 1.5 und 3 angenommen und für die Kontaktstrom-Hypothese Odds Ratios zwischen 3 und 6. Das Hintergrundrisiko in der Bevölkerung wird auf 5 Leukämieerkrankungen pro 100 000 Kinder pro Jahr geschätzt, die durchschnittliche Expositionsdauer auf 10 Jahre. Als Kostenersparnis bei Reduktion der Leukämiewahrscheinlichkeit um den Faktor 0.001 werden 2000 Dollar angenommen.

Resultat: Mit Hilfe einer Entscheidungsanalyse werden die Kosten und Einsparungen für verschiedene Szenarien und unter Annahme diverser Wahrscheinlichkeiten berechnet. Wenn der Entstehungsmechanismus bekannt wäre, könnten die Massnahmen darauf abgestimmt werden. Das würde zu einer Einsparung von 233 Dollar pro "Problemhaushalt" führen. Je nach Wahrscheinlichkeit der drei Entstehungshypothesen errechnen sich Werte zwischen 100 und 250 Dollar pro Haushalt. Bezogen auf zwei Millionen "Problemhaushalte" bedeutete dies Einsparungen zwischen 200 und 500 Millionen Dollar.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Berechnungen, dass der Entstehungsmechanismus für die Kostenersparnis entscheidend ist, nicht die Höhe der Odds Ratio.

Bemerkungen: Die Berechnungen sind hypothetisch und beruhen auf Annahmen zur Wahrscheinlichkeit.

Finanzierung: Electric Power Research Institute (EPRI)

Lightfoot T.

Aetiology of childhood leukemia.

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S5-S11

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über den Wissensstand zur Entstehung der Kinderleukämie.

Exposition: Diverse Expositionen.

Methode: Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse zu biologischen Faktoren und Umwelteinflüssen, die als Leukämieursachen diskutiert werden.

Resultat: Man geht davon aus, dass zur Entstehung einer Leukämie mehrere genetische Veränderungen notwendig sind. Eine Hypothese besagt, dass bereits vor der Geburt genetische Abnormitäten wie zum Beispiel eine Chromosomentranslokation auftreten, die in den meisten Fällen durch körpereigene Reparaturmechanismen korrigiert werden. Zur Erkrankung an Leukämie kommt es nur, wenn nach der Geburt weitere genetische Störungen auftreten, die nicht kompensiert werden können. Das Risiko der prä- und postnatalen Genläsionen wird durch Umweltfaktoren direkt oder indirekt beeinflusst. Nachgewiesen ist eine kanzerogene Wirkung bei Exposition vor der Geburt (in utero) nur für Diethylstilbestrol (synthetisches Östrogen) und für ionisierende Strahlung (Röntgen). Ebenfalls in Diskussion sind Chemotherapeutika, Bestandteile diverser Lebensmittel, Benzolmetabolite (im Zigarettenrauch oder bei Luftverschmutzung) und Enzymmangel (Folsäurestoffwechsel). Weitere Hypothesen betreffen fehlerhafte Immunreaktionen auf bakterielle oder virale Infektionen und die Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend hält die Autorin fest, dass an der Entstehung der Leukämie wahrscheinlich genetische Faktoren und Umwelteinflüsse beteiligt sind. Zudem ist von Gen-Umwelt-Interaktionen auszugehen. Die wissenschaftliche Evidenz für die verschiedenen Hypothesen ist begrenzt und die Studienresultate oft widersprüchlich.

Finanzierung: Leukemia Research Fund

Descatha A, Jenabian A, Conso F, Ameille J.

Occupational exposures and haematological malignancies: overview on human recent data.

Cancer Causes Control 2005; 16 (8): 939-53

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über die wichtigsten epidemiologischen Studien zu Expositionen am Arbeitsplatz und dem Risiko bösartiger Erkrankungen der Blutzellen oder des Knochenmarks.

Exposition: Diverse berufliche Expositionen.

Methode: Die Literaturrecherche erfolgte in verschiedenen Datenbanken. Es wurden nur Studien an Menschen berücksichtigt: 71 Kohortenstudien, 46 Fall-Kontrollstudien und 36 Metaanalysen oder Übersichtsarbeiten.

Resultat: Schätzungsweise 5 bis 10% der Leukämieerkrankungen in Europa sind auf berufliche Expositionen zurückzuführen. Nachgewiesen ist die krebserregende Wirkung nur für Benzol (z.B. in der Ölindustrie) und ionisierende Strahlung (Röntgen), vor allem in Bezug auf akute myeloische Leukämie. Als Verursacher von hämatologischen Krebserkrankungen in Diskussion sind u.a. aromatische Kohlenwasserstoffe, Lösungsmittel, Pestizide, Virusinfektionen (EBV), Chemotherapeutika und Formaldehyd. In Bezug auf niederfrequente elektromagnetische Felder hat eine Metaanalyse Hinweise auf Zusammenhänge mit der akuten myeloischen Leukämie und der chronisch lymphatischen Leukämie ergeben (Kheifets 1997). Eine eingebettete Fall-Kontrollstudie zeigte eine signifikante Assoziation zwischen elektrischen Feldern über 10 V/m und Leukämie (Villeneuve 2000), andere Studien bestätigten diese Beobachtung nicht. In einigen Untersuchungen ergab sich ein Zusammenhang zwischen der Tätigkeit in der Elektro- oder Telekommunikationsindustrie und dem Risiko, an einem Non-Hodgkin-Lymphom oder einem Multiplen Myelom zu erkranken.

Schlussfolgerung: Neben den beiden gesicherten ätiologischen Faktoren Benzol und ionisierende Strahlung beurteilen die Autoren Pestizide und infektiöse Agenzien als "stark verdächtig". Wiederholt beobachtet wurden Zusammenhänge mit organischen Lösungsmitteln, Zytostatika, Ethylenoxid und niederfrequenten

elektromagnetischen Feldern.

Bemerkungen: Die Formulierung in Text und Abstract ist nicht deckungsleich, die Schlussfolgerung bezüglich EMF findet sich nur im Abstract.

Finanzierung: keine Angaben

Bianchi N, Crosignani P, Rovelli A, Tittarelli A, Carnelli CA, Rossitto F, Vanelli U, Porro E, Berrino F.
Overhead electricity power lines and childhood leukemia: a registry-based, case-control study.
Tumori 2000; 86 (3): 195-8

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Magnetfeldexposition am Wohnort durch Stromleitungen und dem Risiko von Kinderleukämie.

Kollektiv: 103 Leukämiepatienten im Alter von 0 bis 14 Jahren, die im Krebsregister der Lombardei im Rekrutierungszeitraum von 1976 bis 1992 registriert waren. 412 Kontrollkinder wurden aus dem Archiv des italienischen Gesundheitsdienstes zufällig ausgewählt und jedem Patienten vier Kontrollen mit entsprechendem Geschlecht und Alter zugeordnet.

Exposition: Die Exposition wurde anhand der Distanz zwischen Wohnhaus und der nächsten elektrischen Freileitung ermittelt. Aus Entfernung und Auslastung der Stromleitungen wurde die durchschnittliche Magnetfeldexposition berechnet. Als Wohnadresse galt diejenige zum Zeitpunkt der Diagnose bzw. zum Zeitpunkt der Rekrutierung (1996). Häuser in bis zu 150 m Entfernung galten als exponiert. Für diese Häuser wurden zur Überprüfung der Berechnungen Punktmessungen am Hauseingang durchgeführt (Dauer: 5 Min., Höhe: 1 m).

Methode: Fall-Kontrollstudie in 97 Gemeinden der italienischen Provinz Varese (insgesamt 141 Gemeinden). Berechnung von relativen Risiken mittels nichtkonditionaler logistischer Regression und der Korrelation zwischen den Expositionsmassen mittels Pearson-Korrelationskoeffizienten. Die relativen Risiken wurden für Alter und Geschlecht korrigiert.

Resultat: 20 Kinder wurden als exponiert eingestuft, ihre durchschnittliche Magnetfeldbelastung lag über 0.001 μ T. Für diese Kinder ergab sich im Vergleich zu den Nichtexponierten ein relatives Leukämierisiko von 3.59

(95%-CI: 1.44-8.98). In der Expositionskategorie zwischen 0.001 und 0.1 μT befanden sich 6 Patienten und 8 Kontrollkinder, hier betrug das relative Risiko 3.29 (95%-CI: 1.11-9.73). Für die sechs Kinder mit Magnetfeldbelastungen über 0.1 μT (3 Patienten, 3 Kontrollen) wurde ein relatives Leukämierisiko von 4.51 (95%-CI: 0.88-23.17) errechnet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten weitere Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Kinderleukämie. Ein biologischer Entstehungsmechanismus ist nicht bekannt, es können nur wenige Leukämieerkrankungen auf die Magnetfeldexposition zurückgeführt werden. Massnahmen zur Verminderung der Exposition sind empfehlenswert.

Bemerkungen: Die Anzahl der exponierten Kinder ist gering, daher sind die Risikoschätzer instabil, zudem müssten sie als Odds Ratios bezeichnet werden, nicht als relative Risiken. Als Einflussfaktoren wurden in der statistischen Auswertung offenbar Alter und Geschlecht berücksichtigt, für die bereits gematcht wurde. Nicht berücksichtigt wurden die Exposition gegenüber Röntgenstrahlung, berufliche Expositionen der Mutter, Unterschiede im Sozialstatus etc. Die Expositionserfassung für die Kontrollen erfolgte mehrere Jahre später als diejenige für die Patienten. Das Vorgehen bei Rekrutierung und Ausschluss von Studienteilnehmern wird nicht detailliert beschrieben (Selektionsbias?).

Feychting M, Floderus B, Ahlbom A.

Parental occupational exposure to magnetic fields and childhood cancer (Sweden).

Cancer Causes Control 2000; 11 (2): 151-6

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hypothese, dass ein Zusammenhang zwischen der beruflichen Magnetfeldexposition der Eltern vor/während der Schwangerschaft und dem Leukämierisiko des Kindes besteht.

Kollektiv: Alle Kinder, die 1976, 1977, 1981 oder 1982 in Schweden geboren wurden und deren Eltern zur Zeit der Geburt verheiratet waren (Identifizierung des Vaters sonst nicht möglich).

Exposition: Es wurde eine Berufs-Expositions-Matrix verwendet, die auf Magnetfeldmessungen in verschiedenen Berufsgruppen beruhte (geometrisches Mittel der arithmetischen Mittelwerte der Arbeitstagmessungen). Die Informationen zur Berufstätigkeit der Eltern in den Jahren 1975 bzw. 1980 stammten aus Volkszählungen und bezogen sich auf den Zeitraum von 2 bis 26 Monaten vor der Geburt des Kindes. Expositions-kategorien bei den Müttern: $<0.11 \mu\text{T}$, $0.12-0.18 \mu\text{T}$, $>0.19 \mu\text{T}$ (=75. Perzentil) und $0.12-0.25 \mu\text{T}$, $>0.26 \mu\text{T}$ (=90. Perzentil). Expositions-kategorien bei den Vätern: $<0.12 \mu\text{T}$, $0.13-0.21 \mu\text{T}$, $>0.22 \mu\text{T}$ (=75. Perzentil) und $0.13-0.29 \mu\text{T}$, $>0.30 \mu\text{T}$ (=90. Perzentil).

Methode: Aus dem Bevölkerungsregister von Schweden wurde eine Kohorte von 235 635 Kindern identifiziert und bis zu ihrem 15. Geburtstag oder mindestens bis 1993 beobachtet. Die Daten zur Krebserkrankung oder zum Tod der Kinder stammten aus dem Schwedischen Krebs- bzw. Todesursachenregister. Das relative Krebsrisiko (RR) der Kinder bezogen auf die Magnetfeldexposition der Eltern wurde mittels Cox-Proportional-Hazards-Modellen berechnet. Einflussfaktoren: Jahr der Volkszählung, Geschlecht des Kindes, Alter der Eltern. In einer zusätzlichen Analyse für Kinder mit Geburtsjahr 1981 oder 1982 wurde auch der Sozialstatus berücksichtigt.

Resultat: Insgesamt wurden 522 Kinder mit Krebserkrankungen identifiziert, 161 hatten eine Leukämie, 162

einen Tumor des Zentralnervensystems und 40 ein Lymphom. 25 Kinder waren an einem Neuroblastom erkrankt (18 Tumoren des Nervensystems, 7 der Nebenniere). Für die berufliche Magnetfeldexposition der Mutter zeigte sich kein Zusammenhang mit dem Erkrankungsrisiko: Das allgemeine Krebsrisiko lag in der höchsten Expositions-kategorie bei 1.1 (95%CI: 0.7-1.7), das Leukämierisiko bei 1.2 (95%CI: 0.5-2.4). Für die berufliche Magnetfeldexposition des Vaters ergab sich ein signifikant erhöhtes Leukämierisiko von 2.0 (95%CI: 1.1-3.5) in der Expositions-kategorie über 0.30 μ T. Für andere Krebserkrankungen war kein Risikoanstieg bei höherer Magnetfeldexposition zu beobachten. Die Berücksichtigung des Alters oder des Sozialstatus der Eltern veränderte die Ergebnisse nicht.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie keinen Zusammenhang zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung des Vaters und Hirntumorrisiko bei Kindern beobachtet haben. Die Leukämie-Resultate sind zurückhaltend zu interpretieren, weil noch keine Vergleichszahlen aus anderen Studien vorliegen.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, hatten 40% der Mütter einen Beruf, für den keine Magnetfeldmessungen durchgeführt worden waren. Bei den Vätern waren es nur 10%. Generell erfolgten die Messungen 8 bis 17 Jahre nach dem Zeitpunkt der Volkszählungen. Dadurch könnte eine Missklassifikation entstanden sein. In den Auswertungen nicht berücksichtigt wurden Mütter, die vor der Geburt des Kindes nicht berufstätig waren (ca. 30%). Die Fallzahlen z.B. für Lymphom- und Neuroblastomerkrankungen waren daher gering. Potenzielle Störfaktoren wie Exposition gegenüber Lösungsmitteln, Pestiziden oder Röntgenstrahlung wurden nicht berücksichtigt.

Finanzierung: Swedish Council for Work Life Research

UK Childhood Cancer Study Investigators.
Childhood cancer and residential proximity to power lines.
Br J Cancer 2000; 83 (11): 1573-80

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob es einen Zusammenhang zwischen der Nähe zu Stromversorgungsanlagen oder der geschätzten Magnetfeldexposition und dem Krebsrisiko bei Kindern gibt.

Kollektiv: Die Untersuchung fand an einer Subgruppe der UK Childhood Cancer Study (UKCCS) statt. Die Studienteilnehmer wurden in England, Schottland und Wales zwischen 1991 und 1995 rekrutiert, Alter: 0 bis 14 Jahre. In der vorliegenden Auswertung wurden 3380 Kinder mit Krebserkrankungen und 3390 gematchten Kontrollkinder berücksichtigt.

Exposition: Die Magnetfeldexposition wurde anhand der Distanz zu Stromleitungen und anhand von Kurzzeitmessungen bestimmt. Wenn technische Daten zur Auslastung der Leitungen vorhanden waren, wurden sie benutzt, um die magnetische Flussdichte für das Jahr vor der Leukämieerkrankung (resp. Pseudodiagnose für Kontrollen) zu berechnen. Sonst wurde die Exposition von ähnlichen Leitungen oder typischen Auslastungswerten abgeleitet.

Methode: Die UKCCS ist eine bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie. Die Informationen zu Hochspannungsleitungen, Untergrundkabeln, Transformatorenstationen und Verteilern stammten von Elektrizitätsversorgungsfirmen. Die statistische Auswertung zum Krebsrisiko erfolgte mit nicht bedingter logistischer Regression unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Wohnregion und Sozialstatus. Das Expositionsmaß war ($100 \times 1/\text{Entfernung in Metern}$) oder das berechnete Magnetfeld mit den Kategorien $<0.1 \mu\text{T}$, $0.1 \text{ bis } <0.2 \mu\text{T}$, $\geq 0.2 \mu\text{T}$.

Resultat: Die meisten Haushalte ($n=6371$, 94.1%) befanden sich nicht in der Nähe von

Stromversorgungsanlagen. Bei 30 Haushalten (17 Fälle, 13 Kontrollen) bestand eine Exposition durch zwei oder mehr Quellen. 257 Freileitungen wurden registriert, 26 davon im Abstand von 20 m zu einem Haus und 76 in einer Entfernung zwischen 20 und 50 m. Die Auswertung anhand der Entfernung mit 1331 Kindern mit akuter lymphatischer Leukämie und 3390 Kontrollkindern ergab keine statistisch signifikant erhöhten Odds Ratios für Haushalte in der Nähe von Stromleitungen. Für alle Leukämietypen zusammen zeigte sich bei fünf Patienten, die in der Nähe von Stromleitungen mit 66 kV wohnten, eine Odds Ratio von 3.15 (95%CI: 1.02-9.68). Für Haushalte in der Umgebung von Leitungen mit höherer oder niedrigerer Stromspannung wurden keine signifikant erhöhten Odds Ratios beobachtet. Bei Berechnung des Magnetfelds ergab sich kein Risikoanstieg mit zunehmender Exposition: Für akute lymphatische Leukämie (2 Fälle, 11 Kontrollen) betrug die Odds Ratio bei Exposition $>0.2 \mu\text{T}$ 0.51 (95%CI: 0.11-2.33). Für alle Krebserkrankungen zusammen (7 Patienten, 11 Kontrollen) lag die Odds Ratio bei 0.62 (95%CI: 0.24-1.61) in dieser Expositions-kategorie.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keine Evidenz dafür, dass Kinder, die in Häusern in der Nähe von elektrischen Installationen oder mit höherer Magnetfeldexposition wohnen, ein erhöhtes Krebsrisiko haben.

Bemerkungen: Die Berechnung des Magnetfelds wird nicht genau beschrieben (Jahresdurchschnitt? Gewichtung?). Die Anzahl der exponierten Haushalte ist sehr gering und die Fallzahlen entsprechend niedrig. Dadurch ist die statistische Power zum Nachweis von möglicherweise kleinen Risikounterschieden in Frage gestellt. Weitere Publikationen zur UKCCS: a) Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. Lancet 1999: 354 (9194), 1925-1931. b) The United Kingdom Childhood Cancer Study: objectives, materials and methods. Br J Cancer 2000: 82 (5), 1073-1102. c) Exposure to power frequency electric fields and the risk of childhood cancer in the UK. Br J Cancer 2002: 87 (11), 1257-66.

Finanzierung: UK Coordinating Committee on Cancer Research, UKCCS pediatric oncologists, NRPB, diverse Forschungsfonds, Behörden und Firmen

UK Childhood Cancer Study Investigators.

The United Kingdom Childhood Cancer Study: objectives, materials and methods.

Br J Cancer 2000; 82 (5): 1073-1102

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung der Ursachen von Krebserkrankungen bei Kindern. Beschrieben wird das Studiendesign, die Rekrutierung der Teilnehmer, die Expositionserfassung und die Untersuchungsmethoden. Resultate werden in späteren Publikationen veröffentlicht.

Kollektiv: In England, Schottland und Wales wurden von 1991 bis 1998 alle Kinder im Alter von 0 bis 14 Jahren identifiziert, die vier bis fünf Jahre lang an Krebs erkrankt waren. Die Kontrollkinder wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt und den Patienten jeweils zwei Kontrollen mit passendem Geschlecht, Alter und Wohnregion zugeordnet.

Exposition: Die Magnetfeldexposition durch elektrische Leitungen und den Gebrauch elektrischer Geräte wurde in der ersten Phase geschätzt anhand von: 1) Messungen im Wohnhaus (wiederholte Einzelmessungen in Kinder- und Wohnzimmern), 2) Messungen in Schulen oder ähnlichen Einrichtungen, 3) Fragebogen zur Benutzung elektrischer Geräte, 4) Fragebogen zur Entfernung und zum Typ der Freileitungen in der Nähe und 5) Datenbanken von Elektrizitätsversorgungsfirmen (historische Belastung, technische Daten). In der zweiten Phase erfolgten zusätzliche Magnetfeldmessungen in den Haushalten, die zu den obersten 10% der Exponierten gehörten. Aus diesen Daten wurde der zeitgewichtete Durchschnittswert der Ganzkörper-Magnetfeldexposition während des Jahres vor der Diagnose (bzw. Pseudodiagnose) errechnet. Unterste Expositionskategorie: $<0.1 \mu\text{T}$, oberste Kategorie: $>0.2 \mu\text{T}$. Es erfolgte eine Gewichtung zur Berücksichtigung der Heizperiode im Winter.

Methode: Neben der Magnetfeldexposition wurde auch die Radonbelastung und die Gammastrahlung der Erde gemessen. Bei den Leukämiepatienten wurden verschiedene zellbiologische Untersuchungen an Blut- oder Knochenmarkzellen durchgeführt, zudem erfolgten molekulare und genetische Analysen.

Resultat: Insgesamt wurden 3838 Kinder mit Krebserkrankungen untersucht, 1736 davon mit Leukämie. Die Kontrollgruppe bestand aus 7629 Kindern.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass durch molekularbiologische Untersuchungen möglicherweise genetische Varianten identifiziert werden können, die die Empfindlichkeit gegenüber krebserregenden Umwelteinflüssen modifizieren.

Bemerkungen: Die Magnetfeldexposition wurde sehr detailliert und aufwändig erfasst. Die Ergebnisse der UK Childhood Cancer Study zum Zusammenhang zwischen gemessener Magnetfeldexposition und Krebsrisiko sind publiziert in: Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. Lancet 1999: 354, 1925-1931 (Id.Nr.: 1901). Die Ergebnisse zur Magnetfeldexposition durch elektrische Leitungen in der Umgebung finden sich in: Childhood cancer and residential proximity to power lines. Br J Cancer 2000: 83 (11), 1573-80. (Id.Nr.: 1945).

Finanzierung: Cancer Research Campaign, diverse Forschungsfonds und Behörden

Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M.

Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations.

Occup Environ Med 2006; 63 (5): 307-13

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Untersuchung der Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern des Mobilfunks und anderer Emittenten sowie der Assoziationen zwischen Exposition und Symptomen.

Kollektiv: Es wurden zehn Mobilfunkbasisstationen in Österreich ausgewählt. Fünf Antennen befanden sich im Stadtgebiet von Wien, die anderen in ländlichen Ortschaften in Kärnten. Pro Basisstation wurden 36 Personen (>18 J.) mit unterschiedlicher Expositionshöhe untersucht. In Wien wurden die Haushalte aus dem Telefonverzeichnis zufällig ausgewählt, in Kärnten basierend auf dem Lageplan der Basisstation.

Exposition: Die Basisstationen waren seit mindestens zwei Jahren in Betrieb, hatten nicht zu Protesten aus der Bevölkerung geführt und sendeten möglichst nur im Frequenzbereich von 900 MHz. Die Hochfrequenzexposition wurde in den Schlafzimmern der Studienteilnehmer gemessen. Berechnet wurde die Summe der Leistungsflussdichten aller Mobilfunkfrequenzen sowie die maximale Exposition durch die Basisstation. Die Unterteilung in drei Kategorien erfolgte anhand der maximalen Exposition: $<0.1 \text{ mW/m}^2$, $0.1 \text{ bis } 0.5 \text{ mW/m}^2$, $>0.5 \text{ mW/m}^2$. Der Median lag bei 0.1 mW/m^2 , die durchschnittlichen Expositionswerte in den drei Kategorien bei 0.04 mW/m^2 , 0.23 mW/m^2 und 1.3 mW/m^2 .

Methode: Sowohl die kognitiven Leistungstests als auch die Befragung zum Wohlbefinden wurden mithilfe eines Laptops in den Häusern der Teilnehmer durchgeführt. Getestet wurden Gedächtnisfunktionen, Reaktionszeit und Wahrnehmungsgeschwindigkeit. Die statistische Auswertung der Tests erfolgte mittels Kovarianz-Analyse (ANCOVA), diejenige der subjektiven Symptome mittels nichtkonditionaler logistischer Regression. Als feste Faktoren dienten Expositionsniveau und Wohngegend (ländlich vs. städtisch), als Kovariablen Alter, Geschlecht, regelmässige Benutzung eines Mobiltelefons und die subjektive Einschätzung der

Auswirkungen von Basisstationen auf die Gesundheit. Eine Korrektur für multiple Testung wurde nicht vorgenommen

Resultat: Es wurden 365 Personen untersucht, für 336 Personen lagen Expositionsmessungen vor. Die Exposition variierte zwischen 0.0002 und 1.4 mW/m² für alle Frequenzen zwischen 80 MHz und 2 GHz. Insgesamt 5% der Maximalwerte lagen über 1 mW/m². Die durchschnittlichen Expositionswerte waren in der ländlichen Gegend etwas höher als im Stadtgebiet. Mobilfunkeinrichtungen verursachten 73% der Hochfrequenzexposition.

In den kognitiven Leistungstests zeigte sich eine Tendenz zur schnelleren Wahrnehmung in der am stärksten exponierten Gruppe (>0,5 mW/m², p=0.061). Bei Ausschluss nichtsignifikanter Kovariablen und in einer logistischen Regressionsanalyse war der Einfluss der Hochfrequenzexposition auf die Wahrnehmungsgeschwindigkeit statistisch signifikant (p=0.009). Bezüglich Gedächtnisfunktion und Reaktionszeit waren keine Unterschiede zu beobachten. Einige Symptome traten in der obersten Expositionskategorie häufiger auf als in der untersten (<0.1 mW/m²): Statistisch signifikante Unterschiede zeigten sich für Kopfschmerzen (RR: 3.06, 95%CI: 1.22-7.67), kalte Extremitäten (2.57, 95%CI: 1.16-5.67) und Konzentrationsschwierigkeiten (2.55, 95%CI: 1.07-6.08). Zwei von acht Subskalen zur Schlafqualität zeigten tendenziell eine schlechtere Schlafqualität in der obersten Expositionsklasse.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass Effekte der geringgradigen, aber lang anhaltenden Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit nicht ausgeschlossen werden können.

Bemerkungen: Ein wesentlicher methodischer Fortschritt ist die Messung der Hochfrequenzexposition in der Umgebung von Basisstationen und der Einbezug der Messergebnisse in die Auswertungen. In früheren Studien wurde die Belastung lediglich anhand der Entfernung zur Basisstation abgeschätzt. Nicht klar beschrieben wird das Vorgehen bei der Auswahl der zehn Basisstationen von ursprünglich 21 in Frage kommenden Antennen. Angaben zu Anzahl und Dauer der Messungen in den Wohnungen fehlen. In Querschnittsstudien ist die Kausalität von Zusammenhängen generell schlecht beurteilbar, weil die zeitliche Abfolge von Exposition und Zielgrösse nicht bekannt ist. Da in der statistischen Analyse nicht für multiples Testen korrigiert wurde, ist insbesondere bei der Auswertung der subjektiven Symptome mittels logistischer Regression mit einigen nur zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen. Wie die Autoren anmerken, kann die Expositionserfassung durch den Einsatz von Personendosimetern und Messungen über einen längeren Zeitraum verbessert werden. Ein Kommentar zu dieser Studie von D. Coggon, Southampton, ist in der selben Ausgabe von Occup Environ Med erschienen (S.298f): Falls eine Missklassifikation der Exposition vorliegt, wäre sie nicht differenziell und würde eher zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Zusammenhänge führen. Die Berücksichtigung der individuellen Besorgnis in den Analysen schliesst nicht aus, dass die Symptome auf psychologische Ursachen zurückzuführen sein könnten. Wenn z.B. alle Teilnehmer gleich besorgt sind, hat die Korrektur für den Faktor Besorgnis keine Auswirkung auf die Risikoschätzer.

Finanzierung: Scientific Medical Funds of the City of Vienna and the Government of the County of Carinthia.

UK Childhood Cancer Study Investigators.

Exposure to power frequency electric fields and the risk of childhood cancer in the UK.

Br J Cancer 2002; 87 (11): 1257-66

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob es einen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber elektrischen Feldern durch die Stromversorgung im Haus und dem Krebsrisiko bei Kindern gibt.

Kollektiv: Die Untersuchung fand an einer Subgruppe der UK Childhood Cancer Study (UKCCS) statt. Die Studienteilnehmer wurden in England, Schottland und Wales zwischen 1991 und 1995 rekrutiert, Alter: 0 bis 14 Jahre. Messungen des elektrischen Feldes lagen für einen Teil der Kinder vor, bei denen die Magnetfeldexposition bestimmt worden war. Für jeden Patienten wurde ein passendes Kontrollkind aus dem Register der Gesundheitsbehörde zufällig ausgewählt.

Exposition: Gemessen wurde die elektrische Feldstärke im Frequenzbereich 40 bis 800 Hz. Vier Einzelmessungen (à 3 Minuten) erfolgten im Kinderzimmer und im Wohnzimmer vor und nach einer 48-Stunden-Messung neben dem Bett des Kindes. Die Messungen erfolgten ohne Anwesenheit einer Person im Raum und bei normalem Gebrauch elektrischer Geräte.

Methode: Zusätzlich zur Messung des elektrischen Feldes füllten die Teilnehmer einen Fragebogen zur Nähe von Stromleitungen und anderen Installationen aus. Für die Berechnung der Odds Ratios wurden nur die Mittelwerte der Einzelmessungen verwendet, als Hauptexpositionsmaß galten die Messungen am Bett des Kindes. Die durchschnittliche Feldstärke wurde unterteilt in drei Kategorien: <10 V/m, 10 bis <20 V/m, ≥20 V/m. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nicht bedingter logistischer Regression unter Korrektur für Alter, Geschlecht, Wohnregion (ursprünglich als Matchingvariablen vorgesehen) und Sozialstatus.

Resultat: Messungen des elektrischen Feldes lagen für 926 Haushalte vor. Von 549 Kindern (273 Fälle, 276

Kontrollen) existierten zwei gültige Kontrollmesswerte. In dieser Auswertung lag die Odds Ratio für akute lymphatische Leukämie bei Kindern mit Expositionen über 20 V/m bei 1.31 (95%CI: 0.68-2.54). Die einzige signifikant erhöhte Odds Ratio ergab sich für das Risiko anderer Tumoren (nicht Leukämie oder Zentralnervensystem) mit OR=1.84 (95%CI: 1.02-3.32). Bei Berücksichtigung der Haushalte ohne Kontrollmessungen ergaben sich niedrigere Risikoschätzer. Auch für einen Expositionsanstieg um 10 V/m zeigten sich keine signifikant erhöhten Odds Ratios.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der E-Feldexposition im Haus und dem Risiko kindlicher Krebserkrankungen.

Bemerkungen: In einigen Auswertungen ist die Anzahl der exponierten Patienten gering. Die Autoren geben an, dass die Studienpopulation gross genug wäre, um einen Risikounterschied von ungefähr 4 nachzuweisen. Weitere Publikationen zur UKCCS: a) Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer. Lancet 1999: 354 (9194), 1925-1931. b) The United Kingdom Childhood Cancer Study: objectives, materials and methods. Br J Cancer 2000: 82 (5), 1073-1102. c) Childhood cancer and residential proximity to power lines. Br J Cancer 2000: 83 (11), 1573-80.

Milham S, Ossiander EM.

Historical evidence that residential electrification caused the emergence of the childhood leukemia peak.

Med Hypotheses 2001; 56 (3): 290-5

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zu untersuchen, ob zwischen der Stromversorgung in Haushalten und der Leukämiersterblichkeit bei Kindern unter fünf Jahren ein Zusammenhang besteht.

Kollektiv: Kinder, die in den Jahren 1928-1932 und 1949-1951 in den USA im Alter von 0 bis 5 an Leukämie gestorben waren. Die Daten stammten aus dem nationalen Sterberegister und von der landesweiten Statistikbehörde (US census bureau).

Exposition: Aus den statistischen Informationsquellen wurde für viele Bundesstaaten der Anteil der Haushalte erfasst, die zwischen 1920 und 1960 eine elektrische Versorgung hatten.

Methode: Die Leukämiersterberaten bei Kindern wurden mit der Elektrifizierung der Haushalte in Beziehung gesetzt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Poisson-Regression.

Resultat: Von 1928 bis 1932 wurden bei Kindern unter 5 Jahren 1333 Leukämietodesfälle registriert, zwischen 1949 und 1951 starben 2640 Kinder in den USA an Leukämie. Die Auswertung der Registerdaten ergab für den Zeitraum von 1940 bis 1960 eine Zunahme der Todesfälle bei Kindern im Alter von 2 bis 4 Jahren. In den Jahren 1920 und 1930 war dieser Anstieg nicht zu beobachten. In US-Staaten mit einem höheren Anteil elektrifizierter Haushalte (75-100%) war die Leukämiersterblichkeit von 1928 bis 1932 etwas höher als in Staaten mit weniger Stromversorgung. Von 1941 bis 1951 zeigte sich dieser Unterschied nur für Kinder, die im Alter von 2 bis 4 Jahren starben. Die höchste Sterblichkeit wurde bei dreijährigen Kindern beobachtet (ca. 2.5 bis 4 pro 100.000), im Alter von 4 Jahren nahm die Mortalität wieder ab.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten Hinweise darauf, dass in Bundesstaaten mit einem grösseren Anteil elektrifizierter Häuser früher ein Anstieg der Leukämieerkrankungen bei Kindern auftrat als in Staaten mit geringerer Stromversorgung.

Bemerkungen: Da in der Untersuchung nur Daten des Sterberegisters ausgewertet wurden, können keine Aussagen über die Neuerkrankungsraten (Inzidenzen) getroffen werden. Die Zunahme an Leukämietodesfällen bei Kindern im Alter von drei Jahren zwischen 1920 und 1960 könnte auch auf die Verbesserung der medizinischen Diagnostik und Versorgung zurückzuführen sein, die eventuell in Staaten mit mehr Elektrifizierung auch ausgeprägter war als in anderen Staaten. Derartige Unterschiede zwischen den Staaten, z.B. auch in der Erfassung der Sterbefälle oder bezüglich anderer Risikofaktoren für Leukämie, werden nicht berücksichtigt. Es liegen keine Daten zur Exposition der einzelnen Haushalte mit Leukämiesterbefällen vor, lediglich der Anteil elektrifizierter Haushalte im ganzen Bundesstaat (=ökologische Studie). Ein Kausalzusammenhang zwischen EMF-Exposition durch Stromversorgung und Leukämierisiko kann aus dieser Untersuchung nicht abgeleitet werden.

Finanzierung: keine Angaben

Mizoue T, Onoe Y, Moritake H, Okamura J, Sokejima S, Nitta H.

Residential proximity to high-voltage power lines and risk of childhood hematological malignancies.

J Epidemiol 2004; 14 (4): 118-23

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Geographische Studie in einer Stadt im Südwesten Japans zur Untersuchung, ob Kinder, die in Stadtvierteln in der Nähe von Hochspannungsleitungen wohnen, ein erhöhtes Leukämierisiko haben.

Kollektiv: 11 Kinder mit akuter lymphatischer Leukämie, 2 mit akuter myeloischer Leukämie und ein Kind mit Non-Hodgkin-Lymphom. Die Patienten wurden zwischen 1992 und 2001 von Kinderärzten der beiden grossen Krankenhäuser der Stadt gemeldet (Alter bis 14 J.). Für 10 Kinder lagen Informationen über die Adresse vor, an der sie seit ihrer Geburt die längste Zeit gewohnt hatten.

Exposition: Es existierten zwei Arten von Hochspannungsleitungen: 66 kV oder 220 kV, Frequenz 60 Hz. Anhand einer geographischen Karte wurden 83 Stadtbezirke im Umkreis von 300 m um die Hochspannungsleitungen herum in vier Kategorien eingeteilt. Die Einteilung erfolgte je nach Anteil des Bezirksgebiets, das sich innerhalb von 300 m neben einer Hochspannungsleitung befand (>80%, 50-80%, 10-49%, <10%). Für drei Häuser im Abstand von maximal 100 m wurden Einzelmessungen der Magnetfeldbelastung durchgeführt. Der Vergleich der Erkrankungsraten erfolgte zwischen Bezirken mit über 50% exponierter Fläche und Regionen ohne Hochspannungsleitung.

Methode: Untersucht wurde die Anzahl der Erkrankungen in Bezirken, in denen über 50% der Fläche max. 300 m von einer Hochspannungsleitung entfernt war. Der statistische Vergleich erfolgte mittels Mantel-Haenszel-Ratio der Inzidenzraten.

Resultat: In Bezirken mit mindestens 50% der Fläche innerhalb von 300 m zu einer Hochspannungsleitung wohnten vier Kinder mit Leukämie. Von drei Kindern waren detaillierte Angaben zur Adresse vorhanden. Beim

Vergleich mit Bezirken ohne Flächenanteil in der Nähe der Leitung ergab sich eine altersadjustierte Inzidenzratio von 2.2 (95% CI: 0.5-9.0). Punktuelle Magnetfeldmessungen an den Türen der drei exponierten Häuser ergaben 0.03 μ T.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Entfernung zu Hochspannungsleitungen und Leukämierisiko.

Bemerkungen: Die Studie weist verschiedene methodische Mängel auf, der Hauptmangel ist das äusserst kleine Kollektiv. Die Einteilung in Expositionskategorien erfolgte nach einem sehr groben Raster, und es befanden sich nur vier Patienten in der als exponiert eingestuften Gruppe. Über die tatsächliche Magnetfeldbelastung der Kinder und mögliche Unterschiede in der Exposition von kranken und gesunden Kindern lässt sich nichts aussagen. Eine Messung erfolgte nur bei drei Patienten, und diese Werte waren niedrig. Es wurden weder die technischen Charakteristika der Hochspannungsleitungen berücksichtigt, noch Magnetfeldexpositionen durch die Stromversorgung der Häuser oder andere Quellen. Auch alternative Einflussfaktoren wie Sozialstatus oder Luftverschmutzung wurden nicht in die Auswertungen einbezogen.

Savitz DA, Cai J, van Wijngaarden E, Loomis D, Mihlan G, Dufort V, Kleckner RC, Nylander-French L, Kromhout H, Zhou H.

Case-cohort analysis of brain cancer and leukemia in electric utility workers using a refined magnetic field job-exposure matrix.

American Journal of Industrial Medicine 2000; 38 (4): 417-425

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: In Kohortenstudie eingebettete Fall-Kontrollstudie an Elektrizitätswerkangestellten zur Untersuchung der Beziehung zwischen der Magnetfeldbelastung und der Sterblichkeit an Leukämie und Hirntumoren bei verbesserter Erfassung der beruflichen Belastung.

Kollektiv: 164 Männer, welche an Leukämie und 145, welche an Hirntumoren gestorben waren, sowie 800 zufällig ausgewählte Männer als Kontrollen; alle aus einer Kohorte von 138'900 Männern, welche zwischen 1950 und 1986 mind. 6 Monate in einem Elektrizitätswerk angestellt waren. USA.

Exposition: Aus 1060 Berufsbezeichnungen wurden 28 Berufskategorien gebildet. 2842 Arbeiter der Kohortenstudie trugen persönliche Messgeräte zur Erfassung der Belastung mit Magnetfeldern (AMEX), welche die Durchschnittsbelastung über eine Arbeitsschicht erfassten. Damit wurden die durchschnittlichen Belastungen für jede Berufskategorie errechnet. Die Berufsanamnese der ausgewählten Fälle und Kontrollen (verblindet) wurden individuell nachgeprüft, und 20 weitere Subkategorien mit homogenerer Magnetfeldbelastung gebildet. Die 48 Berufskategorien wurden in 5 Belastungsgruppen mit Werten von durchschnittlich 0.11, 0.19, 0.38, 0.60 und 1.21 μ T eingeteilt.

Methode: Für jeden Angestellten wurde nun die Belastung anhand der Arbeitszeit in seiner Kategorie für jedes Jahr berechnet und aufsummiert, multipliziert mit der täglich am Arbeitsort verbrachten Zeit (0.23), um die durchschnittliche Belastung (in Mikrottesla) sowie die kumulierte Belastung (als Mikrottesla-Jahre) in der Zeitspanne vor 2-10 Jahren, 10-20 Jahren und 20+ Jahren, sowie insgesamt ohne die letzten 2 Jahre zu berechnen. Analyse mit Cox-Regressionsmodellen für kontinuierliche Belastung (mit nicht linearen Funktionen) und für Perzentilenkategorien. Berücksichtigung des jetzigen Arbeitsverhältnisses als Kontrolle für den healthy

worker Effekt, ausserdem der Faktoren Alter, Kalenderdekade, Rasse, Sozialstatus, Belastung mit PCB und Lösungsmitteln.

Resultat: Die durchschnittlichen und kumulierten Belastungen waren fast gleich wie in der ursprünglichen Kohortenstudie. Weder die kumulierte noch die durchschnittliche Magnetfeldbelastung war deutlich mit der Leukämiersterblichkeit assoziiert, die durchschnittliche Magnetfeldbelastung vor 20 und mehr Jahren war im Gegenteil mit einer niedrigeren Sterblichkeit an Leukämie verbunden. Dagegen zeigte sich eine Beziehung zwischen der Magnetfeldbelastung und der Hirntumorsterblichkeit. Über die ganze Arbeitskarriere war eine Belastung von 4.3-12.2 μT -Jahren mit einem relativen Risiko für die Hirntumorsterblichkeit von 1.8 (95%CI 0.7-4.7) und eine durchschnittliche Belastung von 1.19-1.21 μT mit einem RR von 2.5 (0.98-6.33) verbunden. Die kumulierte Belastung vor 2-10 Jahren zeigte in der höchsten Belastungskategorie (1.14-2.23 μT -Jahre) ein signifikantes Risiko von 2.62 (1.15-5.97), die durchschnittliche Belastung mit 1.05-1.21 μT ein RR von 2.38 (1.14-5.0).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die individuellere Erfassung der Berufsbezeichnungen bzw. Belastungen nur einen geringen Einfluss hatte auf die bereits in der Kohortenstudie gefundenen Beziehungen zwischen Magnetfeldbelastungen und Leukämien oder Hirntumoren.

Bemerkungen: Auswertung der Kohorte in Nr. 1064, es wurden keine neuen Messungen gemacht.

Villeneuve PJ, Agnew DA, Miller AB, Corey PN, Purdham JT.

Leukemia in electric utility workers: the evaluation of alternative indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields.

American Journal of Industrial Medicine 2000; 37 (6): 607-617

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: In Kohorte eingebettete Fall-Kontrollstudie an Angestellten von Elektrizitätswerken zur Untersuchung der Beziehung zwischen der Sterblichkeit an Leukämie und der Belastung durch elektrische Felder, gemessen mit verschiedenen Indikatoren wie z.B. der Anteil der Arbeitszeit mit sehr hohen Belastungen.

Kollektiv: 50 Männer mit Leukämie (ICD-9 204-208), die zwischen 1970 und 1988 diagnostiziert worden war, und 200 gleichaltrige Kontrollpersonen. Alle Teilnehmer waren während mindestens einem Jahr bei der Ontario Hydro Elektrizitätsgesellschaft angestellt, identifiziert aus einer Kohorte des Elektrizitätswerks von 31'453 Angestellten, deren Daten mit dem Krebsregister verknüpft wurden.

Exposition: Mit tragbaren persönlichen Messgeräten (Positron) wurden minütlich über eine Arbeitswoche bei normalen Arbeitsbedingungen die elektrischen und die magnetischen Felder im Bereich von 60 Hz bei 820 Angestellten gemessen. Jedes Ergebnis wurde einem von 16 Expositionsintervallen (0-0.61, 0.61-1.22, 1.22-2.44, ..., 5000-10'000 und mehr als 10'000 V/m) für elektrische und (0-0.012, 0.012-0.024, 0.024-0.048, ... 100-200 und mehr als 200µT) für magnetische Felder zugeordnet. Damit wurden Berufsbelastungskategorien für 17 Berufsbezeichnungen und 15 Arbeitsorte konstruiert. Die Belastung jedes Angestellten wurde aus der Anzahl der Jahre in den verschiedenen Kategorien aufsummiert und durch die Zahl der Arbeitsjahre geteilt, um eine vergleichbare Belastung zu erhalten. Als Belastungsindikatoren wurden für elektrische und magnetische Felder das arithmetische und das geometrische Mittel, die Standardabweichung der Feldstärke, die Autokorrelation in 5 Min. Intervallen, die Wechsel der Feldstärken evaluiert, für das elektrische Feld der Anteil der Arbeitszeit mit mehr als 2.4, 5, 10, 20, 39, 78, 156, 625 und 2500 V/m, für das Magnetfeld der Anteil mit mehr als 0.2, 0.8, 3.0, 12.5 und 50µT.

Methode: Berechnung der Odds Ratio für die Belastungsindikatoren mit bedingten logistischen Regressionsmodellen, für Tertilekategorien gemäss der Belastungsverteilung bei den Kontrollpersonen, und für die vordefinierten Trennpunkte. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Sozialstatus, Dauer und Beginn der Anstellung, andere Risiken am Arbeitsplatz wie ionisierende Strahlung, Benzol, 2,4-D, 2,4,5-T.

Resultat: Personen mit einer durchschnittlichen Belastung mit elektrischen Feldern von mehr als 13.7 V/m hatten eine OR von 4.4 (95%CI 1.3-14.4) für die Leukämierestblichkeit. Ausser dem Indikator für Autokorrelation zeigten auch die übrigen Indikatoren für elektrische Felder ein erhöhtes, wenn auch nicht ganz signifikantes Risiko für Leukämie. Die Beziehung der Leukämierestblichkeit zu den Magnetfeldern war in der höchsten Belastungskategorie auch leicht erhöht, aber nirgends signifikant. Die höchsten Kategorien von durchschnittlicher Belastung mit elektrischen Feldern und Anteil der Zeit mit Überschreitung eines Schwellenwertes waren eng korreliert. In der multivariaten Untersuchung war die Dauer der Anstellung unabhängig von allen andern Belastungsgrössen mit einem erhöhten Leukämierisiko verbunden. Nach Berücksichtigung der durchschnittlichen Belastung mit elektrischen und Magnetfeldern war der Anteil der Arbeitszeit mit elektrischen Feldbelastungen von mehr als 20 V/m und 39 V/m signifikant mit einem erhöhten Leukämierisiko assoziiert; die Magnetfeldspitzen nicht. Personen in der höchsten Tertile der mit mehr als 10-20 V/m belasteten Arbeitszeit hatten OR von 10.17 (1.6-65.3) und 8.23 (1.2-54.4).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass elektrische Felder die Entwicklung von Leukämien bei Erwachsenen begünstigen könnten, und dass nicht nur die durchschnittlichen Belastungen, sondern auch andere Indikatoren in epidemiologische Studien einbezogen werden sollten.

Bemerkungen: Studie Nr. 1097 wertet dieselbe Kohorte zu Non-Hodgkin-Lymphomen aus (Villeneuve PJ et al.: Non-Hodgkin's lymphoma among electric utility workers in Ontario: the evaluation of alternate indices of exposure to 60 Hz electric and magnetic fields. Occup Environ Med 2000; 57 (4), 249-257). Frühere Analysen derselben Kohorten und der andern beiden Kohorten (Nr. 1155, 1249) berücksichtigten nur Magnetfelder. In Anbetracht der grossen Unterschiede zu den früher publizierten Resultaten der ursprünglich drei gemeinsam ausgewerteten Kohorten wäre die Auswertung der andern beiden Kohorten mit den Belastungsindikatoren elektrische Felder nützlich.

Harrington JM, Nichols L, Sorahan T, van Tongeren M.

Leukaemia mortality in relation to magnetic field exposure: findings from a study of United Kingdom electricity generation and transmission workers, 1973-97.

Occup Environ Med 2001; 58 (5): 307-314

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Angestellten der früher staatlichen, dann privatisierten Elektrizitätswerke von England und Wales zur Untersuchung des allgemeinen Sterblichkeitsrisikos und des Risikos für Leukämie im Zusammenhang mit der Magnetfeldbelastung.

Kollektiv: 79'972 Angestellte des Central Electricity Generating Board, England und Wales (damals in öffentlicher Hand), welche im Zeitraum von 1973-1982 mindestens während 6 Monaten angestellt waren, und für die Unterlagen aus der nationalen epidemiologischen Datenbank (NEF) für die Jahre 1971-1984, aus dem computerisierten Personalinformationssystem (CPIS) für die Jahre 1985-93 oder aus den Personalabteilungen der Nachfolgefirmaen über die Arbeitsanamnese vorhanden waren, insgesamt 302'5022 Belege zur Stellen- bzw. Arbeitsbeschreibung der Studienteilnehmer .

Exposition: Es gab 5 Angestelltenkategorien: Manager, Ingenieure und Wissenschaftler, Administrativpersonal, Betriebsarbeiter und Bauarbeiter. Die Arbeitsplätze wurden nach Art des Betriebs (konventionelles Kraftwerk, Kernkraftwerk oder Pumpspeicherwerk) und nach dem Arbeitsraum (Kontrollraum, Werkstätte, Administration, Turbinenhalle, Reaktorgebäude bzw. Heizraum, Materiallager Arbeitsplatz im Freien) charakterisiert und mit Hilfe von Plänen bzw. der Distanzen zu den Generatoren, Transformatoren etc. die Magnetfelder in diesen Arbeitsräumen berechnet. Bei 93 Leitungstechnikern/-monteuren wurden auch Messungen durchgeführt. Für jeden Teilnehmer wurde berechnet, wie gross der Anteil der an diesen Orten verbrachten Arbeitszeit war, und die kumulierte berufliche Magnetfeldbelastung im Zeitraum 1952- 1994 sowie in den letzten 5 Jahren berechnet. Für die Belastung wurden die Kategorien 0-2.4, 2.5-4.9, 5.0-9.9, 10.0-19.9 und 20+µT.Jahre gebildet.

Methode: Die Sterblichkeit (SMR) insgesamt und an Leukämie der Kohorte wurde für die Jahre 1977-

längstens 97 verglichen mit derjenigen der Allgemeinbevölkerung von England und Wales (externer Standard), unter Berücksichtigung des Geschlechts, 5- Jahres-Altersgruppen und 5-Jahres Kalenderperioden. In einem internen Vergleich wurde die Beziehung der Zahl der Todesfälle an verschiedenen Leukämie-Subtypen zu den Person Jahren mit Exposition in verschiedenen Belastungskategorien mit Poisson-Regression untersucht. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: erreichtes Alter, Geschlecht, Kalenderjahr, Arbeitsbeginn, Berufstätigkeit oder Berentung bei Studienabschluss, Zeit seit der ersten Anstellung, Angestelltenkategorie.

Resultat: Die höchste Belastung wurde den Leitungstechnikern in Schaltanlagen/Unterwerken zugeordnet (3.34 μ T). Externer Vergleich: Die Sterblichkeit insgesamt war in allen Perioden signifikant geringer als in der Allgemeinbevölkerung von England (SMR: 83, 95%CI: 82-84). Die Sterblichkeit an Leukämie war ebenfalls niedriger (fast signifikant, SMR: 84, 69-101). Interner Vergleich: Die Angestellten in der Kategorie von 2.5 bis 4.9 μ TJahre hatte ein relatives Risiko für andere als chronisch lymphatische Leukämien von 2.03 (95%CI: 1.09 -3.79) im Vergleich mit der am niedrigsten belasteten Angestelltenkategorie, sowie erhöhte Risiken für alle übrigen Krankheiten ausser Leukämien. Diese Risiken waren in den noch höher belasteten Kategorien aber nicht vorhanden. Es zeigte sich sogar ein abnehmender Trend mit zunehmender Magnetfeldbelastung für alle andern Sterbeursachen. Die Analyse der Exposition nur der letzten 5 Jahre ergab sehr ähnliche Resultate.

Schlussfolgerung: Die Autoren erklären die geringere Sterblichkeit der EW-Angestellten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung mit einem möglichen healthy worker Effekt. Das abnehmende Sterblichkeitsrisiko mit zunehmender Magnetfeldbelastung interpretieren sie allenfalls als Selektionseffekt. Sie ziehen den Schluss, dass kein zusätzliches Leukämierisiko durch berufliche Magnetfeldexposition nachgewiesen werden konnte.

Bemerkungen: Keine andern Belastungsindikatoren (Überschreitungen, elektrische Felder) untersucht. Messung der Exposition der 93 Leitungstechniker (von insgesamt?) für die Belastung entscheidend.

Finanzierung: u.a. Companies of the Electric Association, UK

Bethwaite P, Cook A, Kennedy J, Pearce N.

Acute leukemia in electrical workers: a New Zealand case-control study.

Cancer Causes Control 2001; 12 (8): 683-689

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie in Neuseeland zur Untersuchung, ob Patienten mit akuter Leukämie häufiger in Elektroberufen arbeiten bzw. beruflich stärker mit Magnetfeldern belastet sind als vergleichbare gesunde Personen.

Kollektiv: 110 an hämatologische Zentren Neuseelands überwiesene Personen von 20 bis 75 Jahren mit neu diagnostizierter Leukämie (akute lymphatische Leukämie (FAB L1-3), akute nicht lymphozytäre Leukämie (FAB M1-7), akute Leukämien mit nicht spezifiziertem Zelltyp (ICD-9 209) im Zeitraum zwischen 1.1.1989 und 30.4.1991. 199 Kontrollpersonen von 20 bis 75 Jahren ohne hämatologische Krankheiten, aus Wählerlisten.

Exposition: Telefonisches Interview über berufliche und Umweltbelastungen. Personen, welcheangaben als elektrische Ingenieure, Elektriker, Installateure, Leitungsarbeiter, Fahrer von Elektrofahrzeugen, Elektrizitätswerkangestellte, TV/Radiotechniker, Schweisser oder an Schneidbrennern zu arbeiten, erhielten einen detaillierten Fragebogen zur Arbeitsanamnese über Beginn und Ende jeder Anstellung, Beschreibung der Aufgaben etc. Die Magnetfeldbelastungen an diesen Arbeitsplätzen wurden abgeschätzt mit Angaben aus einer früheren Studie, in der bei Arbeitern mit tragbaren Geräten die Magnetfeldbelastung über 24 Std. gemessen wurde, gewichtet für die an diesen Orten verbrachten Zeit (Berufsexpositionsmatrix).

Methode: Einerseits wurden die Fälle und Kontrollpersonen hinsichtlich Berufsbezeichnung bzw. Arbeit ihn einem Elektroberuf verglichen (Mantel Haenszel, Einbezug von Alter, Schulbildung, Geschlecht), andererseits wurde die Odds Ratio für akute Leukämie und die beiden Subgruppen für zunehmende Magnetfeldbelastungskategorien aufgrund der heutigen Berufsbeschreibungen (aktuelle Durchschnittsbelastungen) und derjenigen vor 15 bis 20 Jahren (historische Belastungen) mit multivariater

logistischer Regressionsanalyse berechnet. Als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden andere berufliche Belastungen mit hohem Leukämierisiko (ionisierende Strahlung, Benzol) sowie die berufliche Belastung mit chemischen Stoffen und das Zigarettenrauchen.

Resultat: 26 Fälle und 27 Kontrollen arbeiteten in einem Elektroberuf. Nach Einbezug von Alter, Geschlecht und Schulbildung entsprach das einer OR von 1.9 (95%CI 1.0-3.8). Von den einzelnen Berufsbezeichnungen war das Resultat bei den Telefonleitungsmonteuren (OR 5.8, 1.2-27.8) und Schweissern / Arbeit an Schneidbrennern (OR 2.8, 1.2-6.8) signifikant. Das zusätzliche Leukämierisiko zeigte sich vor allem bei der akuten nicht lymphoblastischen Leukämie (OR 2.3, 1.2-4.6). Es nahm mit zunehmender Magnetfeldbelastung zu (Trend für die Dosis-Wirkungsbeziehung signifikant), sowohl wenn die Berufe aufgrund der heutigen Beschreibungen klassifiziert wurden als auch bei Verwendung historischer Stellenbeschreibungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren glauben, dass die Missklassifikation punkto Belastung keine Verzerrung zur Folge hatte, und das positive Resultat nicht erklären kann. Sie weisen darauf hin, dass die Ergebnisse eines leicht erhöhten Leukämierisikos in Elektroberufen mit Ergebnissen früherer Studien vereinbar ist.

Bemerkungen: Für Schweisser wurden mit beiden Berufsbelastungsmatrices die höchsten Belastungen berechnet (37 bzw. 44 milliGauss), sie sind aber auch vielen anderen Belastungen ausgesetzt. Für Telefonleitungsmonteure wurde eine geringere Belastung geschätzt (4.8 bzw. 5.8 mG) als für Installateure und Stromleitungsarbeiter (10 -15 mG). Das Kollektiv ist für eine sichere Aussage zu einzelnen Berufen zu klein (Zufall).

Bjork J, Albin M, Welinder H, Tinnerberg H, Mauritzson N, Kauppinen T, Stromberg U, Johansson B, Billstrom R, Mikoczy Z, Ahlgren T, Nilsson PG, Mitelman F, Hagmar L.

Are occupational, hobby, or lifestyle exposures associated with Philadelphia chromosome positive chronic myeloid leukaemia?.

Occup Environ Med. 2001; 58 (11): 722-727

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie in Schweden zur Untersuchung, ob Patienten mit chronisch myeloischer Leukämie häufiger vermuteten Risikofaktoren wie Treibstoffen, Pestiziden, Tierhaltung, Rauchen oder niederfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt sind als vergleichbare Kontrollpersonen aus der Allgemeinbevölkerung.

Kollektiv: 226 von 255 angefragten erwachsene Patienten mit Philadelphia Chromosom positiver chronisch myeloischer Leukämie (Diagnose bzw. Bestimmung 1976-1993) aus Südschweden, sowie 251 von 349 angefragten Kontrollpersonen aus der Allgemeinbevölkerung, passend in Geschlecht, Alter und Wohngebiet zur Diagnosezeit.

Exposition: Strukturiertes telefonisches Interview in den Jahren 1995-1997 mit den Teilnehmenden, (bei 81% der Fälle mit den nächsten Angehörigen) durch Studienmitarbeitende mit arbeitsmedizinischer Ausbildung, welche nach allen Arbeitsstellen und Aufgaben von mindestens 1 jähriger Dauer fragten inkl. Nebenjobs, und den entsprechenden Betrieben. Arbeit als Gärtner, Landwirt etc., Fahrer auf Lastwagen oder Frachtschiffen, Umgang mit Zytostatika, Arbeit in einer Metzgerei wurden als mögliche Risiken für Leukämie erfragt, ebenso wurde nach den Hobbies Motorenreparaturen, Ölmalen, Möbelrenovation, Modellbau, Reiten, Tierzucht, Jagen und Gartenarbeit, nach regelmässigem Haarfärben, Rauchen und Chemo- oder Radiotherapien vor der Diagnose gefragt. Diese Angaben wurden von Arbeitshygienikern in qualitative Belastungskategorien eingestuft, quantitativ für organische Lösungsmittel, Benzol und elektromagnetische Felder (berufliche 8 Std. Durchschnittsbelastungen von 0.23-0.3, 0.3-0.5, 0.5+µT). Aus den schwedischen Volkszählungsdaten konnten die Berufsangaben der Teilnehmer verwendet und mit einer Berufsbelastungsmatrix die Wahrscheinlichkeit einer Belastung mit Lösungsmittel und Tierstaub abgeschätzt werden.

Methode: Bedingte logistische Regressionsanalyse für die individuellen Belastungsangaben, wobei nur Personen in die jeweiligen Analysen eingeschlossen wurden, die sicher nicht (unbelastet) oder sicher exponiert waren. Belastungen durch Hobbies wurden als geringe Belastung eingestuft. Für die Analyse der Berufe gemäss Registerdaten wurden bedingte binäre Regressionen durchgeführt.

Resultat: Eine mässige oder hohe berufliche Belastung mit Lösungsmitteln war mit einer OR von 3.4 (95%CI 1.1-11) mit einem Risiko für eine chronisch myeloische Leukämie verbunden, die berufliche Belastung mit elektromagnetischen Feldern insgesamt (104 Exponierte) mit einer OR von 1.7 (1.0-2.8), wobei die Kategorie niedrige Belastung mit einer OR von 2.0 (1.0-4.1) signifikant war, im Gegensatz zu mittlerer (OR 1.6, 0.77-3.4) und hoher Belastung (OR 1.2, 0.44-3.1). Sowohl bei der Belastung mit organischen Lösungsmitteln wie mit EMF kam die erhöhte OR durch Personen mit lang dauernder Belastung (15-20 Jahre, n= 57) zustande. Die Analyse der Registerdaten bezüglich organischer Lösungsmittel und Tierstaub zeigte keine erhöhten Risiken.

Schlussfolgerung: Aus Untersuchungen der Konsistenz der Angaben zum Beruf zwischen Fällen bzw. ihren Angehörigen und den Kontrollen konnten keine Hinweise auf eine Verfälschung durch selektive Erinnerung gewonnen werden, so dass die Unterschiede in den Risiken für die Lösungsmittel zwischen den Registerangaben und den individuellen Angaben nicht erklärt werden können. Die Autoren beurteilen die Ergebnisse bezüglich Lösungsmittel und bezüglich EMF als inkonsistent.

Bemerkungen: Aus den Registerdaten konnten keine Angaben zur EMF-Belastung verwendet werden. Die Fallzahl ist insgesamt gering, teilweise liegt eine langjährige Latenz zwischen Diagnose und Interview, und es besteht ein hoher Anteil an Angehörigenbefragungen bei den Fällen. Daher ist die Missklassifikation vermutlich recht gross.

Reynolds P, Elkin E, Scalf R, Von Behren J, Neutra RR.

A case-control pilot study of traffic exposures and early childhood leukemia using a geographic information system.

Bioelectromagnetics 2001; Suppl 5: S58-68

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Studientyp: Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Strassenverkehr am Wohnort und Leukämierisiko bei Kindern als alternativer Einflussfaktor zur Exposition durch elektromagnetische Felder.

Kollektiv: Die Informationen über Leukämieerkrankungen bei Kindern stammten aus dem Krebsregister von Kalifornien. Durch Verknüpfung mit dem Geburtsregister von San Diego wurden 92 Kinder unter 5 Jahren identifiziert, bei denen zwischen 1988 und 1994 eine Leukämie festgestellt worden war und deren Mutter zu dieser Zeit in der Stadt gewohnt hatte. Pro Patient wurden vier Kontrollkinder mit dem selben Geschlecht ausgewählt, die am selben Tag in San Diego geboren waren.

Methode: Die Adresse der Mutter, die auf der Geburtsurkunde angegeben war, wurde mittels GIS-Daten geokodiert, um die Verkehrsdichte in der Umgebung zu ermitteln. Es wurden mehrere Parameter zur Kategorisierung des Verkehrsaufkommens verwendet. Potenzielle Störfaktoren: medianes Familieneinkommen, Rasse/Ethnizität.

Resultat: Es zeigte sich keine signifikanten Erhöhung des Leukämierisikos für Kinder aus Häusern mit hohem Verkehrsaufkommen in der Nachbarschaft. In Quartieren mit höherem durchschnittlichem Monatseinkommen lag die Odds Ratio für Leukämie im Vergleich zu weniger wohlhabenden Stadtvierteln bei 0.86 (95%CI: 0.31-2.38).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Daten keinen Hinweis darauf, dass die Verkehrsdichte oder der sozioökonomische Status die in anderen Studien beobachtete Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Kinderleukämie erklären.

Cermakova E.

Study of extremely low frequency electromagnetic fields in infant incubators.

Int J Occup Med Environ Health 2003; 16 (3): 215-220

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Magnetfeldexposition von Neugeborenen in Brutkästen eines Krankenhauses in Brno, Tschechien.

Kollektiv: keine Studienpopulation, lediglich Gerätemessungen.

Exposition: 50 Hz-Magnetfelder, die durch den Betrieb von Brutkästen entstehen (Heizung, Ventilation, Beleuchtung).

Methode: Bestimmung der Effektiv- und Spitzenwerte der magnetischen Flussdichte in verschiedenen Brutkästen.

Resultat: Im eingeschalteten Zustand lag die magnetische Flussdichte in einem Inkubator mit Plastikverkleidung bei ungefähr 0.1 μT mit kurzen Peaks von bis zu 0.5 μT . In der Nähe der elektrischen Geräte im Brutkasten (z.B. Infusionspumpen) ergaben sich höhere Belastungen von bis zu 20 μT .

Schlussfolgerung: Die Autorin stellt fest, dass die Referenzwerte der Europäischen Union von den Geräten eingehalten werden. Sie weist darauf hin, dass für Neugeborene eventuell andere Grenzwerte sinnvoll wären als für Erwachsene und dass das Vorsorgeprinzip zur Anwendung kommen sollte.

Bemerkungen: Offensichtlich wurden nur Kurzzeitmessungen durchgeführt. Interessanter wäre die Langzeitbelastung der Kinder in Brutkästen.

Blair A, Zheng T, Linos A, Stewart PA, Zhang YW, Cantor KP .

Occupation and Leukemia: A population-based case-control study in Iowa and Minnesota.

Am J Ind Med 2001; 40: 3-14

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie in Iowa und Minnesota zur Untersuchung, ob und in welchen nicht landwirtschaftlichen Berufen das Risiko für Leukämie erhöht sei.

Kollektiv: 513 Leukämiefälle bei nicht in der Landwirtschaft erwerbstätigen Männern von mehr als 30 Jahren aus dem Krebsregister von Iowa von März 1981 bis Oktober 1983 und aus einem Spitalverbund in Minnesota zwischen 1980 und 1982, von denen 340 direkt interviewt werden konnten (238 Interviews mit Angehörigen), Kontrollpersonen von weniger als 65 Jahren aus Telefonlisten, Kontrollen für ältere Personen aus Krankenversicherungsdaten, und Kontrollen für Verstorbene aus den Sterberegistern, von denen 1087 mitmachten.

Exposition: Die Berufsangaben aus dem Interview wurden klassifiziert (DOT, SIC) und für ausgewählte Berufe eine Berufsbelastungsmatrix entwickelt, basierend auf der Wahrscheinlichkeit und dem Ausmass der Belastung mit Benzol, Formaldehyd, Farben, Metalle, Löten, Benzin und Diesel, ionisierender Strahlung, elektromagnetischen Feldern, Vieh und Fleisch, Pflanzen etc. Es wurden vierstufige Skalen für das Belastungsmass (nicht belastet, wenig, mittel und hoch) und für die Wahrscheinlichkeit der Exposition gebildet.

Methode: Standardisierte Interviews in den Jahren 1981-1984 mit Fragen nach jeder Arbeitsstelle von mehr als 1 Jahr, Anfangsdatum und Ende, Berufsbezeichnung und Betrieb, nach Rauchen, Alkohol, Trinkwasserbezug, Anamnese, Krebs in der Familie, Schulbildung etc. Mit nicht bedingter logistischer Regressionsanalyse wurde die Beziehung der Leukämierisiken zur Arbeitsdauer in verschiedenen Berufen (mehr, weniger als 10 Jahre) und zum Ausmass (drei Kategorien) und Wahrscheinlichkeit der Belastungen untersucht. Einflussfaktoren: Alter, Staat, direktes Interview oder Angehöriger, Pestizide für landwirtschaftliche Anwendung, nur obligatorische

Schuljahre, gefärbte Haare, Rauchen, erstgradige Verwandte mit Leukämie oder Lymphom.

Resultat: 214 (42%) waren Fälle von chronisch lymphatischer Leukämie, 132 (26%) Fälle von akuter myelischer Leukämie, 46 (9%) chronisch myeloische Leukämie, 13 (2.5% akute lymphatische Leukämie, 58 (11%) Myelodysplasie und 50 (10%) andere. Als gering mit elektromagnetischen Feldern belastet wurden 96 Leukämiefälle und 222 Kontrollen, als mittel oder hochbelastet 13 Fälle und 50 Kontrollen. Dies führte zu Odds Ratios von 0.9 (0.7-1.2) und 0.5 (0.3-1.0). Für die Untergruppe der 4 Fälle mit akuter lymphatischer Leukämie und geringer EMF-Belastung ergab sich eine OR von 2.4 (0.7-8.8), für den einen Fall mit ALL und hoher EMF-Belastung OR 1.5 (0.1-15.3).

Für keine der übrigen untersuchten Belastungen ergab sich ein signifikantes Leukämierisiko, auch für Benzol oder ionisierende Strahlung nicht, hingegen für viele Berufskategorien oder Betriebsarten.

Schlussfolgerung: Trotz multipler statistischer Vergleiche (mehr als 150 Kategorien, Industrien und 27 Belastungskategorien) beurteilen die Autoren die Ergebnisse mit den erhöhten Risiken in der Landwirtschaft (nicht in diesem Artikel), in Krankenpflege und Gesundheitsdiensten und für Lösungsmittelbelastungen als konsistent mit früheren Ergebnissen.

Bemerkungen: Es gibt keine Angaben, welche Berufe als belastet mit elektromagnetischen Feldern kategorisiert wurden oder welche Exposition als geringe oder starke (mittlere und hohe) Belastung eingestuft wurde. Keine Unterscheidung zwischen hochfrequenter und niederfrequenter Strahlung. Die Jahreszahl auf der Titelseite der Publikation (pdf-file) ist fälschlicherweise als 2000 angegeben.

Guenel P, Imbernon E, Chevalier A, Crinquand-Calastreng A, Goldberg M.

Leukemia in relation to occupational exposures to benzene and other agents : A case-control study nested in a cohort of gas and electric utility workers.

Am J Ind Med 2002; 42: 87-97

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: In Berufskohorte eingebettete Fall-Kontrollstudie an Angestellten von Gas- und Elektrizitätswerken zur Untersuchung, ob Personen mit Leukämie häufiger Arbeitsstellen mit Benzol- oder anderen beruflichen Belastungen inne gehabt hätten.

Kollektiv: 72 Männer mit Leukämie, noch angestellt im Jahr der Diagnose, und 285 Kontrollpersonen mit gleichem Geburtsjahr aus einer Kohorte von 170'000 Angestellten von Electricité de France und Gaz de France der Jahre 1978-1989.

Exposition: Bei 850 Angestellten - ausgewählt aus 37 Berufsgruppen mit ähnlichen EMF-Belastungen - wurde mit einem Positron-Messgerät während einer ganzen Arbeitswoche jede Minute die elektrischen, magnetischen Felder und die transienten Hochfrequenzfelder (HFT) gemessen. Die durchschnittliche Belastung dieser Gruppen wurde in eine Berufsbelastungsmatrix einbezogen, welche auch die Berufsbezeichnung und den Ort der Aktivität enthielt.

Methode: Die individuelle Belastung wurde als Summe der jährlichen Belastungen mit elektrischen 50 Hz Feldern (V/m) , 50 Hz Magnetfeldern (μ T) und HFT-Feldern (ppm) aus allen ausgeübten Berufen berechnet, auch nach Ausschluss der letzten 2,5, oder 10 Jahre vor der Diagnose. Vergleich von je 4 Belastungskategorien mit elektrischen Feldern (<256, 256-335, 335-405, >405 V/m.Jahr) und magnetischen Feldern (<3.7, 3.7-4.8, 4.8-6.7, >6.7 μ T.Jahr) mit bedingter logistischer Regressionsanalyse. Einflussfaktoren: Alter, Sozialstatus, Dauer der Anstellung, Alter und Kalenderperiode bei Arbeitsbeginn. Belastung mit Benzol, Asbest, chlorierten Lösungsmitteln, Kohle oder Teer.

Resultat: 38 respektive 41 Leukämiefälle und 142 Kontrollen waren in der Kategorie der am wenigsten mit elektrischen respektive magnetischen Feldern Belasteten; 34 resp. 31 Leukämiefälle sowie 143 Kontrollen waren in den stärker belasteten Kategorien. Es zeigten sich Odds Ratios für zunehmende Kategorien von Belastungen mit elektrischen Feldern von 1.4, 1.1 und 0.5, und für Belastungen mit Magnetfeldern von 0.6, 0.4 und 0.9, alle nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen keinen Hinweis auf eine Beziehung zwischen Leukämie und der Belastung mit elektrischen oder magnetischen Feldern.

Bemerkungen: Das Hauptaugenmerk dieser Publikation liegt auf Benzol. Die Ergebnisse bezüglich elektromagnetischer Felder wurden in früheren Publikationen veröffentlicht (Guenel et.al 1996, Nr. 1695; Theriault et al. 1994, NR. 1249). Darin wurden erhöhte Risiken für Hirntumore, aber nicht für Leukämie gefunden. Hier wurden die Resultate noch für Benzol, ionisierende Strahlung etc. korrigiert, was keine Änderung zur Folge hatte.

Willett EV, McKinney PA, Fear NT, Cartwright RA, Roman E.

Occupational exposure to electromagnetic fields and acute leukaemia: analysis of a case-control study..

Occup Environ Med 2003; 60 (8): 577-583

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie in England zur Untersuchung, ob Personen mit akuter Leukämie häufiger als vergleichbare Kontrollpersonen in Berufen mit Belastung durch elektromagnetische Felder tätig waren.

Kollektiv: 764 Personen von 16-69 Jahren, welche im Zeitraum 1991-1996 die Diagnose akute Leukämie erhielten, und 1510 Kontrollpersonen mit gleichem Geschlecht und Alter, derselben ethnischen Herkunft und aus der gleichen Allgemeinpraxis in England.

Exposition: Die Teilnehmer erstellten eine Liste mit allen mindestens 6 Monate dauernden Arbeitsstellen, der Berufsbezeichnung (codiert gemäss SOC 1990), Betriebsadresse, Arbeitsbeginn und -ende. Danach wurde ein hoch strukturiertes Interview durchgeführt mit weiteren Details. Bei 13% der Betroffenen gaben Angehörige Auskunft. Drei Fachleute schätzten die Wahrscheinlichkeit einer EMF-Belastung von mehr als dem häuslichen Hintergrund ein für alle Berufsbezeichnungen bis 2 Jahre vor der Diagnose. Als wahrscheinlich belastet wurden Elektroberufe, Arbeit an und mit Computern, inkl. Sekretariatsarbeiten, Telefon-, Radio- TV- und Videoberufe, Kabel oder Leitungsmonteure eingestuft und mit der Anzahl darin beschäftigter Jahre gewichtet. Auch die Zahl der Jahre seit Ende einer Arbeit mit Belastung wurde untersucht.

Methode: Bedingte logistische Regressionsanalyse; bei signifikanten Resultaten mit kleiner Fallzahl wurde die Analyse mit nicht bedingter logistischer Regression mit allen Kontrollpersonen unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht durchgeführt. Einflussfaktor: Sozialstatus im Wohnquartier (Townsend Index).

Resultat: 662 Personen litten an akuter myeloischer Leukämie, 92 an akuter lymphatischer Leukämie, 10 an

nicht spezifizierte akute Leukämie. 120 Fälle (42 Männer, 77 Frauen) und 244 Kontrollen (104 Männer, 140 Frauen) hatten jemals eine Stelle mit wahrscheinlich höherer EMF-Belastung als üblich, was einer OR für akute Leukämie bei Männern von 0.81 (95%CI 0.55-1.53) und von 1.11 (0.8-1.53) bei Frauen entsprach. Bei den Frauen war die Odds Ratio für akute lymphatische Leukämie mit 3.48 (95%CI 1.18-10.2, 14 Fälle) signifikant erhöht. In der separaten Analyse der einzelnen Berufe waren die Fallzahlen bei Männern sehr klein mit Ausnahme der Elektriker, für die sich aber kein erhöhtes Risiko zeigte (OR: 0.79, 0.46-1.34; 21 Fälle). Bei den Frauen zeigten sich überzufällig viele Fälle von akuter lymphatischer Leukämie bei Arbeitnehmerinnen im Sekretariatsbereich, am Computer und am Telefon, über alle untersuchten Zeitperioden, auch wenn sämtliche Kontrollpersonen einbezogen wurden.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass es keine Beziehung zwischen akuter Leukämie und beruflicher Belastung mit EMF gebe. Sie halten das erhöhte Risiko für akute lymphatische Leukämie bei Frauen nicht für real, da die OR auch in der Zeitperiode vor der Einführung des Computers ins Büro erhöht war und bei Männern keine solche Beziehung beobachtet wurde. Sie weisen aber darauf hin, dass die verwendete Berufsklassifizierung manche Berufe mit hoher Belastung als nicht belastet klassifizierte wie z.B. Schweisser, NähmaschinenarbeiterInnen etc., und eine gewisse Missklassifikation nicht ausgeschlossen ist.

Bemerkungen: Zur Gewichtung der Belastung wurde nur die Zahl der Jahre an einer wahrscheinlich belasteten Stelle verwendet. Es gab keine Angaben über die Stärke oder Häufigkeit der Belastung sowie über häusliche Belastungen. Rauchen und weitere berufliche Expositionen wie Benzol wurden offenbar erfragt, aber nicht in die Analyse einbezogen.

Karger CP.

Mobile phones and health: a literature overview.

Z Med Phys 2005; 15 (2): 73-85

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über experimentelle und epidemiologische Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive. Es werden auch Zell- und Tierstudien referiert.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Strahlung von Mobil- und Schnurlostelefonen (450 bis 1800 MHz). UMTS-Technologie (1900 bis 2000 MHz) wird nicht berücksichtigt, da noch kaum Studien vorhanden.

Methode: Übersichtsartikel, basierend auf umfassenden Reviews und Expertenberichten sowie ausgewählten Originalstudien.

Resultat: Verschiedene biologische und gesundheitliche Effekte werden diskutiert: u.a. Calciumausstrom aus der Zelle, Durchlässigkeit der Blut-Hirn-Schranke, Melatoninproduktion, EEG-Veränderungen, Blutdruck, Zellproliferation, Genotoxizität, Tumorstadium. Die Ergebnisse der experimentellen Studien mit niedrig dosierter Exposition (nichtthermischer Bereich) sind nicht eindeutig. In den epidemiologischen Studien liess sich kein gesundheitsschädigender Effekt konsistent beobachten. Bekannt sind Interferenzen zwischen Mobiltelefonen und medizinischen Geräten oder Implantaten (z.B. Herzschrittmachern) und ein erhöhtes Unfallrisiko beim Telefonieren am Steuer.

Schlussfolgerung: Der Autor folgert, dass die epidemiologischen Resultate zur Zeit nicht auf einen Zusammenhang zwischen der Mobilfunkstrahlung und Krebsrisiko schliessen lassen. Aufgrund methodischer Einschränkungen der Studien (kleine Fallzahlen, kurzer Beobachtungszeitraum, Missklassifikation der Exposition) und der insgesamt noch unzureichenden Datenlage kann ein Gesundheitsrisiko jedoch nicht

ausgeschlossen werden. Daher sind weitere Studien notwendig.

Vrijheid M, Cardis E, Armstrong BK, Auvinen A, Berg G, Blaasaas KG, Brown J, Carroll M, Chetrit A, Christensen HC, Deltour I, Feychting M, Giles GG, Hepworth SJ, Hours M, Iavarone I, Johansen C, Klaeboe L, Kurttio P, Lagorio S, Lönn S, McKinney PA, Montestrucq L, Parslow RC, Richardson L, Sadetzki S, Salminen T, Schüz J, Tynes T, Woodward A.

Validation of short term recall of mobile phone use for the Interphone study.

Occup Environ Med 2006; 63 (4): 237-243

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Studientyp:

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich zwischen den Angaben von Studienteilnehmern zu ihrem Mobiltelefongebrauch und den Daten von Telefongesellschaften oder modifizierten Mobiltelefonen. Kombinierte Ergebnisse von elf Validierungsstudien, die im Rahmen der Interphone-Studie zur Häufigkeit von Hirntumoren bei Mobiltelefonbenutzern durchgeführt wurden.

Kollektiv: In elf von dreizehn Teilnehmerländern der Interphone-Studie wurden jeweils 40 bis 100 Probanden für die Validierungsstudien ausgewählt (keine Zufallsstichproben, aber mit ähnlicher Alters- und Geschlechtsverteilung wie die Studienpopulation).

Exposition: Die objektiven Daten zur Mobiltelefonbenutzung wurden von Netzanbietern oder durch die Benutzung von Mobiltelefonen mit modifizierter Software gesammelt. Aus diesen Daten wurde die durchschnittliche Anzahl und die mittlere Gesamtdauer der ein- und ausgehenden Gespräche pro Person und Monat berechnet. Die Befragung der Probanden zu ihren Benutzungsgewohnheiten erfolgte sechs bis zwölf Monate nach der Registrierungsperiode in einem persönlichen, computergestützten Interview.

Methode: Die Netzbetreiber registrierten Datum, Zeitpunkt und Dauer der ein- und ausgehenden Gespräche über einen Zeitraum von drei bis acht Monaten. Die modifizierten Telefone wurden in jedem Land von ungefähr 40 Personen während eines Monats benutzt. Der Vergleich zwischen den Angaben der Probanden und den objektiven Daten zur Anzahl und Gesamtdauer der Gespräche pro Monat erfolgte mittels gewichteter Kappa-Statistik für kategorisierte Werte (Einteilung in Quintile) und mittels Pearson-Korrelationskoeffizienten für kontinuierliche Werte. Zusätzlich wurden Quotienten zwischen erinnelter und tatsächlicher

Mobiltelefonbenutzung berechnet, um die Über- oder Unterschätzung zu untersuchen.

Resultat: Insgesamt lagen von 672 Personen Fragebogenangaben und objektive Daten zur Mobiltelefonbenutzung vor. Ungefähr 40% der Probanden wurden in beiden Erhebungsmethoden zum gleichen Quintil der Benutzungsdauer oder der Anzahl an Gesprächen zugeteilt. Die Korrelationskoeffizienten für die Anzahl der Telefonate variierten zwischen 0.44 und 0.79 in den einzelnen Ländern, mit einem Kombinationswert von 0.69. Ähnliche Korrelationen ergaben sich für die mittlere Gesprächsdauer (0.51 bis 0.81). Der Quotient zwischen erinnerter und tatsächlicher Anzahl an Telefonaten lag insgesamt bei 0.92 (95%CI: 0.85-0.99), woraus sich eine durchschnittliche Unterschätzung von 9% ergab. Es zeigten sich grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Teilnehmern: Die Werte variierten von Unterschätzung um den Faktor 8 bis zur achtfachen Überschätzung. Die Gesprächsdauer wurde im Mittel um 42% überschätzt (1.42, 95%CI: 1.29-1.56), die Abweichung zwischen den Probanden war dabei noch ausgeprägter (Quotienten von 0.12 bis 17.37). Personen, die ihr Mobiltelefon wenig benutzten, unterschätzten den Gebrauch, Personen mit stärkerer Benutzung neigten zur Überschätzung.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die Korrelation zwischen erinnertem und tatsächlichem Mobiltelefongebrauch insgesamt als mässig bis hoch (0.5 bis 0.8). Es bestehen grosse Unterschiede zwischen den Teilnehmern bezüglich Unter- und Überschätzung ihrer Telefongewohnheiten. Bei Einteilung der Probanden in fünf Benutzerkategorien können bis zu 60% der Probanden fehlklassifiziert werden, wobei 40% von ihnen angrenzenden Quintilen zugeordnet werden. Dadurch, dass der Zufallsfehler in der Erinnerung der Probanden ziemlich ausgeprägt ist, wird die statistische Power der Interphone-Studie zum Nachweis eventuell erhöhter Tumorrisiken reduziert.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, handelte es sich bei den Probanden der Validierungsstudien wohl um besonders motivierte Personen. Zudem wurde nur ein relativ kurzer Zeitraum von sechs Monaten untersucht. Daher könnten die Angaben der Teilnehmer in der Gesamtstudie noch weniger zutreffend sein. Weitere Ergebnisse von Validierungsstudien im Rahmen des Interphone-Projekts sind publiziert in: Samkange-Zeeb et al.: Validation of self-reported cellular phone use. J Expo Anal Environ Epidemiol 2004; 14 (3), 245-8, und Parslow et al.: Recall of past use of mobile phone handsets. Radiat Prot Dosimetry 2003; 106 (3), 233-40.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, International Union against Cancer (mit Funding von Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association) und nationale Finanzierungsquellen.

Schüz J, Petters C, Egle UT, Jansen B, Kimbel R, Letzel S, Nix W, Schmidt LG, Vollrath L.

The "Mainzer EMF-Wachhund": results from a watchdog project on self-reported health complaints attributed to exposure to electromagnetic fields.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (4): 280-287

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Einrichtung einer Meldestelle für Personen, die über gesundheitliche Beschwerden im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern berichten, Sammlung von Informationen über diese Bevölkerungsgruppe. Ziele von Phase 1: Prüfung der Akzeptanz, Erfassung von Unterschieden zwischen Personen, die sich als elektromagnetisch hypersensibel betrachten und Personen mit Symptomen, die sich nicht als hypersensibel bezeichnen.

Kollektiv: Alle Einwohner von Rheinland-Pfalz, die über Symptome im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern berichteten und sich bei der Meldestelle des Projekts "Mainzer EMF-Wachhund" meldeten.

Exposition: Verschiedene Quellen hoch- und niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung, Exposition im Alltag gemäss Angaben der Probanden.

Methode: Phase 1 (Kontaktphase): Einrichtung der Meldestelle, Registrierung der Probanden. Erfassung der Symptome und Expositionsquellen mittels standardisiertem Fragebogen. Zusätzlich gaben die Teilnehmer an, ob sie sich als hypersensibel gegenüber elektromagnetischen Feldern betrachteten oder nicht. Mittels multipler logistischer Regression wurden die beiden Teilnehmergruppen miteinander verglichen. Es wurde untersucht, ob bestimmte Personenmerkmale oder Eigenschaften mit dem Auftreten von Gesundheitsproblemen oder mit dem Ausmass der Beschwerden assoziiert waren. Geplante weitere Phasen der Studie: Phase 2: Klinische und psychosomatische Untersuchung der registrierten Personen und einer Zufallsstichprobe aus der Bevölkerung, Besprechung von Behandlungsoptionen. Phase 3: Einrichtung eines kontinuierlichen Beratungsangebots an der Universitätsklinik Mainz.

Resultat: Im Zeitraum von Oktober 2003 bis März 2005 meldeten sich 192 Personen mit EMF-bezogenen gesundheitlichen Beschwerden bei der Registrierungsstelle. Davon bezeichneten sich 107 Personen (56%) als hypersensibel. Die statistischen Auswertungen nach Abschluss der ersten Studienphase ergaben, dass Frauen und Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität häufiger stärkere Beschwerden angaben ($p < 0.01$). Auch ein niedriger Sozialstatus war mit dem Ausmass der Beschwerden positiv assoziiert ($p < 0.01$). In der Gruppe der Hypersensiblen befanden sich statistisch signifikant mehr Frauen als Männer. Ebenfalls häufiger vertreten waren Personen, die Bedenken gegenüber allen Strahlungsquellen hatten (hoch- oder niederfrequent), im Vergleich zu Personen mit spezifischen Befürchtungen z.B. nur wegen Mobiltelefonen. Insgesamt hatten 77% aller Probanden wegen der Beschwerden bereits ärztliche Hilfe gesucht.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass es sich bei der Studienpopulation um eine Auswahl von Personen handelt, die sich selbst per (internetbasiertem) Fragebogen gemeldet haben. Daher stellen die Teilnehmer keine repräsentative Stichprobe aus der Gesamtbevölkerung dar. Die Differenzierung zwischen Personen, die sich als elektromagnetisch hypersensibel betrachten und Personen mit Symptomen, die sich nicht als hypersensibel bezeichnen, sollte in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Finanzierung: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Rheinland-Pfalz, Deutschland

Aalto S, Haarala C, Bruck A, Sipila H, Hämäläinen H, Rinne JO.
Mobile phone affects cerebral blood flow in humans.
J Cereb Blood Flow Metab 2006; 26 (7): 885-890

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Herzkreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des regionalen Blutflusses im Gehirn (regional cerebral blood flow, rCBF) bei Mobiltelefonexposition und gleichzeitiger Durchführung eines Arbeitsgedächtnis-Tests. Vorgängerstudie derselben Autoren: Haarala et al., Effects of a 902 MHz mobile phone on cerebral blood flow in humans: a PET study. Neuroreport 2003; 14 (16), 2019-23.

Kollektiv: 12 Männer, Durchschnittsalter: 25 +/- 2 J., alle Rechtshänder.

Exposition: GSM-Mobiltelefon ohne Lautsprecher und Batterie (externe Stromversorgung, um Batteriegeräusche zu vermeiden). Das Mobiltelefon befand sich in normaler Gesprächsposition an der linken Kopfseite, die Antenne war ca. 17 mm von der Schädeloberfläche entfernt. Frequenz: 902 MHz, Durchschnittsleistung: 0.25 W, Pulsfrequenz: 217 Hz, Pulsbreite: 0.577 ms. Spezifische Absorptionsrate (10g): 0.743 W/kg im Mittel, Spitzenwert: 1.51 W/kg.

Methode: Experimentelle Doppelblindstudie. Jeder Proband wurde 14 Mal mittels Positronen-Emissions-Tomographie (PET) untersucht. Bei jeder Untersuchung führten die Versuchspersonen einen einfachen, verbalen Arbeitsgedächtnis-Test (1-back task) durch und waren während der Hälfte der Zeit exponiert oder scheinexponiert. Vor der PET-Untersuchung erhielten sie eine intravenöse Injektion des Radiopharmakons Sauerstoff-15 (200 MBq). Die Dauer der beiden Expositionsphasen betrug jeweils 51 Minuten. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels explorativer Analyse (für feste Effekte und Zufallseffekte) und beinhaltete einen t-Test der Kontrastbilder, die durch subjektspezifische Subtraktionsanalyse erstellt worden waren. Bei der Signifikanzprüfung wurde für multiple Testung korrigiert.

Resultat: Die statistische Analyse ergab eine signifikante Abnahme der Durchblutung im Bereich des unteren

linken Schläfenlappens (Gyrus fusiformis) während der Mobiltelefonexposition ($p=0.003$). Eine statistisch signifikante Steigerung des Blutflusses zeigte sich dagegen beidseits in Regionen des Stirnlappens (oberer und mittlerer Gyrus frontalis, $p=0.007$ resp. 0.001). In Bezug auf die Reaktionszeit und die Korrektheit der Antworten war kein Expositionseffekt zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen Hinweise auf einen Einfluss der Mobiltelefonexposition auf die zerebrale Durchblutung und die Nervenzellaktivität. Ob dieser Effekt von gesundheitlicher Relevanz ist, kann nicht beurteilt werden.

Bemerkungen: Einige methodische Anforderungen sind erfüllt (doppelblind, Crossover-Design, ausgeglichene Reihenfolge, Korrektur für multiple Testung). In der Vorgängerstudie beobachteten die Autoren keinen Expositionseffekt, sondern vermuteten eine Aktivierung durch das Batteriegeräusch. Die PET-Studie von Huber et al. (2002), in der eine planare Antenne als Strahlungsquelle verwendet wurde, zeigte einen Anstieg des zerebralen Blutflusses im ipsilateralen Präfrontalkortex und im kontralateralen Parietalkortex. Allerdings erfolgte die PET-Untersuchung nicht während der Exposition, sondern danach.

Finanzierung: keine Angaben

Hamblin DL, Croft RJ, Wood AW, Stough C, Spong J.

The sensitivity of human event-related potentials and reaction time to mobile phone emitted electromagnetic fields.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (4): 265-273

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Effekts der Mobiltelefonexposition auf die ereignisbezogenen Potenziale (ERP), die im Gehirn bei der Verarbeitung akustischer und visueller Reize hervorgerufen werden.

Kollektiv: 120 Probanden, 18 bis 69 J., 46 Männer und 74 Frauen, 108 Rechtshänder.

Exposition: GSM-Mobiltelefon, das mit einer Plastikhalterung an der rechten oder linken Kopfseite angebracht war. Frequenz: 895 MHz, mittlere Leistung: 250 mW, Spitzenleistung: 2 W, Pulsfrequenz: 217 Hz, Pulsbreite: 576 μ s. Die durchschnittliche SAR gemittelt über 10g Gewebe betrug 0.11 W/kg. Während der aktiven Exposition (30 Min.) sendete das Mobiltelefon mit maximaler Leistung.

Methode: Das Experiment erfolgte doppelt verblindet und nach einem Crossover-Design. Alle Probanden nahmen an zwei Untersuchungen im Abstand von einer Woche teil. Die Testbatterie jeder Untersuchung bestand aus drei fünfminütigen Tests. Vor und nach jedem Test wurde ein Ruhe-EEG abgeleitet (90 Sek.), während dieser Zeit sassen die Versuchspersonen mit offenen Augen entspannt in einem Sessel. Die ganze Versuchssequenz wurde zunächst bei Scheinexposition durchgeführt. Nach einer zehnminütigen Aufzeichnung des Ruhe-EEGs erfolgte ein zweiter Durchgang entweder bei Scheinexposition oder bei realer Exposition (Dauer: 21 Minuten). Als kognitive Tests wurden akustische und visuelle Aufmerksamkeitstests (oddball tasks) verwendet sowie ein Wisconsin-Card-Sorting-Test, dessen Ergebnisse nicht ausgewertet wurden. Die Reihenfolge der Expositionen sowie der exponierten Gehirnhälfte (60 Personen rechts, 60 Personen links) war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Die Auswertung der EEG-Daten erfolgte nach Zusammenfassung der Aufzeichnungen von rechts- und linksseitigen Expositionen. Verglichen wurden die ERP-Amplituden und Latenzen an EEG-Elektroden in der Mitte des Kopfes. Ausserdem wurden die Reaktionszeiten untersucht. Die statistische Analyse erfolgte mittels t-Tests für gepaarte Daten. Als primäre Endpunkte galten die Amplitude und Latenz der N100-Komponente im

akustischen Test, die P300-Latenz und die Reaktionszeit. Bei der Auswertung der sekundären, explorativen Endpunkte wurde eine Bonferroni-Korrektur angewendet ($p=0.008$).

Resultat: Es ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den ERP-Komponenten vor und nach der Mobiltelefonexposition oder vor und nach der Scheinexposition (alle $p>0.4$). Nur im akustischen Oddball-Test zeigte sich ein Trend zur Verlängerung der Reaktionszeit bei realer Exposition. Diese Ergebnisse stimmen nicht mit denjenigen der Vorgängerstudie überein (Hamblin et al., Clin Neurophysiol 2004: 115 (1), 171-8). In dieser einfach verblindeten Pilotuntersuchung an 12 Probanden beobachteten die Autoren bei einstündiger, rechtsseitiger Mobiltelefonexposition die signifikante Abnahme der Amplitude und der Latenz einer sensorischen ERP-Komponente (N100) sowie die Zunahme der Latenz einer späteren, kognitiven ERP-Komponente (P300). Ausserdem zeigte sich eine signifikante Verlängerung der Reaktionszeiten.

Schlussfolgerung: Da die Ergebnisse der vorliegenden Studie früher beobachtete Effekte der Mobiltelefonexposition auf ERPs nicht bestätigen und auch die Resultate zu den Reaktionszeiten nicht einheitlich sind, sehen die Autoren zum jetzigen Zeitpunkt keine klare Evidenz für eine Beeinflussung dieser Parameter durch Mobiltelefonexposition.

Bemerkungen: In dieser Studie wurden gegenüber den früheren Untersuchungen einige methodische Verbesserungen erzielt (grössere Probandenzahl, doppelte Verblindung, Korrektur für multiple Tests). Die unterschiedlichen Expositionsbedingungen (Dauer, exponierte Kopfseite etc.) erschweren allerdings den Vergleich der Resultate. Ergebnisse zum Einfluss der Mobiltelefonexposition auf die Alpha-Aktivität im EEG sind in Croft et al. 2007 publiziert.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia

Regel SJ, Negovetic S, Rösli M, Berdiñas V, Schuderer J, Huss A, Lott U, Kuster N, Achermann P.
UMTS Base Station-Like Exposure, Well Being and Cognitive Performance.
Environmental Health Perspectives 2006; 114 (8): 1270-1275

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Kurz (Tage bis Wochen)	

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses von UMTS-ähnlicher elektromagnetischer Strahlung auf das subjektive Wohlbefinden und die kognitiven Leistungen. Anschlussstudie an die holländische TNO-Studie, in der unter UMTS-ähnlicher Exposition eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens beobachtet wurde (Zwamborn et al. 2003).

Kollektiv: 33 Personen (14 Männer, 19 Frauen) mit selbstberichteter elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) und 84 nicht-elektrosensible Kontrollpersonen (41 Männer, 43 Frauen). Die Probanden wurden über Zeitungsanzeigen und aus Datenbanken früherer Studien rekrutiert. Alter: 20 bis 60 J., Durchschnittsalter: 37.7 +/- 10.9 J.,

Exposition: Basisstationsantenne vom Typ UMTS, Trägerfrequenz: 2140 MHz, Signalmodulation: FDD-Modus (frequency division duplex). Die Antenne befand sich in 1.5 m Höhe und 2 m Entfernung linksseitig hinter dem Probanden (Einfallswinkel 25°). Der vertikale Neigungswinkel der Antenne betrug 45°. Es gab drei Expositionsbedingungen: Scheinbelastung, Feldstärke 1 V/m und 10 V/m.

Methode: Die beiden Studiengruppen wurden so zusammengestellt, dass die Verteilung von Alter, Geschlecht und Wohnregion übereinstimmte. Es fanden drei Versuchsdurchgänge statt, jeweils im Abstand von einer Woche und zur gleichen Tageszeit. Die Experimente erfolgten unter Doppelblindbedingungen und nach einem randomisierten Crossover-Design. Die Probandenpaare (je eine elektrosensible und eine nicht elektrosensible Person) wurden den sechs verschiedenen Reihenfolgen der drei Expositionsarten (Schein, 1 V/m, 10 V/m) zufällig zugeordnet. Jede Expositionssitzung dauerte 45 Minuten. Vor und nach der Exposition füllten die Probanden mehrere Fragebögen zum Wohlbefinden aus: Den Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung (Müller und Basler 1993), den modifizierten Fragebogen zur Lebensqualität, der in der TNO-Studie verwendet

worden war, und einen selbstentwickelten Fragebogen mit weiteren Faktoren, die die Lebensqualität aktuell beeinflussen könnten. Zudem schätzten die Probanden die jeweilige Expositionsbedingung auf einer visuellen Analogskala ein. Während der Exposition wurden zwei Serien von sechs kognitiven Tests durchgeführt, die erste zu Beginn, die zweite nach 22 Minuten. Die Serien bestanden aus Tests zur einfachen Reaktionszeit, zur Wahlreaktionszeit, zum Arbeitsgedächtnis (n-back tasks) und zur selektiven visuellen Aufmerksamkeit. Jede Serie dauerte 15 bis 20 Minuten. Die statistische Analyse erfolgte für beide Studiengruppen separat mittels linearen gemischten Modellen. Um eine Dosis-Wirkungsbeziehung zu untersuchen, wurde die Exposition als kontinuierliche Variable modelliert. Als potenzielle Störfaktoren wurden in den Modellen folgende Parameter berücksichtigt: Expositionsreihenfolge, Alter, Geschlecht, BMI, Koffeinzufuhr, Medikamenteneinnahme, Menstruationsbeschwerden, Schlafqualität und das Vorhandensein einer Erkältungskrankheit. Die Ergebnisse der kognitiven Tests wurden mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest verglichen und für multiple Testung korrigiert.

Resultat: Die Auswertung der Fragebögen zum Wohlbefinden ergab für keine der beiden Studiengruppen statistisch signifikante Unterschiede in Abhängigkeit von den verschiedenen Expositionsbedingungen (Scheinxposition, 1 V/m, 10 V/m). Es bestand kein Zusammenhang zwischen der geschätzten und der realen Feldstärke. In Bezug auf die kognitiven Funktionen zeigte sich in den Tests zur einfachen Reaktionszeit, zum Arbeitsgedächtnis und zur visuellen selektiven Aufmerksamkeit kein Expositionseinfluss. Im Wahlreaktionstest war die Reaktionsgeschwindigkeit in der Gruppe der Elektrosensiblen im zweiten Durchgang bei Scheinxposition und bei 1 V/m langsamer als im ersten, bei 10 V/m zeigte sich dagegen kein Unterschied. In einem Aufmerksamkeitstest (1-back task) nahm die Korrektheit der Antworten in der Gruppe der Elektrosensiblen bei 10 V/m ab ($p=0.046$). Der Einbezug der potenziellen Störfaktoren änderte die Resultate nicht. Nach Korrektur für multiple Testung waren die Unterschiede statistisch nicht mehr signifikant (Signifikanzniveau: $p=0.0051$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Ergebnisse nicht auf einen Kausalzusammenhang zwischen Hochfrequenzexposition und Verminderung der Wohlbefindens hinweisen und die Resultate der TNO-Studie nicht bestätigen. In Bezug auf die kognitiven Leistungen waren die beobachteten Veränderungen schwach und nicht einheitlich für beide Studiengruppen, ein Effekt der UMTS-ähnlichen Strahlung lässt sich nicht ausschliessen. Es können keine Aussagen über Langzeiteffekte der Exposition durch UMTS-Basisstationen abgeleitet werden.

Bemerkungen: Insgesamt sprechen die Ergebnisse gegen kurzfristige Effekte der UMTS-Basisstationenexposition auf das Wohlbefinden und die kognitiven Leistungen. Wie die Autoren in einer Medienmitteilung erläutern, entsprach das Antennensignal der Exposition durch eine Basisstation, die nur Kontrollsignale, aber keine Gespräche überträgt. In einem realen UMTS-Netz könnte eine solche Situation in den früheren Morgenstunden auftreten.

Finanzierung: 60% Behörden: BAG, BAFU, BAKOM, ComCom, holländische Ministerien. 40% Industrie: Swisscom Mobile AG, Orange Communications SA, TDC Switzerland AG.

Russo R, Fox E, Cinel C, Boldini A, Defeyter MA, Mirshekar-Syahkal D, Mehta A.
Does acute exposure to mobile phones affect human attention?.
Bioelectromagnetics 2006; 27 (3): 215-220

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu den Auswirkungen verschiedener Mobiltelefonsignale auf die kognitive Leistungsfähigkeit.

Kollektiv: 168 Probanden (99 Frauen und 69 Männer), Alter: 17 bis 41 Jahre.

Exposition: Mobiltelefon mit moduliertem GSM-Signal, unmoduliertem continuous wave Signal (CW) oder Scheinexposition. Beide Signale hatten eine Frequenz von 888 MHz, die durchschnittliche SAR betrug 1.4 W/kg (+/- 30%). Das Mobiltelefon befand sich in normaler Gesprächsposition am Kopf der Probanden. Die Expositionsdauer betrug 35 bis 40 Minuten. Jeweils 84 Personen wurden mit dem GSM-Signal resp. dem CW-Signal exponiert. In jeder Gruppe befand sich das Telefon bei 42 Personen an der rechten und bei 42 Personen an der linken Kopfseite.

Methode: Alle Probanden durchliefen zwei Expositionssitzungen, waren also jeweils einem der beiden Signale und der Scheinexposition ausgesetzt. Die Sitzungen fanden im Abstand von einer Woche zur selben Tageszeit statt. Die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. Vor und nach jedem Durchgang füllten die Versuchspersonen einen Fragebogen zur subjektiven Befindlichkeit aus. Während der Exposition absolvierten sie vier kognitive Tests in ebenfalls ausgeglichener Reihenfolge. Die Tests bezogen sich auf einfache Reaktionszeit, Wahlreaktionszeit, Subtraktion und Aufmerksamkeit. Die medianen Leistungen jedes Probanden wurden mittels Varianzanalyse verglichen (mixed factorial ANOVA).

Resultat: Die Auswertungen ergaben für keinen Test statistisch signifikante Unterschiede in den Reaktionszeiten. Das galt für beide Mobiltelefonsignale (jeweils im Vergleich zur Scheinexposition) sowie für die rechts- und linksseitige Exposition. Auch die Reihenfolge der Expositionen hatte keinen Einfluss auf die

kognitiven Leistungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass sie keine Effekte der Mobiltelefonexposition beobachtet haben, die Ergebnisse aber Auswirkungen auf andere kognitive Funktionen nicht ausschliessen. Die Resultate zur subjektiven Befindlichkeit vor und nach der Exposition werden in einer späteren Arbeit evaluiert und veröffentlicht.

Bemerkungen: Wesentliche Anforderungen an das Versuchsdesign sind erfüllt (doppelblind, ausgeglichene Reihenfolge, Crossover-Design). Ausserdem wurde berechnet, dass die statistische Power zum Nachweis eines Unterschieds von 0.3 in der kognitiven Leistung bei 97% lag. Diese Berechnung bezieht sich allerdings auf die Gesamtzahl von 168 Probanden, die Analysen erfolgten aber für vier Gruppen à 42 Personen separat (zwei Expositionsbedingungen und rechts- oder linksseitig). Wie gross die statistische Power für diese Analysen war, wird nicht angegeben.

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Vangelova K, Deyanov C, Israel M.

Cardiovascular risk in operators under radiofrequency electromagnetic radiation.

Int J Hyg Environ Health 2006; 209 (2): 133-138

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Herzkreislaussystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des kardiovaskulären Risikos bei Arbeitern von Radio- und Fernsehsendern.

Kollektiv: 49 Angestellte eines Radiosenders (35 Männer) und 61 Angestellte eines Fernsehsenders (53 Männer). Die Aufgabe der Arbeiter war es, die Sendeanlagen zu überwachen und deren Emissionen zu kontrollieren. Die Arbeiter waren durchschnittlich 47.9 +/- 6.7 Jahre alt und arbeiteten seit ca. 26 Jahren in diesem Beruf mit schnell rotierendem Schichtsystem. Die Kontrollgruppe bestand aus 110 Arbeitern in Richtfunkanlagen, die den Teilnehmern entsprechend Alter, Geschlecht und Arbeitsbedingungen (Schichtsystem) zugeordnet wurden.

Exposition: In den Radio- und Fernsehstationen wurde an den Arbeitsplätzen die Intensität und die Flussdichte der Hochfrequenzfelder gemessen. Das Frequenzspektrum des Radiosenders lag bei 6 bis 25 MHz, das Spektrum des Fernsehsenders zwischen 66 und 900 MHz. Aus den Messungen wurden die Mittel- und Maximalwerte der Energielast (energetic load) und des zeitgewichteten Durchschnitts berechnet. Der mittlere zeitgewichtete Durchschnittswert rangierte zwischen 3.10 und 3.96 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ für Radioarbeiter und zwischen 1.19 und 1.89 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ für Fernseharbeiter. An den Arbeitsplätzen der Richtfunkanlage war keine Hochfrequenzbelastung nachweisbar.

Methode: Als kardiovaskuläre Risikofaktoren wurden erhoben: arterieller Blutdruck (2x in 3 Monaten gemessen), Lipidkonzentrationen im Blut, Body Mass Index (BMI), Quotient aus Taillen- und Hüftumfang, Rauchgewohnheiten, familiäre Belastung. Die statistische Analyse erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA), Chi²-Test und multipler Regression.

Resultat: In den beiden Gruppen mit Hochfrequenzexposition am Arbeitsplatz lagen die Mittelwerte für

systolischen und diastolischen Blutdruck statistisch signifikant höher als in der Kontrollgruppe (139.1 vs. 127.8 mmHg). In Bezug auf BMI und Taillen-Hüft-Quotienten unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant. Höhere Werte ergaben sich in den beiden exponierten Gruppen für Gesamtcholesterin, LDL-Cholesterin und das Verhältnis von Gesamtcholesterin zu HDL-Cholesterin. Der zeitgewichtete Durchschnittswert der Hochfrequenzexposition war im Regressionsmodell nicht signifikant mit dem Blutdruck assoziiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren ihre Resultate dahingehend, dass sich unter Arbeitern mit Hochfrequenzexposition mehr Personen mit Bluthochdruck und einer Störung des Fettstoffwechsels (Dyslipidämie) befinden.

Bemerkungen: Da es sich nicht um eine Längsschnittstudie handelt, sondern um eine Querschnittserhebung, ist aus den Daten nicht erkennbar, wann die erhöhten Blutdruck- und Lipidwerte aufgetreten sind. Der Zusammenhang mit der Hochfrequenzexposition lässt sich daher kaum beurteilen. Auch die Angabe der Bluthochdruck-Inzidenz, wie sie in der Publikation genannt wird, ist nicht möglich. Zudem lässt sich die Diagnose eines Bluthochdrucks nicht anhand von lediglich zwei Messungen innerhalb von drei Monaten stellen. Ebenfalls unklar ist, wie viele Personen in jeder Gruppe bereits blutdrucksenkende Medikamente einnahmen. Möglicherweise war die Kontrollgruppe nur medikamentös besser eingestellt. Auch das Vorgehen bei der Rekrutierung der Studienteilnehmer ist unklar: Wurden alle Arbeiter der Radio- und Fernsehstationen untersucht oder nur eine Auswahl? Erfolgte die Auswahl nach dem Zufallsprinzip, um die Repräsentativität der Stichprobe zu gewährleisten? Wenn nicht, könnte eine Selektion von Personen mit Bluthochdruck vorliegen. Ausserdem fehlen einige demographische Angaben, unter anderem das Durchschnittsalter der Kontrollpersonen. Beim statistischen Vergleich der Bluthochdruckraten in den drei Gruppen wurden - abgesehen von den Matching-Variablen - keine potenziellen Störfaktoren berücksichtigt. Die adjustierten Daten werden nicht präsentiert. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sprechen eher gegen einen Zusammenhang zwischen Befunden und Hochfrequenzexposition, da der zeitgewichtete Durchschnittswert nicht signifikant mit dem Blutdruck assoziiert war. Ausserdem wurde die hohe Korrelation zwischen den kardiovaskulären Risikofaktoren (Übergewicht, Dyslipidämie und Bluthochdruck) nicht berücksichtigt. Insgesamt sind die Resultate aufgrund dieser methodischen Mängel nicht aussagekräftig.

Finanzierung: keine Angaben

Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Kapareliotis E, Kontoangelos KA, Capsalis CN, Rabavilas AD, Soldatos CR.

Acute mobile phone effects on pre-attentive operation.

Neurosci Lett 2006; 397 (1-2): 99-103

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung, ob die Mobiltelefonexposition die auditive P50-Komponente ereignisbezogener Potenziale (ERPs) im Gehirn verändert. ERPs reflektieren die elektrophysiologische Aktivität des Gehirns. Die P50-Komponente repräsentiert einen Teil der Gehirnaktivität bei der Verarbeitung akustischer Signale im Gehirn und gehört zum Gamma-Band im Elektroenzephalogramm (EEG).

Kollektiv: 19 Probanden (9 Männer, 10 Frauen), Durchschnittsalter: 23.3 Jahre.

Exposition: Dipolantenne mit Signalgenerator, Frequenz: 900 MHz, Antennenfaktor: 27.4 dB/m, mittlere Sendeleistung: 64 mW, nicht moduliert. Die Antenne befand sich ca. 20 cm vom rechten Ohr der Probanden entfernt. Elektrische Feldstärke auf Kopfhöhe: 3 V/m

Methode: Die Probanden absolvierten einen akustischen Wechsler-Test zum Arbeitsgedächtnis in zwei Durchgängen, einmal bei realer Exposition, einmal bei Scheinexposition. Der Abstand zwischen den Tests betrug zwei Wochen, die Reihenfolge der Expositionen wurde zufällig bestimmt. Je nach Höhe des akustischen Signals (500 oder 3000 Hz) mussten die Probanden Zahlen in unterschiedlicher Reihenfolge reproduzieren. Die Auswertung der P50-Amplituden erfolgte für beide Töne separat mittels multivariater Varianzanalyse und unter Korrektur für multiple Vergleiche.

Resultat: An 11 von 15 EEG-Elektroden zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede in der P50-Amplitude je nachdem, welche Tonhöhe verwendet wurde (grössere P50-Amplituden beim höheren Ton). Unter Exposition waren diese Differenzen geringer: es bestanden nur noch an zwei Ableitungen signifikante Unterschiede, da die Amplitude nach dem tieferen Ton anstieg und nach dem höheren Ton abnahm. In Bezug auf die kognitiven Leistungen wurden keine Unterschiede beobachtet.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren sprechen die Resultate für einen Einfluss der Mobiltelefonexposition auf die Verarbeitung akustischer Signale im Gehirn. Ein Vergleich mit früheren Studienergebnissen ist aufgrund methodischer Unterschiede kaum möglich.

Bemerkungen: Die Angaben zur Exposition sind unvollständig. Offenbar wurde keine Abschätzung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) vorgenommen, und die Vergleichbarkeit mit einem Mobiltelefonsignal ist fraglich (fehlende Modulation etc). Auch die Dauer der Exposition wird nicht erwähnt, und es ist nicht ersichtlich, ob es sich um eine Doppelblindstudie handelte.

Finanzierung: Astra Zeneca Hellas

Yuasa K, Arai N, Okabe S, Tarusawa Y, Nojima T, Hanajima R, Terao Y, Ugawa Y.
Effects of thirty minutes mobile phone use on the human sensory cortex.
Clin Neurophysiol 2006; 117 (4): 900-905

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung, ob Mobiltelefonexposition die somatosensiblen evozierten Potenziale (SEPs) des Gehirns beeinflusst.

Kollektiv: 12 Probanden (5 Männer, 7 Frauen), 22 bis 50 Jahre. Die gepaarte Stimulation des Nervus medianus wurde nur bei sieben Personen durchgeführt.

Exposition: Mobiltelefonsimulator mit Handapparat. Frequenz: 800 MHz, maximale Sendeleistung: 270 mW, moduliert (TDMA), Zeitschlitz: 6.7 ms. Die Probanden hielten den Telefonhörer in normaler Gesprächsposition ans rechte Ohr (Antenne ca. 4 cm vom Kopf entfernt). Die Expositionsdauer betrug 30 Minuten, die spezifische Absorptionsrate gemittelt über 10g Gewebe lag bei 0.054 +/- 0.02 W/kg.

Methode: Die somatosensiblen evozierten Potenziale (SEPs) wurden vor und nach der Exposition aufgezeichnet. Die Ableitung der SEPs erfolgte über der Region der rechten Hirnhemisphäre, die für die sensible Versorgung der linken Hand zuständig ist. Vor der Aufzeichnung wurde der Nervus medianus am linken Handgelenk elektrisch stimuliert. Nach der Exposition wurde die Erholungsfunktion der SEPs untersucht, indem man jeweils zwei elektrische Stimuli mit verschiedenen Intervallen applizierte. Die Latenzzeiten und Amplituden der evozierten Potenziale wurden mittels t-Tests für gepaarte Daten verglichen und für multiple Testung korrigiert. Zudem wurde eine Varianzanalyse mit drei Faktoren durchgeführt: vor/nach Exposition, reale Exposition/Scheinaexposition, Intervalle zwischen den Stimuli (10, 20, 40, 60, 80, 100, 200 ms).

Resultat: Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Latenzzeiten und Amplituden der SEPs des Nervus medianus vor und nach der Mobiltelefonexposition. Auch für die Erholungsfunktion der SEPs bei doppelter Stimulation ergab sich kein Zusammenhang mit der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen keine kurzfristigen Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die untersuchten Parameter der Reizverarbeitung im Gehirn.

Bemerkungen: Es wurden nur sieben resp. zwölf Probanden untersucht, Angaben zur Powerberechnung fehlen. Unklar ist, ob die Versuche unter Doppelblindbedingungen durchgeführt wurden. Vorgängerstudie der Autorengruppe: Arai et al., Thirty minutes mobile phone use has no short-term adverse effects on central auditory pathways. Clin Neurophysiol 2003; 114 (8), 1390-4.

Finanzierung: Ministry of Internal Affairs and Communications (Japan), Association of Radio-Industry and Business (ARIB), EMF-Forschungskomitee

Seitz H, Eikmann T, Rösli M.

Electromagnetic Hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication - a literature review.

Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2006; 11 (2): 71-79

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Literaturstudie zur Risikobewertung hinsichtlich elektromagnetischer Hypersensibilität.

Kollektiv: Diverse Kollektive aus experimentellen und epidemiologischen Studien zur elektromagnetischen Hypersensibilität.

Exposition: Mobilfunkstrahlung von Telefonen oder Basisstationen (analog oder digital, GSM- oder UMTS-Signale).

Methode: Systematische Literaturrecherche in verschiedenen Online-Datenbanken. Berücksichtigt wurden Originalarbeiten, die zwischen Januar 2000 und März 2004 publiziert worden waren und explizit Expositionen durch Mobilfunkstrahlung untersucht hatten. So genannte graue Literatur (Publikationen ohne peer review) wurde berücksichtigt, wenn sie ausreichend Informationen für die Qualitätsbeurteilung enthielt. Die Gewichtung der Studien erfolgte in erster Linie nach ihrem Design. In einem zweiten Schritt wurden sie anhand der Qualitätskriterien der Strahlenschutzkommission (2002) bewertet. Daraus ergaben sich vier Kategorien: Studiendesign zur Beurteilung der Kausalität zweckmässig/nicht zweckmässig; Qualität genügend/ungenügend.

Resultat: Von insgesamt 22 bewerteten Publikationen wurden 13 als relevant erachtet. Mehrfachpublikationen der gleichen Daten wurden nicht berücksichtigt. Da es sich bei den epidemiologischen Studien um Querschnitterhebungen handelt, können sie nicht zur Beurteilung des Kausalzusammenhangs herangezogen werden, sondern lediglich Hypothesen zu möglichen Assoziationen liefern. Vier Arbeiten wurden als qualitativ ungenügend beurteilt. Insgesamt lagen damit sechs experimentelle Studien vor, die Schlussfolgerungen in Bezug auf einen Kausalzusammenhang zwischen unspezifischen Symptomen und Mobilfunkexposition erlaubten. Nur drei Studien untersuchten die Befindensbeeinträchtigungen durch Mobilfunkstrahlung unter kontrollierten

Expositionsbedingungen. Ihre Ergebnisse waren nicht einheitlich. Es gab keine Evidenz dafür, dass es eine Gruppe von Personen gibt, die Hochfrequenzfelder wahrnehmen können.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass keines der untersuchten Symptome in einen Zusammenhang mit der Exposition gestellt werden konnte. Aufgrund der widersprüchlichen Ergebnisse kann ein Einfluss auf das Befinden aber nicht völlig ausgeschlossen werden.

Bemerkungen: Vgl. Publikation auf englisch: Seitz et al.: Electromagnetic hypersensitivity (EHS) and subjective health complaints associated with electromagnetic fields of mobile phone communication - a literature review published between 2000 and 2004. Sci Total Environ 2005: 349 (1-3), 45-55.

Finanzierung: Forschungszentrum Jülich

Spiegel H, Meyer N, Ehrenstein V, Heinrich S, Schulze A, Klein J, Praml G, Brix J, Nowak D, von Kries R, Radon K.

Cellular phone network and health: a pilot study. Design and first results.

Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2006; 11 (2): 80-88

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie zur Überprüfung, ob Personendosimeter in einer bevölkerungsbezogenen Querschnittsstudie zur Untersuchung der gesundheitlichen Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung eingesetzt werden können.

Kollektiv: Insgesamt bestand die Studienpopulation aus 100 Kindern (8-12 J.), 100 Jugendlichen (13-17 J.) und 150 Erwachsenen (18-65 J.). Die Antwortrate lag bei 55%. Die Teilnehmer wurden aus den Daten der Einwohnermeldeämter von zwei Münchner Stadtbezirken zufällig ausgewählt. Im Rahmen der Pilotstudie wurden die Expositionsmessungen von 42 Kindern, 57 Jugendlichen und 64 Erwachsenen ausgewertet.

Exposition: Von jedem Teilnehmer wurde mittels Personendosimetrie ein 24-Stunden-Expositionsprofil aufgezeichnet. Das Personendosimeter wurde tagsüber am rechten Oberarm befestigt und während der Nachtstunden auf dem Nachttisch abgelegt. Die Exposition gegenüber Frequenzen des Mobilfunkbereichs wurde nach Frequenzbändern getrennt aufgezeichnet (D-Netz: 890-960 MHz, E-Netz: 1710-1880 MHz, UMTS: 1920-2170 MHz, DECT: 1880-1900 MHz, WLAN: 2400-2450 MHz). Aufgrund der Erfassung im Sekundentakt ergaben sich pro Tag 86 400 Einzelmesswerte. Gerätebedingt war die Zuordnung zu Expositionen durch Basisstationen oder Telefonate nicht möglich.

Methode: Zeitgleich zur Expositionserfassung füllten die Teilnehmer ein Beschwerdetagebuch aus, das sich auf die zurückliegenden sechs Monate bezog. In einem computergestützten Interview wurden zudem allgemeine soziodemographische Daten sowie potenzielle Confounder erfragt. Aus den Messwerten wurde für jeden Probanden der prozentuale Anteil des Tages ermittelt, an dem die Feldstärke über 0,1 V/m lag. Zusätzlich wurde aus dem Integral der Messwerte die kumulative Exposition berechnet.

Resultat: Erste Ergebnisse liegen für 42 Kinder, 57 Jugendliche und 64 Erwachsene vor. Der Anteil der Gesamtexposition über 0,1 V/m über alle Frequenzen reichte von 0,1 bis 96,5% des Tages, der Median für das Gesamtkollektiv lag bei 4,1% des Tages. Die Exposition wurde vom D-Netz-Bereich (890-960 MHz) dominiert. Die Verwendungsdauer von Mobiltelefonen lag im Median bei 5 Minuten pro Tag. Bei der Häufigkeit akuter Beschwerden am Untersuchungstag dominierte - unabhängig vom Ausmass der Exposition - die Müdigkeit mit 47% für die Gruppe der Kinder und Jugendlichen und mit 44% für die Erwachsenen.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren resümieren, zeigt die Pilotstudie, dass sich Personendosimeter zum Einsatz in einer epidemiologischen Untersuchung eignen. Durch die Erfahrungen in der Studie wurde die Messgeräte weiter optimiert. Unter anderem wurde die Nachweisgrenze auf 0.02 V/m gesenkt. Die Zusammenhänge zwischen Exposition und Befinden sollen in der Hauptstudie untersucht werden.

Bemerkungen: Die individuelle Erfassung der Hochfrequenzexposition ist ein wesentlicher Fortschritt für die Aussagekraft epidemiologischer Studien. Die Autoren weisen darauf hin, dass zu jedem Zeitpunkt jeweils nur die Frequenz mit dem höchsten Messwert für die Datenauswertung berücksichtigt wurde. Dadurch könnte es zu einer Unterbewertung der übrigen Frequenzbereiche kommen. Andererseits beteiligten sich mehr Jugendliche, Mobiltelefonbenutzer und Personen, die in der Nähe einer Basisstation wohnten. Daraus könnte eine Überschätzung der Exposition resultieren. Nicht angegeben wird, wie hoch die Maximalwerte der Exposition in der Population waren. In einer exemplarischen Aufzeichnung eines Probanden lag das Maximum bei 0,9 V/m. Zum Zusammenhang mit Befindensstörungen lassen sich aufgrund dieser Publikation keine Aussagen machen, da die Häufigkeiten nicht für die einzelnen Expositionsgruppen getrennt angegeben werden.

Finanzierung: keine Angaben

Lahkola A, Tokola K, Auvinen A.

Meta-analysis of mobile phone use and intracranial tumors.

Scand J Work Environ Health 2006; 32 (3): 171-177

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse epidemiologischer Studien zur Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive aus Fall-Kontroll- und Kohortenstudien zum Hirntumor-Erkrankungsrisiko.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobiltelefonbenutzung (analoge NMT-Technik oder digitales GSM-Signal).

Methode: Die Literatursuche in PubMed ergab bis Dezember 2005 insgesamt 19 Originalpublikationen mit individuellen Expositionsdaten, quantitativen Risikoschätzern und Vertrauensintervallen. Ausgeschlossen wurde eine Studie zur Hirntumor-Mortalität (Dreyer 1999) und eine Studie, die nur Tumoren des Gesichtsnervs untersucht hatte (Warren 2003). Weitere fünf Arbeiten wurden nicht berücksichtigt, weil sich die Teilnehmergruppen mit anderen Veröffentlichungen überschneiden. In die endgültige Auswertung kamen elf Fall-Kontroll-Studien und eine Kohortenstudie. In zehn dieser Studien war die Expositionsabschätzung durch Befragung erfolgt, in zwei Arbeiten beruhte sie auf Daten der Telekommunikationsgesellschaften (Johansen 2001, Auvinen 2002). Für die Metaanalyse wurde aus jeder Studie der Risikoschätzer für Personen mit der längsten Benutzungsdauer verwendet (>2 bis >5 Jahre). Je nach Heterogenität der Studien erfolgten die Auswertungen unter Annahme fester Effekte oder von Zufallseffekten. Zusätzlich wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt und eine Regressionsanalyse zur Untersuchung der Dosis-Wirkungsbeziehung (Dauer der Mobiltelefonbenutzung).

Resultat: In die Auswertung eingeschlossen wurden die Daten von 1352 Patienten mit Gliom (339 Mobiltelefonbenutzer), 527 mit Meningiom (149 Benutzer) und 605 mit Akustikusneurinom (167 Exponierte).

748 Patienten benutzten seit mindestens zwei bis fünf Jahren ein Mobiltelefon. In dieser Personengruppe betrug die gepoolte Odds Ratio in Bezug auf alle Hirntumoren 0.98 (95%-CI: 0.83-1.16). Die Auswertungen für einzelne Tumorarten ergaben Odds Ratios unter 1, lediglich für das Akustikusneurinom lag sie bei 1.07, war aber statistisch nicht signifikant (95%-CI: 0.89-1.30). Der höchste Risikoschätzer errechnete sich für Hirntumoren auf der Kopfseite, an der normalerweise telefoniert wurde: Die Odds Ratio für ipsilaterale Tumoren lag bei 1.36 (95%-CI: 0.99-1.87). Die Auswertung nach Telefontyp ergab keine signifikante Risikozunahme (Benutzung von Analogtelefonen: 1.17 (95%-CI: 0.91-1.49), von Digitaltelefonen: 1.04 (95%-CI: 0.80-1.35)). In der Regressionsanalyse zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Dauer der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die wissenschaftliche Evidenz nicht auf ein wesentlich erhöhtes Hirntumorrisiko im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung hinweist.

Bemerkungen: In dieser Metaanalyse wurden viele methodische Anforderungen berücksichtigt. Wie die Autoren selbst anmerken, ist die Anzahl der Patienten mit zwei- bis fünfjähriger Mobiltelefonbenutzung immer noch nicht sehr gross (ca. 750), die Frage der statistischen Power wird nicht diskutiert. Durch die Fokussierung auf Langzeitbenutzer wurden 50% der Personen in mittleren Expositionskategorien ausgeschlossen. Bei drei Publikationen handelt es sich um Teilauswertungen der Interphone-Studie (Lönn 2005, Christensen 2005, Schoemaker 2005). Deren Aussagekraft ist dadurch eingeschränkt, dass die Powerberechnung für die Gesamtstudie erfolgte und die endgültigen Ergebnisse noch ausstehen. In Bezug auf das Hirntumorrisiko von Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung lassen sich keine Schlussfolgerungen ableiten.

Finanzierung: keine Angaben

Meyer M, Gärtig-Daus A, Radespiel-Tröger M.
Mobilfunkbasisstationen und Krebshäufigkeit in Bayern.
Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2006; 11 (2): 89-97

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Ökologische Studie zur Untersuchung der Krebserkrankungsrate in Gemeinden mit unterschiedlicher Abdeckung durch Mobilfunkbasisstationen. Untersucht wurden die Fragen: Wie variiert die Krebsinzidenz in Gemeinden, für die ein Einfluss von Mobilfunkbasisstationen sicher ausgeschlossen werden kann? Unterscheidet sich die Krebsinzidenz in Gemeinden mit und ohne Basisstation?

Kollektiv: 48 Gemeinden in Bayern mit insgesamt 177 428 Einwohnern. Die Gemeinden wurden ausgewählt, wenn eine vollzählige Erfassung durch das Krebsregister bestand und die Siedlungsfläche möglichst kompakt war. Die Einwohnerzahl lag in 36 Gemeinden unter 5000, in 7 Gemeinden zwischen 5000 und 10 000 und in 5 Gemeinden über 10 000. Ausgewertet wurde die Anzahl an Personen, die in den Diagnosejahrgängen 2002 und 2003 an einem bösartigen Tumor neu erkrankt waren. Daraus ergaben sich 1116 gemeldete Tumorerkrankungen (596 bei Männern, 520 bei Frauen) und 242 508 Personenjahre.

Exposition: Die Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen in einer Gemeinde wurde anhand der Antennendaten abgeschätzt. Je nach Senderstandort, topografischen Verhältnissen und Betriebsdauer (Inbetriebnahme zwischen 1993 und 1998 oder 1996 und 1998) wurden die untersuchten Gemeinden in drei Kategorien eingeteilt: keine, geringe und mässige Senderabdeckung. Die Einstufung "mässige Senderabdeckung" erfolgte, wenn (a) die Betriebsdauer der Mobilfunkantennen mindestens acht Jahre betrug und mindestens 15% des bewohnten Gemeindegebiets im Basisstations-Nahbereich (<400 m Entfernung) lag oder (b) die Betriebsdauer fünf bis sieben Jahre betrug und mindestens 30% des bewohnten Gemeindegebiets im Basisstations-Nahbereich lag. Die Kategorie "keine Senderabdeckung" wurde vergeben, wenn die Entfernung sämtlicher Mobilfunkbasisstationen von bewohntem Gebiet mehr als 400 m betrug oder die Betriebsdauer weniger als 5 Jahre. Diejenigen Ortschaften, die keiner der beiden vorgenannten Kategorien zugeordnet werden

konnten, erhielten die Bezeichnung "geringe Senderabdeckung".

Methode: Die Studie beruht auf Daten des bayerischen Krebsregisters, das seit 2002 die Krebsneuerkrankungen in Bayern erfasst. Durch Berechnung der altersstandardisierten Inzidenzquotienten (standardised incidence ratio, SIR) wurden die Erkrankungsraten in den Gemeinden mit den Erwartungswerten der bayernweiten Krebsinzidenz verglichen. Als Mass der Übereinstimmung mit der Senderabdeckung wurden Spearman-Korrelationskoeffizienten berechnet.

Resultat: In 12 Gemeinden wurde eine Basisstation berücksichtigt, in 4 Gemeinden 2 Basisstationen und in einer Gemeinde 3 Basisstationen. 37 Gemeinden wurden der Kategorie "keine Senderabdeckung" zugeordnet. In 8 Gemeinden wurde die Senderabdeckung als "gering" und in 3 Gemeinden als "mässig" klassifiziert. In Gemeinden mit Mobilfunkbasisstationen wurde keine erhöhte Krebsinzidenz beobachtet. Die Krebsinzidenz in Gemeinden ohne Basisstation wies eine grosse Schwankungsbreite auf. Das Erkrankungsalter lag in Gemeinden mit Basisstation nicht niedriger als in Gemeinden ohne Basisstation. Es zeigte sich kein Zusammenhang mit der Abdeckung durch Mobilfunksender für bestimmte Tumorarten, die möglicherweise für Strahlungseinflüsse sensibel sein könnten. Zu diesen Tumorarten zählten Hirntumoren, Brustkrebs und Schilddrüsenmalignome.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass die grossen Schwankungen der Krebsinzidenz in Gemeinden ohne Basisstation Berichte über lokale Häufungen von Krebsfällen in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen relativieren.

Bemerkungen: Die Studie zeigt, dass es regionale Schwankungen in der Krebsinzidenz gibt, und dass die Streuung zwischen kleinen Kollektiven stärker ist als bei der Untersuchung grösserer Stichproben. Zum Zusammenhang mit der Hochfrequenzexposition sagen die Resultate wenig aus, weil die meisten kleinen Gemeinden keine Basisstationen hatten. Die Kategorien "geringe Senderabdeckung" und "mässige Senderabdeckung" bestanden dagegen aus wenigen, überwiegend grösseren Gemeinden. Schon aus diesem Grund ist in der Kategorie ohne Senderabdeckung eine stärkere Streuung zu erwarten. Es wird nicht angegeben, wie viele Erkrankungsfälle für die einzelnen Tumorarten registriert wurden, bei durchschnittlich ungefähr 20 Erkrankungen pro Gemeinde dürfte die statistische Power zum Nachweis eines eventuell kleinen Unterschieds eher gering gewesen sein. Wie die Autoren anmerken, war der Beobachtungszeitraum kurz, und bei der Expositionsabschätzung wurden die technischen Parameter der Basisstationen nicht berücksichtigt. Auch andere potenzielle Einflussfaktoren wurden nicht einbezogen.

Finanzierung: keine Angaben

Frick U, Mayer M, Hauser S, Binder H, Rosner R, Eichhammer P.

Entwicklung eines deutschsprachigen Messinstrumentes für "Elektrosmog-Beschwerden".

Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2006; 11 (2): 103-113

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Alle, generell	Elektrohypersensibilität,
Exposition:	Erwachsene (alle)	Beschwerden
	Personen mit	Schlafphasen und Schlafqualität
Feldart: elektrisch	Elektrohypersensibilität	
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Mobilfunk allgemein	Wirkungsdauer:	Land:
Mobilfunkbasisstationen	Nicht bestimmt	Europa
Mobiltelefone		
Studientyp:		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsbefragung zur Prävalenz der Beschwerden, die in einen Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung gebracht werden. Untersuchung der Symptomkonstellationen und der Faktoren, die ihre Häufigkeit beeinflussen.

Kollektiv: Zufallsstichprobe aus dem Melderegister der bayerischen Stadt Regensburg (n=1997) und zusätzliche Interviews mit zufällig ausgewählte Personen in Regensburg. Bei einer Beteiligungsrate von etwas unter 40% lag die endgültige Stichprobengrösse bei n=758. Durchschnittsalter: 42.2 +/- 13.1 Jahre, Frauenanteil: 50.9%.

Exposition: Keine Exposition, untersucht wurde die Basisprävalenz der subjektiven Symptome in der Bevölkerung.

Methode: Aus der Literatur wurde eine Liste mit 36 unspezifischen Beschwerden zusammengestellt, die von Patienten oder Ärzten in Zusammenhang mit der Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung gebracht worden waren. Die Probanden beantworteten auf den Fragebögen, ob die Symptome in den letzten 30 Tagen aufgetreten waren und wie sie ihre Intensität empfunden hatten ("gar nicht", "ein bisschen", "mässig", "stark"). Zusätzlich wurden Informationen zur Soziodemographie, zum Gesundheitsverhalten und zur Inanspruchnahme medizinischer Leistungen erfragt. Zur Identifikation potenzieller Syndrome in Zusammenhang mit EMF wurden Latent-Class-Analysen durchgeführt. Zudem wurden psychometrische Analysen vorgenommen.

Resultat: Die häufigsten Beschwerden in der Population waren Mattigkeit (67,5%), Tagesmüdigkeit (63,5%), Kopfschmerzen (56,3%) und Konzentrationsprobleme (54,9%). Die ersten drei Beschwerden waren bei Frauen deutlich häufiger als bei Männern. Auch für die Symptome Innere Unruhe, Schlafstörungen, trockene Haut,

Probleme mit dem Kurzzeitgedächtnis, Schwindel, unregelmässige Verdauung und Kraftlosigkeit wurden Vier-Wochen-Prävalenzen von über 33% festgestellt. Insgesamt wurden 19 der 36 im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern genannten Beschwerden von mehr als 25% der Befragten in den letzten 4 Wochen angegeben. Die Beschwerden liessen sich trotz der extremen Heterogenität (betroffene Organsysteme, Art der Beschwerden) sehr gut auf eine gemeinsame, kontinuierliche latente Variable abbilden.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren resümieren, sind Beschwerden, die in Zusammenhang mit EMF gebracht werden, in der Bevölkerung weit verbreitet (=hohe Basisprävalenz). Ein spezifisches Symptommuster im Sinne eines Elektrosensibilitätssyndroms bei einer kleinen Personengruppe liess sich nicht nachweisen. Es gibt aber Persönlichkeitsunterschiede, die beeinflussen, wie stark jemand unter den Beschwerden leidet.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, ist bei knapp 40% Beteiligung ein Selektionsbias mit einer Überrepräsentation betroffener Personen nicht auszuschliessen.

Finanzierung: Bundesministerium für Umweltschutz und Reaktorsicherheit, Deutschland

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003.

Int Arch Occup Environ Health 2006; 79 (8): 630-639

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Gepoolte Analyse von zwei früheren Fall-Kontrollstudien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern. Frühere Studien: a) Hardell et al.: Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. Int J Oncol 2003; 22 (2), 399-407. b) Hardell et al.: Case-control study of the association between the use of cellular and cordless telephones and malignant brain tumors diagnosed during 2000-2003. Environmental Research 2006; 100 (2), 232-241.

Kollektiv: Die Patientendaten stammten aus regionalen Krebsregistern mehrerer schwedischer Regionen zwischen 1997 und 2003. Ausgewertet wurden die Daten von 2437 Patienten mit Hirntumoren im Alter zwischen 20 und 80 Jahren (65% der ursprünglich registrierten Fälle), darunter 1008 bösartige Tumoren. Die 2437 Kontrollpersonen wurden mit entsprechendem Alter und Geschlecht aus dem schwedischen Bevölkerungsregister ausgewählt und den Patienten zugeordnet.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung. Fragen zur Art des Telefons, Beginn der Verwendung, durchschnittliche Benutzungsdauer pro Tag, Verwendung von Head Sets, bevorzugtes Ohr.

Methode: Die Teilnehmer füllten Fragebögen zur beruflichen Tätigkeit, zum Gesundheitsverhalten und zur Mobiltelefonbenutzung aus. Der statistische Vergleich des Tumorrisikos in den Benutzergruppen erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression, als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Diagnosejahr.

Resultat: Insgesamt nahmen 905 Patienten (90%) und 2162 Kontrollpersonen (89%) teil. Es zeigten sich erhöhte Hirntumorrisiken für Personen, deren Benutzungsdauer von Mobiltelefonen (digital, analog oder schnurlos)

insgesamt über 1000 Stunden lag. Für alle Kombinationen von Telefonen ergab sich in der Gruppe der Personen mit 1000 bis 2000 Stunden kumulativer Benutzungsdauer eine Odds Ratio von 1.6 (95%-CI: 1.1-2.2), für Personen mit über 2000 Stunden Benutzung von 2.4 (95%-CI: 1.7-3.4). Das Erkrankungsrisiko nahm auch mit dem Zeitraum seit Beginn der Mobiltelefonbenutzung zu und war auf der gleichen Seite des Kopfes höher als auf der gegenüberliegenden. In der multivariaten Analyse ergab sich in der Gruppe der Personen mit über zehnjähriger Benutzung eines Analogtelefons ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für bösartige Hirntumoren (1.9, 95%-CI: 1.4-2.6). Das Risiko eines hochgradigen Astrozytoms war bei fünf- bis zehnjähriger und bei über zehnjähriger Benutzung eines Digitaltelefons erhöht (1.7, 95%-CI: 1.2-2.3 resp. 2.4, 95%-CI: 1.1-4.9). Das gleiche galt für den über zehnjährigen Gebrauch von Analogtelefonen (2.0, 95%-CI: 1.4-2.9).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass für die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen erhöhte Hirntumorrisiken beobachtet wurden. Die höchsten Risiken ergaben sich bei Personen mit mindestens zehnjähriger Benutzungsdauer.

Bemerkungen: Durch einen längeren Beobachtungszeitraum kann eine grössere Anzahl an Personen mit langjähriger Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen untersucht werden. Da es sich um die gepoolte Auswertung bereits publizierter Daten handelt, sind die methodischen Fragen die gleichen wie bei den Originalstudien: Der Unterschied zwischen den "multivariaten" und den anderen Analysen geht aus der Publikation nicht hervor, offensichtlich wurde in der multivariaten Auswertung die Benutzung mehrerer Telefontypen berücksichtigt (persönliche Mitteilung vom 14.11.05). Allerdings werden im Abstract die höheren, nicht korrigierten Odds Ratios angegeben. Informationen zur Verteilung der Exposition im Gesamtkollektiv und zu den demographischen Charakteristika fehlen. Von der Auswertung einzelner Tumorarten werden lediglich die Resultate zum hochgradigen Astrozytom angegeben, weil sie die höchsten Risikoschätzer ergaben.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Pooled analysis of two case-control studies on the use of cellular and cordless telephones and the risk of benign brain tumours diagnosed during 1997-2003.

Int J Oncol 2006; 28 (2): 509-518

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Gepoolte Analyse von zwei früheren Fall-Kontrollstudien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern. Frühere Studien: a) Hardell et al.: Case-Control Study on Cellular and Cordless Telephones and the Risk for Acoustic Neuroma or Meningioma in Patients Diagnosed 2000-2003. Neuroepidemiology 2005: 25 (3), 120-128. b) Vestibular schwannoma, tinnitus and cellular telephones. Neuroepidemiology 2003: 22 (2), 124-9.

Kollektiv: Die Patientendaten stammten aus regionalen Krebsregistern mehrerer schwedischer Regionen zwischen 1997 und 2003. Ausgewertet wurden die Daten von 2437 Patienten mit Hirntumoren im Alter zwischen 20 und 80 Jahren (65% der ursprünglich registrierten Fälle). Davon waren 1429 an einem gutartigen Tumor erkrankt. Die 2437 Kontrollpersonen wurden mit entsprechendem Alter und Geschlecht aus dem schwedischen Bevölkerungsregister ausgewählt und den Patienten zugeordnet.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung. Fragen zur Art des Telefons, Beginn der Verwendung, durchschnittliche Benutzungsdauer pro Tag, Verwendung von Head Sets, bevorzugtes Ohr.

Methode: Die Teilnehmer füllten Fragebögen zur beruflichen Tätigkeit, zum Gesundheitsverhalten und zur Mobiltelefonbenutzung aus. Der statistische Vergleich des Tumorrisikos in den Benutzergruppen erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression, als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden Alter, Geschlecht, Sozialstatus und Diagnosejahr.

Resultat: Insgesamt nahmen 1254 Patienten (88%) und 2162 Kontrollpersonen (89%) teil. Von den Patienten waren 916 an einem Meningeom erkrankt, 243 an einem Akustikusneurinom und 96 an einem anderen gutartigen Hirntumor. Für Personen mit einer Gesamtbenutzungsdauer von über 1000 Stunden ergaben sich signifikant

erhöhte Odds Ratios in Bezug auf Akustikusneurinome für alle Telefontypen. Zudem zeigten sich ein erhöhtes Akustikusneurinomrisiko bei über zehnjähriger Benutzung von Analogtelefonen. Die multivariate Analyse ergab keine erhöhten Meningeomrisiken, aber ein erhöhtes Akustikusneurinomrisiko bei mindestens fünfjährigem Gebrauch eines Analogtelefons (2.5, 95%-CI: 1.7-3.9). Die Risikoschätzer lagen höher bei Personen, die mehrere Telefontypen verwendet hatten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf ein erhöhtes Akustikusneurinom bei Mobiltelefonbenutzern, insbesondere bei Benutzern von Analogtelefonen. Für Meningeome und andere gutartige Hirntumoren wurde kein überzeugendes Assoziationsmuster beobachtet.

Bemerkungen: Trotz der gepoolten Auswertung ist die Anzahl der langjährigen Benutzer von Digitaltelefonen in den Subgruppenanalysen gering. Der Unterschied zwischen den "multivariaten" und den anderen Analysen geht aus der Publikation nicht hervor, offensichtlich wurde in der multivariaten Auswertung die Benutzung mehrerer Telefontypen berücksichtigt (persönliche Mitteilung vom 14.11.05). Analogtelefone hatten eine höhere Sendeleistung als die heute gebräuchlichen digitalen Geräte.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Lönn S, Ahlbom A, Christensen HC, Johansen C, Schüz J, Edstrom S, Henriksson G, Lundgren J, Wennerberg J, Feychting M.

Mobile Phone Use and Risk of Parotid Gland Tumor.

Am J Epidemiol 2006; 164 (7): 637-643

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: weitere

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudien in Dänemark und Schweden zur Untersuchung des Risikos von Ohrspeicheldrüsen-Tumoren bei Mobiltelefonbenutzern im Rahmen der Interphone-Studie.

Kollektiv: Die Studienpopulation bestand aus der Bevölkerung Dänemarks (3.6 Mio.) und den Einwohnern von drei schwedischen Regionen mit Krebsregistern: Stockholm, Göteborg und Lund (3.1 Mio.). In die Studie eingeschlossen wurden Personen (20 bis 69 J.), bei den zwischen September 2000 und August 2002 ein gut- oder bösartiger Tumor der Ohrspeicheldrüse (Glandula parotidea) diagnostiziert worden war. Die Daten der Patienten mit gutartigen Tumoren (pleomorphem Adenom) stammten aus den öffentlichen und privaten Kliniken in Stockholm und Göteborg. Die Kontrollpersonen wurden aus den nationalen Bevölkerungsregistern ausgewählt. In Dänemark wurden jedem Patienten drei Kontrollpersonen mit passendem Alter und Geschlecht zugeordnet, in Schweden war die Kontrollgruppe so zusammengesetzt, dass die Verteilung von Alter, Geschlecht und Wohnregion der Fallgruppe entsprach.

Exposition: Als exponiert galten Personen, die seit mindestens sechs Monaten durchschnittlich einmal pro Woche ein Mobiltelefon benutzten. Analysiert wurde die Dauer der Mobiltelefonbenutzung, die Gesamtzahl der Gesprächsstunden und die bevorzugte Kopfseite.

Methode: Die Berechnung der Odds Ratios erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression. Als potenzielle Einflussfaktoren wurden berücksichtigt: Alter, Geschlecht, Wohnregion, Land, Bildungsniveau, Rauchen, Belastung durch ionisierende Strahlung und frühere Krebserkrankungen.

Resultat: Ausgewertet wurden die Daten von 60 Patienten mit bösartigen und 112 Patienten mit gutartigen

Ohrspeicheldrüsen-Tumoren. Das entsprach einer Teilnahmerate von 85 resp. 88%. Die Kontrollgruppe bestand aus 966 Personen (70% Teilnahmequote). Bei regelmässigen Mobiltelefonbenutzern betrug die Odds Ratio für bösartige Tumoren 0.7 (95%-CI: 0.4-1.3) und für gutartige Tumoren 0.9 (95%-CI: 0.5-1.5). Mit zunehmender Benutzungsdauer oder -intensität stiegen die Risikoschätzer nicht an. Es zeigten sich keine erhöhten Risiken für die Benutzung von Analogtelefonen oder den Mobiltelefongebrauch in ländlichen Regionen. Für Personen, die überwiegend mit dem Ohr auf der erkrankten Seite telefoniert hatten, ergab sich eine Odds Ratio von 1.2 (95%-CI: 0.6-2.6) für bösartige Tumoren und von 1.4 (95%-CI: 0.9-2.2) für gutartige Tumoren.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Ohrspeicheldrüsen-Tumoren. Um eventuelle Langzeiteffekte zu beurteilen, müssen weitere Studien durchgeführt werden, da zur Zeit noch wenig Personen seit mehr als zehn Jahren ein Mobiltelefon benutzen.

Bemerkungen: Wie die Autoren in der Diskussion schreiben, war der Anteil der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer in der Kontrollgruppe grösser als bei Personen, die nicht bereit waren, an der Studie teilzunehmen. Dies könnte zu einer Unterschätzung des Effekts führen. Da insbesondere gutartige Parotistumoren eine lange Latenzzeit haben, könnten einige Tumoren schon vor Beginn der Mobiltelefonbenutzung vorhanden gewesen sein. Die Auswertungen zur Seitenabhängigkeit weisen auf einen Recall-Bias hin, weil die Odds Ratios des Tumorrisikos bei kontralateraler Mobiltelefonbenutzung deutlich unter 1 liegen. Die Ergebnisse zur Langzeitbenutzung sind wegen der kleinen Fallzahlen nur bedingt aussagekräftig. Angaben zur Powerberechnung fehlen. Die Auswertung der israelischen Daten von INTERPHONE zum Parotistumor-Risiko sind publiziert in Sadetzki et al. 2007.

Finanzierung: European Union Fifth Framework Program, Swedish Research Council, International Union against Cancer (UICC), Mobile Manufacturers' Forum and GSM Association.

Schüz J, Böhler E, Schlehofer B, Berg G, Schlaefer K, Hettinger I, Kunna-Grass K, Wahrendorf J, Blettner M. Radiofrequency Electromagnetic Fields Emitted from Base Stations of DECT Cordless Phones and the Risk of Glioma and Meningioma (Interphone Study Group, Germany).

Radiat Res 2006; 166 (1): 116-119

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone Schnurlostelefone	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Personen, die ein Schnurlostelefon benutzten und dessen Basisstation in der Nähe des Bettes aufgestellt hatten. Auswertung von Daten der deutschen Teilstudie im Rahmen der internationalen Fall-Kontrollstudie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern (Interphone).

Kollektiv: Patienten zwischen 60 und 69 Jahren, die von Oktober 2000 bis Oktober 2003 in einer neurochirurgischen Klinik in Bielefeld, Heidelberg, Mainz oder Mannheim wegen eines Glioms oder eines Meningeoms behandelt worden waren. Die Kontrollgruppe wurde mit entsprechender Alters-, Geschlechts- und Wohnregionverteilung zufällig aus den Einwohnermelderegistern ausgewählt.

Exposition: Basisstationen von Schnurlostelefonen, maximale Sendeleistung: 250 mW, Frequenz: 1900 MHz, Pulsfrequenz: 100 Hz. In einer früheren Untersuchung wurden im Abstand von bis zu drei Metern um solche Basisstationen herum Leistungsflussdichten zwischen 4 und 170 mW/m² gemessen. Die meisten Schnurlostelefone funktionierten nach dem DECT-Standard (Digitally Enhanced Cordless Telecommunications). Alle Teilnehmer beantworteten Fragen zur Benutzungsdauer, zur Art des Geräts sowie zum Aufstellungsort der Basisstation. Als exponiert galten Personen, bei denen die Basisstation weniger als drei Meter vom Bett entfernt war. Da viele Teilnehmer nicht wussten, welchen Standard ihr Schnurlostelefon hatte, wurde zwischen "eindeutig DECT" und "möglicherweise DECT" unterschieden. Benutzer von analogen Telefonen wurden ausgeschlossen.

Methode: Die statistische Analyse erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression für häufigkeitsgematchte Daten. Alle Auswertungen wurden für Männer und Frauen separat durchgeführt. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurde das Bildungsniveau und der Wohnsitz in einer Stadt mit über 100 000 Einwohnern.

Resultat: Für Personen, die ein DECT-Schnurlostelefon benutzten, ergab sich in Bezug auf das Gliomrisiko eine Odds Ratio von 0.5 (95%-CI: 0.14-1.76), bezüglich Meningeomrisiko von 1.09 (95%-CI: 0.37-3.23). In diesen Gruppen befanden sich 3 Patienten und 13 Kontrollpersonen bzw. 5 Patienten und 10 Kontrollpersonen. Wenn die Kategorie "möglicherweise DECT-Telefon" dazugenommen wurde, ergaben sich Odds Ratios von ca. 0.8 für beide Tumorarten. Es zeigte sich kein Risikoanstieg bei längerer Benutzungsdauer.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Resultate als ersten Hinweis darauf, dass eine Belastung in der Wohnung durch niedrig dosierte Hochfrequenzstrahlung nicht zu einer Erhöhung des Hirntumorrisikos führt.

Bemerkungen: Dies ist die erste Untersuchung der Exposition durch Basisstationen von Schnurlostelefonen. Wie die Autoren selbst anmerken, wird die Aussagekraft der Ergebnisse dadurch limitiert, dass nur wenige Studienteilnehmer die Basisstation in der Nähe des Bettes aufgestellt hatten. Dadurch war die statistische Power für den Nachweis von kleinen Risikounterschieden gering. Ausserdem bestanden einige Unsicherheiten in den Angaben der Teilnehmer zu Art und Lokalisation des Schnurlostelefons, und die Belastung durch andere Hochfrequenzquellen wurde nicht berücksichtigt. Dies könnte zu Fehlklassifikationen geführt haben, die sich bei kleinen Fallzahlen deutlich auf die Risikoschätzer auswirken können.

Finanzierung: European Union Fifth Framework Program, Bundesumweltministerium (D), Umweltministerien der Länder Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, Universität Mainz, International Union against Cancer (UICC), Mobile Manufacturers' Forum and GSM Association.

Vrijheid M, Deltour I, Krewski D, Sanchez M, Cardis E.

The effects of recall errors and of selection bias in epidemiologic studies of mobile phone use and cancer risk.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2006; 16 (4): 371-384

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Evaluierung der Effekte von Erinnerungs- und Selektionsbias auf die Ergebnisse von Fall-Kontrollstudien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Fall- und Kontrollgruppen der Interphone-Studie aus verschiedenen Ländern.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen gemäss Angaben der Teilnehmer.

Methode: Der Einfluss des Recall-Bias wurde mittels Monte-Carlo-Simulation untersucht, indem verschiedene Szenarien angenommen und die Daten der Interphone-Studie resp. der Validierungsstudien zugrunde gelegt wurden. Dabei wurde entweder der Mittelwert der Exposition variiert (=systematischer Fehler) oder die Standardabweichung der Fehlerverteilung (=Zufallsfehler). Für jedes Szenario wurden 5000 Datensätze generiert und logistische Regressionen gerechnet. Untersucht wurden die Auswirkungen auf die Odds Ratios pro 10 000 Anrufe resp. pro 1000 Gesprächsstunden. Zudem wurden Selektions-Effekte für verschiedene Konstellationen durch unterschiedliche Beteiligungsraten bei Patienten und Kontrollpersonen evaluiert. Alle Parameter konnten für Patienten und Kontrollpersonen einheitlich oder verschieden verändert werden (differentiell/nichtdifferentiell).

Resultat: Die Simulationsrechnungen ergaben, dass ein nichtdifferentieller Zufallsfehler in der Einschätzung der Mobiltelefonbenutzung zu einer Unterschätzung der Krebsrisiken von bis zu 30% führen kann, wenn die Odds Ratio über 1 liegt. Die Auswirkungen der nichtdifferentiellen, systematischen Fehler und der differentiellen Über- oder Unterschätzung der Exposition sind geringer. Wenn die Odds Ratio bei 1 liegt und der Zufallsfehler in der Gruppe der Patienten viel grösser ist als in der Kontrollgruppe, kann er zu leicht erhöhten, falsch positiven Risikoschätzern führen. Ein differentieller Recall-Bias führt nicht immer zu einer Überschätzung des Risikos, und

die Richtung des Effekts kann bei verschiedenen Expositionsparametern (z.B. Anzahl oder Dauer der Telefonate) unterschiedlich sein.

Ein Selektionsbias durch differentielle Beteiligung von exponierten und nichtexponierten Patienten und Kontrollpersonen kann zu verminderten Risikoschätzern in den Kategorien mit geringer oder mässiger Exposition führen. Dies könnte eine Erklärung für die Odds Ratios unter 1 sein, die sich in einigen Interphone-Teilstudien ergeben haben. Wegen der sehr schiefen Verteilung der Mobiltelefonbenutzung könnte ein erhöhtes Risiko in der obersten Expositions-kategorie (> 90. Perzentil) übersehen werden.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die Abschätzung der Bias-Effekte in Fall-Kontrollstudien eine Korrektur der Ergebnisse ermöglicht. Dabei kommen statistische Methoden wie Regressionskalibrierung und Extrapolation zum Einsatz.

Bemerkungen: Zusätzliche Einflussfaktoren, die als Confounder wirken könnten, wurden in den Simulationsmodellen nicht berücksichtigt. Vgl. auch: Vrijheid et al.: Validation of short term recall of mobile phone use for the Interphone study. Occup Environ Med 2006; 63 (4), 237-43.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, International Union against Cancer (mit Funding von Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association) und nationale Finanzierungsquellen.

Fejes I, Zavaczki Z, Szollosi J, Koloszar S, Daru J, Kovacs L, Pal A.
Is there a relationship between cell phone use and semen quality?.
Arch Androl 2005; 51 (5): 385-393

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Spermienqualität.

Kollektiv: Männer, die wegen Unfruchtbarkeitsproblemen in der andrologischen Abteilung der Universitätsklinik Szeged in Ungarn vorstellig wurden. Ausschlusskriterien: Raucher ab mehr als 10 Zigaretten/Tag, regelmässiger Alkoholkonsum (>1 Einheit/Tag), Medikamentenmissbrauch, schwere akute oder chronische Erkrankungen, Anomalien der Geschlechtsorgane, Störungen des Hormonhaushalts, Infektionen des Genitaltrakts.

Exposition: Angaben der Teilnehmer zur Mobiltelefonbenutzung: Dauer seit Beginn der Benutzung, Gesprächszeiten und Standby-Betrieb pro Tag.

Methode: Zusätzlich zur üblichen Anamnese beantworteten die Teilnehmer Fragen zur Mobiltelefonbenutzung. Die Untersuchung der Spermienkonzentration und -beweglichkeit im Ejakulat erfolgte nach einer dreissigminütigen Verflüssigungsphase. Im Abstand von drei Wochen wurde das Sperma der Patienten erneut untersucht. Ausgewertet wurden die "besseren Ergebnisse". Die Teilnehmer wurden in vier Gruppen unterteilt: 1) Mobiltelefonbenutzung < 15 Min./Tag, 2) Mobiltelefonbenutzung >60 Min./Tag, 3) <1 Stunde Standby-Betrieb im Abstand von max. 50 cm, 4) >20 Stunden Standby-Betrieb im Abstand von max. 50 cm. Die statistische Analyse erfolgte mittels t-Tests und Pearson-Korrelationskoeffizienten.

Resultat: Von 611 Patienten, die zwischen November 2002 und März 2004 in der Klinik untersucht wurden, erfüllten 371 (61%) die Einschlusskriterien (Alter: 30.8 +/- 4.4 Jahre). Es zeigte sich kein Einfluss auf die Spermienbeweglichkeit insgesamt. Zwischen der Dauer des Mobiltelefonbesitzes und dem Anteil schnell progressiv beweglicher Spermien ergab sich ein negativer Zusammenhang ($r=-0.12$, $p=0.023$) sowie eine positive

Korrelation mit dem Anteil langsam progressiv beweglicher Spermien ($r=0.12$, $p=0.024$). Ähnliche Resultate ergaben sich für die tägliche Benutzungsdauer von Mobiltelefonen. Für die Dauer des Standby-Betriebs in weniger als 50 cm Entfernung zeigte sich kein Zusammenhang mit den untersuchten Spermienparametern.

Schlussfolgerung: Die Autoren vermuten, dass es einen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und der Beweglichkeit der Spermien geben könnte. Zur Überprüfung dieser Hypothese sollten grössere, kontrollierte, prospektive Studien durchgeführt werden.

Bemerkungen: Die Studie weist erhebliche methodische Mängel auf, und die Darstellung in der Publikation ist unvollständig und fehlerhaft. Es handelt sich um eine Reihenuntersuchung von Patienten mit ungewollter Kinderlosigkeit, bei der keine Kontrollgruppe oder Cross-over-Design verwendet wurde. Es wird nicht erwähnt, ob die Untersucher gegenüber dem Expositionsstatus verblindet waren. Die Angaben zur Expositionsabschätzung sind unzureichend (Art des Telefons, Lokalisation im Standby-Betrieb, Gebrauch von Head-Sets?), und die Verteilung der Teilnehmer auf die vier Expositions-kategorien ist nicht nachvollziehbar. Offensichtlich wurden einige Teilnehmer mehreren Kategorien zugeordnet (Gesamtzahl über 371), und es fehlen Kategorien mit mittelgradiger Exposition (z.B.: 15 bis 60 Minuten Gesprächszeit oder zwei bis drei Stunden Standby-Betrieb pro Tag). Bei der Darstellungen der Korrelation wurden andere Kategorien verwendet. Zusätzliche Einflussfaktoren, z.B. berufliche Expositionen, wurden nicht berücksichtigt. Da eine sehr starke Streuung der Beweglichkeitsparameter in allen Gruppen besteht (Standardabweichung oft grösser als die Hälfte des Mittelwerts), erscheinen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Expositions-kategorien unplausibel. Zum Beispiel besteht eine deutliche Überlappung der Konfidenzintervalle in Abb. 3, es wird aber p-Wert von 0.01 angegeben. Insgesamt erlaubt diese Studie keine Rückschlüsse über den untersuchten Zusammenhang.

Finanzierung: keine Angaben

Derias EM, Stefanis P, Drakeley A, Gazvani R, Lewis-Jones DI.
Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility.
Arch Androl 2006; 52 (1): 9-14

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht und Kommentar zur Frage nach dem Einfluss der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung auf die männliche Fruchtbarkeit.

Kollektiv: Es werden verschiedene Studien an Zellen, Tieren und Menschen referiert.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Strahlung im Mikrowellen-Frequenzbereich (ab 300 MHz), mehrheitlich nicht Mobilfunkanwendungen.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen an Tieren (v.a. Ratten) und Menschen (3 Studien) sind nicht einheitlich und rangieren in einem weiten Spektrum zwischen nichtsignifikanten Effekten und möglicherweise schädlichen Einflüssen.

Schlussfolgerung: Da die Übertragbarkeit der Ergebnisse von Tierexperimenten auf den Menschen schwierig ist, empfehlen die Autoren die Durchführung grosser kontrollierter Studien am Menschen zur Untersuchung eventueller Zusammenhänge zwischen Mobiltelefonexposition und männlicher Fruchtbarkeit.

Finanzierung: keine Angaben

Muscat JE, Hinsvark M, Malkin M.
Mobile Telephones and Rates of Brain Cancer.
Neuroepidemiology 2006; 27 (1): 55-56

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Inzidenz-Trends für eine Subgruppe von Hirntumoren in den USA zwischen 1973 und 2002. In einer Fall-Kontrollstudie hatten die Autoren im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung eine Odds Ratio von 2.1 (95%-CI: 0.9-4.7) für neuronale Hirntumoren beobachtet: Muscat et al., Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. Journal of the American Medical Association 2000; 284 (23), 3001-3007. Neuronale Hirntumoren sind charakterisiert durch die Neubildung von Ganglionzellen und machen ugf. 1% aller Hirntumoren aus.

Kollektiv: Patienten mit neuronalen Hirntumoren (Gangliogliome und ähnliche Tumortypen), Alter >20 J.

Exposition: Einführung der Mobilfunktechnik in den USA im Jahr 1985.

Methode: Im Rahmen eines Surveillance-Programms wurden Daten von 14 Krebsregistern und drei zusätzlichen Registern ausgewertet, die ungefähr ein Viertel der US-amerikanischen Bevölkerung abdecken. Berechnet wurden alterskorrigierte Inzidenzraten für die Zeiträume 1973 bis 1985 und 1986 bis 2002.

Resultat: Die alterskorrigierte Inzidenzrate neuronaler Hirntumoren lag von 1973 bis 1985 bei 0.01 pro 100 000 Personen (95%-CI: 0.00-0.02) und von 1986 bis 2002 ebenfalls bei 0.01 (95%-CI: 0.01-0.01).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den niedrigen Erkrankungsraten, dass kein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von neuronalen Hirntumoren besteht.

Bemerkungen: Die absolute Zahl der Erkrankungen wird nicht angegeben. Bei einer geschätzten Grösse der

Basispopulation von ungefähr 73 Millionen (=25% der ca. 290 Mio. US-Einwohner) traten wohl pro Jahr (?) ca. 7 Fälle auf. Bei so seltenen Erkrankungen sind geringe Zunahmen in der Häufigkeit kaum feststellbar.

Finanzierung: Cellular Telecommunications and Internet Association

Gandhi G A.

Genetic damage in mobile phone users: some preliminary findings.

Indian Journal of Human Genetics 2005; 11 (2): 99-104

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von genetischen Veränderungen in Lymphozyten (=weisse Blutkörperchen) bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: 24 Mobiltelefonbenutzer, davon 3 Frauen, und 11 Nichtbenutzer mit passendem Alter, Geschlecht und sozioökonomischem Status. 4 Benutzer berichteten von Beschwerden im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung.

Exposition: Mobiltelefongebrauch (Frequenz: 800 bis 2000 MHz), Benutzungsdauer zwischen einem und fünf Jahren. 20 Personen verwendeten seit zwei bis drei Jahren ein Mobiltelefon. Die tägliche Mobiltelefonbenutzung variierte zwischen einer und 15 Stunden.

Methode: Es wurden Blutproben aus der Fingerbeere entnommen und mittels Mikronukleustest bzw. Gelelektrophorese-Cometassay auf Chromosomen- resp. DNA-Schäden untersucht. Der Mikronukleustest erfolgte bei 20 Mobiltelefonbenutzern und 8 Nichtbenutzern, der Cometassay bei 24 Benutzern und 10 Nichtbenutzern. Statistischer Vergleich mittels t-Test.

Resultat: Der Cometassay ergab bei den 24 Mobiltelefonbenutzern durchschnittlich 39.75% Zellen mit DNA-Veränderungen. Für die 10 Nichtbenutzer lag dieser Wert bei 10.4 %. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p=?$). Auch die Auswertung des Mikronukleustests zeigte einen grösseren Anteil an Zellen mit Mikronuklei bei Mobiltelefonbenutzern (0.25% vs. 0.005%).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen

Mobiltelefonbenutzung und genetischen Veränderungen in Lymphozyten.

Bemerkungen: Die Ergebnisse dieser Studie sind aufgrund schwerer methodischer Mängel nicht aussagekräftig: Es ist nicht bekannt, ob abgesehen von der Mobiltelefonbenutzung andere Unterschiede zwischen den Gruppen bestanden (z.B. Schadstoffexposition, andere Hochfrequenzbelastungen). Offensichtlich waren die Kontrollpersonen Nichtraucher und alkoholabstinent, da sie zu einer Bevölkerungsgruppe in Indien gehörten, die besonders gesund lebt. Für die Mobiltelefonbenutzer traf dies nicht zu, dieser Unterschied wurde aber in den Auswertungen nicht berücksichtigt. Ebenfalls unbekannt ist, ob die Untersucher den jeweiligen Expositionsstatus kannten oder nicht. Dadurch ist die Objektivität der Auszählungen in Frage gestellt. Zudem muss bei solch kleinen Probandengruppen mit einer grossen Variabilität in den Befunden gerechnet werden. Angaben zu p-Werten oder Vertrauensintervallen fehlen. Aus diesen Daten lassen sich keine Schlussfolgerungen in Bezug auf den untersuchten Zusammenhang ableiten.

Keetley V, Wood AW, Spong J, Stough C.

Neuropsychological sequelae of digital mobile phone exposure in humans.

Neuropsychologia 2006; 44 (10): 1843-1848

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf Reaktionszeiten und Leistungen des Arbeitsgedächtnisses.

Kollektiv: 120 Personen, davon 58 Männer, Alter: 18 bis 70 Jahre. Durchschnittliches Bildungsniveau: 14.7 +/- 2.69 J.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110), 900 MHz, Pulsrate: 217 Hz, durchschnittliche Sendeleistung: 0.23 W. Das Telefon war mit geräusch- und temperaturdämpfenden Materialien umwickelt.

Methode: In einem doppelblinden Crossover-Design wurde jeder Proband im Abstand von einer Woche zweimal getestet, einmal unter realer Exposition (Gesprächsmodus, volle Sendeleistung), einmal bei Scheinexposition (Standby-Modus). Die Reihenfolge der Bedingungen war ausgeglichen. Zu Beginn jeder Sitzung führten die Probanden ohne Exposition acht neuropsychologische Tests durch. Danach erhielten sie einen Helm, an dem ein Mobiltelefon befestigt war. Das Telefon befand sich am linken Ohr der Probanden, die Antenne in einem Abstand von ca 1.5 cm zum Kopf. Die ersten dreissig Minuten der Exposition bzw. Scheinexposition fanden ohne Testung statt, dann absolvierten die Probanden die neuropsychologischen Tests erneut, wobei die Exposition fortgesetzt wurde (Gesamtdauer: 60 Min.). Um Übungseffekte zu minimieren, wurden für alle vier Durchgänge verschiedene Formen der Tests verwendet und die Testreihenfolge variiert. Statistische Auswertung der medianen Reaktionszeiten und anderer Parameter der kognitiven Leistung mittels Kovarianz-Analyse (ANCOVA) für wiederholte Messungen: Berechnung der Leistungsänderung vor und während der Exposition, dann Vergleich dieser Differenz bei realer und bei Scheinexposition. Insgesamt wurden 18 Variablen getestet. Signifikanzniveau: $p=0.05$, eine Bonferroni-Korrektur wurde nicht durchgeführt, weil die Faktorenanalyse zwei unabhängige Faktoren bezüglich Arbeitsgedächtnis und Informationsverarbeitung ergeben hatte. Berücksichtigte

Einflussfaktoren: Alter, Bildungsniveau, bei AVLT-Test: Geschlecht.

Resultat: Die Tests ergaben eine statistisch signifikante Verschlechterung der medianen Reaktionszeiten und der Wahlreaktionszeiten bei Mobiltelefonexposition ($p=0.005$ resp. 0.011). Ebenfalls eine Verschlechterung zeigte sich in Bezug auf drei Gedächtnisparameter ($p=0.043$, $p=0.005$, $p=0.019$). Eine signifikante Verbesserung wurde in zwei Tests zum Arbeitsgedächtnis beobachtet ($p=0.020$ resp. 0.004).

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Ergebnisse als statistische Evidenz für Veränderungen in der kognitiven Leistung bei Mobiltelefonexposition. Die einfacheren Funktionen (Reaktionsgeschwindigkeit) scheinen negativ beeinflusst zu werden, die komplexeren Leistungen (Arbeitsgedächtnis) dagegen positiv.

Bemerkungen: Wichtige methodische Kriterien einer experimentellen Studie sind erfüllt (doppelblindes Crossover-Design, ausgeglichene Reihenfolge der Expositionsbedingungen und Tests, Berücksichtigung von Kovariablen, eine Woche Abstand zwischen den Expositionen). Wenn die Autoren eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt hätten, wären die Unterschiede nicht mehr statistisch signifikant gewesen. Das Ausmass und die gesundheitliche Relevanz der Differenzen wird nicht diskutiert. In einem Kommentar kritisiert M.B. Lewis, Cardiff University (UK), dass keine Bonferroni-Korrektur vorgenommen wurde: Lewis MB, Neuropsychologia (2007) 45: 1843-1848.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia

Keetley V, Wood A, Sadafi H, Stough C.
Neuropsychological sequelae of 50 Hz magnetic fields.
Int J Radiat Biol 2001; 77 (6): 735-742

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zum Einfluss niederfrequenter Magnetfelder auf die kognitiven Funktionen.

Kollektiv: 30 erwachsene Probanden.

Resultat: In den meisten Tests ergaben sich keine signifikanten Effekte der 50-Hz-Exposition auf die kognitiven Leistungen, es bestanden aber Hinweise auf negative Auswirkungen bezüglich Kurzzeitleernen und Ausführungsfunktionen.

Krause CM, Bjornberg CH, Pesonen M, Hulten A, Liesivuori T, Koivisto M, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H.

Mobile phone effects on children's event-related oscillatory EEG during an auditory memory task.

Int J Radiat Biol 2006; 82 (6): 443-450

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf ereigniskorrelierte EEG-Aktivitäten bei Kindern während eines Gedächtnistests.

Kollektiv: 9 Mädchen und 6 Knaben im Alter von 10 bis 14 Jahren.

Exposition: GSM-Mobiltelefon an der linken Kopfseite in normaler Gesprächsposition, ohne Lautsprecher.

Frequenz: 902 MHz, Pulsfrequenz: 217 Hz, Pulsbreite 0.557 ms, mittlere Sendeleistung: 0.25 W. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 1 g lag bei 1.40 W/kg, der Spitzenwert bei 1.98 W/kg.

Methode: Der Versuch bestand aus zwei Abschnitten, die jeweils dreissig Minuten dauerten. In beiden Hälften führten die Kinder einen Gedächtnistest mit akustischen Signalen durch (Wortlisten à vier Wörter, Wiedererkennen eines Wortes). Das Mobiltelefon war nur in einem Abschnitt eingeschaltet. Die EEG-Ableitung erfolgte während der ganzen Zeit und an 19 Elektroden. Berechnet wurde das Verhältnis der ereignisbezogenen Desynchronisierungen und Synchronisierungen in der EEG-Aktivität für jede Testphase. Dadurch erhielt man für jedes Kind vier Quotienten: für Kodierungs- und Wiedererkennungphase bei an- und ausgeschaltetem Telefon. Diese Daten wurden über fünf Elektroden gemittelt. Die Expositionsreihenfolge war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Der statistische Vergleich erfolgte mittels nichtparametrischem zweiseitigem Quade-Test.

Resultat: Sowohl in der Kodierungs- als auch in der Wiedererkennungphase zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Expositionen (Telefon ein/aus). Diese Veränderungen betrafen die EEG-Frequenzbänder 4 bis 8 Hz und 15 Hz. Während der Kodierungsphase wurde an frontalen, occipitalen und linksseitig temporalen Elektroden unter Mobiltelefonexposition eine Zunahme der ereignisbezogenen Synchronisierungen im Frequenzbereich 4 bis 8 Hz beobachtet ($p < 0.05$). Während der Wiedererkennung zeigte

sich an den rechtsseitigen temporalen Elektroden eine Zunahme der Desynchronisierungen im Frequenzbereich 15 Hz. Die Grössenordnung der Veränderungen lag zwischen 5 und 10%.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass die Mobiltelefonexposition während eines Gedächtnistests die EEG-Aktivität von Kindern in den Frequenzbereichen 4 bis 8 Hz und 15 Hz beeinflusst. Sie sehen eine Übereinstimmung mit ihren Beobachtungen an Erwachsenen. Insgesamt sprechen die Resultate trotz gewisser Inkonsistenzen für eine Beeinflussung der Gehirnaktivität im Alpha-Frequenzbereich (um 8 Hz). Schlussfolgerungen bezüglich Langzeiteffekten sind nicht möglich.

Bemerkungen: Die Darstellung der Veränderungen in den EEG-Parametern ist schlecht nachvollziehbar. Es werden keine Zahlenwerte angegeben, sondern lediglich eine schwer verständliche graphische Darstellung. Unklar ist, wie viele Tests insgesamt analysiert wurden. Die Entscheidung gegen eine Korrektur für multiples Testen wird damit begründet, dass in der Publikationen nur Differenzen mit einer Dauer von über 100 ms erwähnt werden. In früheren Mobiltelefonstudien der Autorengruppe zu EEG-Veränderungen bei Erwachsenen zeigten sich ebenfalls Unterschiede im 8-Hz-Frequenzband, aber die Art und Richtung der Veränderungen war nicht einheitlich (Krause et al. 2000, 2004). Ob derartige Veränderungen eine gesundheitliche Bedeutung haben, ist nicht bekannt.

Finanzierung: National Technology Agency of Finland (Tekes) and Finnish mobile phone industry.

Hillert L, Ahlbom A, Neasham D, Feychting M, Jarup L, Navin R, Elliott P.
Call-related factors influencing output power from mobile phones.
J Expo Sci Environ Epidemiol 2006; 16 (6): 507-514

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie zur Expositionsabschätzung von Mobiltelefonbenutzern. Identifizierung der Faktoren, die das Ausmass der Exposition beeinflussen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung. Frequenz: 900 und 1800 MHz, maximale Sendeleistung: 2 W resp. 1 W. Alle Messungen wurden in Schweden und Grossbritannien durchgeführt. In Schweden fanden zwei Telefonate à 1 und 5 Minuten unmittelbar hintereinander statt. In England lag die Gesprächsdauer bei 1.5 Minuten.

Methode: Untersuchung der Parameter: städtische/ländliche Region, Benutzung in Gebäuden/im Freien, ohne Fortbewegung/während der Autofahrt, Dauer der Telefonate.

Resultat: Den grössten Einfluss auf die Sendeleistung hatte der Faktor städtische/ländliche Region. Der Zeitanteil, in dem das Mobiltelefon mit einer Sendeleistung von 1 bzw. 2 W arbeitete, war in ländlichen Gegenden vier- bis fünfmal höher als in städtischen Regionen. Das galt für ein- und für fünfminütige Gespräche und insbesondere für Gespräche im Freien. Beim Telefonieren in einem fahrenden Auto war die Sendeleistung höher als bei Aussenbenutzung, aber niedriger als in einem Gebäude. Der Unterschied zwischen Innen- und Aussenbenutzung war im Stadtgebiet grösser als auf dem Land. In Grossbritannien war die Sendeleistung in ländlichen Gebieten fast durchgehend über 2 W, in Schweden dagegen lag dieser Anteil bei unter 70%.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die Region in epidemiologischen Studien zur Abschätzung und Klassifizierung der Mobiltelefonexposition berücksichtigt werden sollte. Abschirmungseffekte durch Gebäude und häufigere "Handovers" zwischen Basisstationen in dichter besiedelten Gebieten scheinen von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Wiedemann PM, Thalmann AT, Grutsch MA, Schütz H.

The Impacts of Precautionary Measures and the Disclosure of Scientific Uncertainty on EMF Risk Perception and Trust.

Journal of Risk Research 2006; 9 (4): 361-372

Stichwörter	Kollektiv: Alle, generell	Zielgrösse: Risikowahrnehmung

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zum Zusammenhang zwischen Vorsorgemassnahmen und Risikowahrnehmung sowie zur Risikokommunikation bei wissenschaftlicher Unsicherheit.

Kollektiv: 639 Probanden (270 Frauen und 369 Männer). 396 Personen (62%) stammten aus der Deutschschweiz und 244 (38%) aus französischsprachigen Regionen der Schweiz. Alter: 17 bis 43 J., Median 21 Jahre. Die Rekrutierung erfolgte an den Universitäten St. Gallen und Fribourg.

Methode: Die Teilnehmer erhielten verschiedene Informationen zu Regelungen und zur Risikoeinschätzung im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern. In Bezug auf Vorsorgemassnahmen gab es Texte mit fünf verschiedenen Niveaus: von "ausreichendem Schutz durch Grenzwerte" über "Vorsorgegrenzwerte nötig" bis "besonderer Schutz für Orte wie Kindergärten, Schulen und Krankenhäuser". Zusätzlich wurde entweder auf bestehende Wissenslücken hingewiesen oder nicht. Dadurch ergaben sich zehn verschiedene Testbedingungen, auf die die Probanden zufällig und balanciert verteilt wurden (jeweils 57 bis 74 Personen pro Gruppe). Die Zielvariablen waren "Risikowahrnehmung", "Vertrauen" und "Stand der Wissenschaft". Der statistische Vergleich erfolgte mittels Kruskal-Wallis-Test und Mann-Whitney-U-Test, inklusive Bonferroni-Korrektur für multiple Testung.

Resultat: Es zeigte sich eine statistisch signifikant höhere Risikowahrnehmung, wenn in den Informationstexten erwähnt wurde, dass neben Schulen und Spitälern keine Mobilfunkantennen errichtet werden sollten ($p=0.001$). Der Hinweis auf Vorsorgegrenzwerte oder Expositionsminimierung führte nicht zu einer signifikant höheren Risikowahrnehmung. Auf die Zielvariablen "Vertrauen" und "Stand der Wissenschaft" hatte die Erwähnung von Vorsorgemassnahmen keinen Einfluss. Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bei Risikowahrnehmung und Vertrauen ergaben sich, wenn wissenschaftliche Unsicherheiten erwähnt wurden. Den Stand der Wissenschaft

schätzten die Teilnehmer dagegen signifikant höher ein, wenn sie über bestehende Unsicherheiten informiert wurden.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass Vorsorgemassnahmen nicht zu einer geringeren Risikowahrnehmung oder einer Steigerung des Vertrauens in das Risikomanagement führen. Sie weisen darauf hin, dass die Unterschiede trotz statistischer Signifikanz klein sind, empfehlen aber, die Ergebnisse bei der Einführung von Vorsorgemassnahmen und in der Risikokommunikation zu beachten.

Finanzierung: Forschungstiftung Mobilkommunikation (Schweiz)

Berg G, Spallek J, Schüz J, Schlehofer B, Bohler E, Schlaefer K, Hettinger I, Kunna-Grass K, Wahrendorf J, Blettner M.

Occupational Exposure to Radio Frequency/Microwave Radiation and the Risk of Brain Tumors: Interphone Study Group, Germany.

Am J Epidemiol 2006; 164 (6): 538-548

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Personen mit beruflicher Hochfrequenzexposition. Auswertung im Rahmen des deutschen Teils der internationalen Fall-Kontrollstudie "Interphone".

Kollektiv: Rekrutiert wurden Patienten, bei denen zwischen Oktober 2000 und November 2003 ein Gliom oder ein Meningeom diagnostiziert worden war und die in einer neurochirurgischen Klinik in Bielefeld, Heidelberg/Mannheim oder Mainz behandelt wurden. Alter: 30 bis 69 Jahre. In die Auswertung kamen Daten von 747 Patienten (Antwortrate: 83.3%). 366 Patienten waren an einem Gliom erkrankt und 381 an einem Meningeom. Die Kontrollpersonen wurden aus den Einwohnermelderegistern der Regionen ausgewählt (Antwortrate: 62.7%). Jedem Patienten wurden zwei Kontrollpersonen mit entsprechendem Alter, Geschlecht und Wohnregion zugeordnet.

Exposition: Berufliche Exposition durch Hochfrequenzquellen wie Radiosender (30-300 MHz), Radar, Funkgeräte und Walkie-Talkies (800 MHz bis 2 GHz) sowie Mikrowellenherde und medizinische Geräte (bis 2.45 GHz). Den grössten Anteil stellten persönliche Kommunikationsgeräte mit Frequenzen zwischen 800 MHz und 2 GHz. In der Analyse wurde nicht zwischen den verschiedenen Frequenzen unterschieden. Als "wahrscheinlich exponiert" galten Personen mit kontinuierlicher Belastung während der Arbeitszeit. Wenn Expositionen über 0.08 W/kg auftraten, wurden die Teilnehmer als "stark exponiert" eingestuft.

Methode: Die Studienteilnehmer beantworteten Fragen zu ihrer beruflichen Tätigkeit und möglichen EMF-Expositionen bis zu zwei Jahre vor der Tumordiagnose resp. dem Referenzdatum. Die meisten Patienten wurden während des Spitalaufenthalts befragt, die Kontrollpersonen zu Hause. Die statistische Auswertung erfolgte mittels bedingter logistischer Regression, für die drei Regionen und beide Geschlechter getrennt. Als

Einflussfaktoren ins Modell wurden aufgenommen: Sozialstatus, städtische/ländliche Herkunft, Alter zum Zeitpunkt der Diagnose, Raucher/Nichtraucher/Ex-Raucher und Exposition gegenüber ionisierender Strahlung.

Resultat: Insgesamt wurden 104 Personen als wahrscheinlich exponiert eingestuft und 87 als stark exponiert. Der statistische Vergleich ergab keine signifikanten Unterschiede im Gliom- oder Meningeomrisiko zwischen den verschiedenen Expositionskategorien. Für Personen mit starker Exposition ergab sich nach der Korrektur für mögliche Störfaktoren ein relatives Gliomrisiko von 1.22 (95%-CI: 0.69-2.15) und ein relatives Meningeomrisiko von 1.34 (95%-CI: 0.61-2.96).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen beruflicher Hochfrequenzexposition und Gliom- oder Meningeomrisiko. Bei langdauernder und starker Exposition zeigte sich ein leichter Anstieg der Odds Ratios.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst anmerken, befanden sich nur wenige Studienteilnehmer in den Kategorien mit starker oder langdauernder Exposition. Daher müssen die Ergebnisse in den gepoolten Analysen der gesamten Interphone-Studie überprüft werden.

Finanzierung: European Union Fifth Framework Program, German Federal Ministry for the Environment, Ministry for the Environment Baden-Württemberg, Ministry for the Environment Nordrhein-Westfalen, Universität Mainz, International Union against Cancer (UICC), Mobile Manufacturers' Forum and GSM Association.

Meo SA, Al-Drees AM.

Mobile phone related-hazards and subjective hearing and vision symptoms in the Saudi population.

Int J Occup Med Environ Health 2005; 18 (1): 53-7

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Häufigkeit von Hör- und Sehstörungen bei Mobiltelefonbenutzern in Saudi-Arabien.

Kollektiv: 846 erwachsene Probanden, davon 498 Männer, rekrutiert in verschiedenen Regionen der saudiarabischen Hauptstadt Riad und an der King Saud Universität. Alter: 18 bis 46 Jahre.

Exposition: Die Studienteilnehmer wurden gemäss ihren Angaben zur durchschnittlichen Dauer der Mobiltelefonbenutzung pro Tag in fünf Kategorien eingeteilt: <5 Min., 5 bis 10 Min., 11 bis 20 Min., 21 bis 30 Min., >30 Minuten.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten Fragen zu ihrem Gesundheitszustand und zur Mobiltelefonbenutzung (Art des Telefons, Anzahl und durchschnittliche Dauer der Telefonate pro Tag, Zeitraum der Benutzung). Von der Studie ausgeschlossen wurden Personen mit Blutarmut, Diabetes mellitus, Bluthochdruck, Erkrankungen des Nervensystems, angeborenen Seh- oder Hörstörungen oder regelmässiger Medikamenteneinnahme. Ebenfalls nicht zugelassen wurden Computerfachleute. Der statistische Vergleich des Anteils der Personen mit Hör- oder Sehbeschwerden in den fünf Expositionskategorien erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test.

Resultat: Ungefähr 44% der Studienteilnehmer gaben an, täglich 5 bis 10 Min. mit dem Mobiltelefon zu telefonieren, ca. 18% telefonierten weniger als 5 Min. und 11.5% mehr als 30 Min. pro Tag. Insgesamt berichteten 34.6% der Personen über Hörstörungen, Ohrenscherzen oder ein Wärmegefühl am Ohr und 5.04% über eine Abnahme des Sehvermögens oder verschwommenes Sehen. Die statistische Auswertung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den fünf Benutzungskategorien (Hörstörungen: $p < 0.23$, Sehstörungen: $p < 0.37$).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen auf eine Korrelation zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hör- oder Sehbeschwerden. Sie empfehlen weitere Studien mit grösseren Teilnehmerzahlen und detaillierter klinischer Untersuchung.

Bemerkungen: Da sich in der statistischen Auswertung kein Zusammenhang zwischen der täglichen Gesprächsdauer und der Häufigkeit von Hör- oder Sehstörungen zeigte, ist die Schlussfolgerung der Autoren nicht nachvollziehbar. Der Anteil der Personen mit Beschwerden im Bereich des Ohrs war in den Gruppen mit längerer Mobiltelefonbenutzung höher, aber statistisch nicht signifikant. Zu diesen Beschwerden wurde auch das Wärmegefühl am Ohr gezählt, das bereits durch die Wärmeabgabe der Telefonbatterie während des Anrufs entstehen kann. Sehstörungen waren bei Personen mit stärkerer Mobiltelefonbenutzung nicht häufiger als in der untersten Benutzerkategorie. Über die Vergleichbarkeit der fünf Benutzergruppen ist nichts bekannt (z.B. bezüglich Alter, Geschlechtsverteilung oder Sozialstatus), und auch in der statistischen Auswertung wurden diese potenziellen Störfaktoren nicht berücksichtigt (Chi-Quadrat-Test). Insgesamt genügt diese Studie weder hinsichtlich Analyse noch bezüglich Interpretation der Daten grundlegenden wissenschaftlichen Anforderungen.

Finanzierung: keine Angaben

Takebayashi T, Akiba S, Kikuchi Y, Taki M, Wake K, Watanabe S, Yamaguchi N.
Mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan.
Occup Environ Med 2006; 63 (12): 802-807

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen
Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Internationale Fall-Kontrollstudie INTERPHONE zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisiko. Auswertung der japanischen Daten zum Akustikusneurinom-Risiko.

Kollektiv: Von 120 Patienten mit Akustikusneurinom, die zwischen Dezember 2000 und November 2004 in einer Klinik in Tokio und Umgebung behandelt wurden, nahmen 101 Personen (84.2%) an der Studie teil. Alter: 30 bis 69 Jahre. Die Kontrollpersonen wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt (Teilnahmerate 52.4%). Jedem Patienten wurden zwei Kontrollpersonen mit passendem Alter, Geschlecht und Wohnregion zugeordnet. Nach Ausschluss von vier Patienten, deren Tumoren bereits vor 1999 diagnostiziert worden waren, kamen die Daten von 97 Patienten und 330 Kontrollpersonen zur Auswertung.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Das in Japan vorherrschende Mobilfunksystem ist ähnlich wie GSM ein TDMA-System (Time Division Multiple Access), hat aber eine 50-Hz-Pulsfrequenz und drei statt acht Zeitschlitzte.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten Fragebögen zur Mobiltelefonbenutzung. Gefragt wurde nach Gerätetypen, Dauer der Benutzung, durchschnittlicher Häufigkeit und Dauer der Telefonate sowie Gebrauch von Schnurlostelefonen. Das Referenzdatum für die Feststellung der Mobiltelefonbenutzung lag ein Jahr vor der Tumordiagnose. Der statistische Vergleich erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression unter Korrektur für Bildungsniveau und Zivilstand als Indikatoren für den Sozialstatus.

Resultat: Der Vergleich des Akustikusneurinom-Risikos bei regelmässigen Mobiltelefonbenutzern und -nichtbenutzern ergab eine Odds Ratio von 0.73 (95%-CI: 0.43-1.23). Wenn das Referenzdatum fünf Jahre vor der Tumordiagnose gewählt wurde, lag die Odds Ratio bei 1.09 (95%-CI: 0.58-2.06). Es zeigte sich kein Anstieg des

Tumorrisikos bei längerer Mobiltelefonbenutzung oder längerer kumulativer Gesprächsdauer. Für Personen mit über achtjähriger Mobiltelefonbenutzung (4 Fälle, 12 Kontrollen) betrug die Odds Ratio 0.79 (0.24-2.65). Es ergab sich kein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko auf der Kopfseite, die bevorzugt zum Telefonieren benutzt wurde (OR: 0.90, 95%-CI: 0.50-1.62). Für Personen, die neben digitalen auch analoge Telefone verwendet hatten, lag das relative Tumorrisiko bei 1.19 (95%-CI: 0.37-3.79).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Akustikusneurinom-Risiko. Die scheinbar verminderten Risiken mit Odds Ratios unter eins könnten darauf zurückzuführen sein, dass Akustikusneurinome zu einer einseitigen Beeinträchtigung des Hörvermögens führen und die Betroffenen dann mit dem anderen Ohr telefonieren.

Bemerkungen: Die Studie erfüllt die wesentlichen methodischen Anforderungen. Es wurden verschiedene Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um eventuelle Biasquellen zu entdecken. Eine Einschränkung ist die kleine Anzahl an Personen, die seit mehr als acht Jahren ein Mobiltelefon benutzten. Zur endgültigen Interpretation dieser Ergebnisse sollten die Gesamtergebnisse der Interphone-Studie abgewartet werden.

Finanzierung: Ministry of Internal Affairs and Communication of Japan

Kantz J, Müller J, Haderer KP, Landstorfer FM, Lang F.

Insensitivity of cardiovascular function to low power cm-/mm-microwaves.

Int J Environ Health Res 2005; 15 (3): 207-215

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu den Auswirkung einer fünfzehnminütigen Mikrowellenexposition variierender Frequenz (5.8 bis 110 GHz) auf die Herz-Kreislauffunktionen. Es wurde eine höhere Strahlungsintensität (59.7 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) verwendet als in der Vorgängerstudie von Müller et al., Int J Environ Health Res 2004: 14 (5), 331-41 (Id.Nr. 2002).

Kollektiv: 50 Probanden (36% Frauen), rekrutiert unter Studenten und Angestellten der Universität Stuttgart, Alter: 16 bis 78 Jahre. Ausgeschlossen wurden Personen mit Herz-Kreislaufferkrankungen.

Exposition: Das Mikrowellensignal setzte sich aus sechs Frequenzen zusammen: 5.8, 12, 24, 60, 77 und 110 GHz. Jede Frequenz war während 5 Sekunden aktiv, und die ganze Abfolge wurde alle 35 ms wiederholt. Das Modulationsmuster basierte auf kommerziell erhältlichen Radar- und Kommunikationssystemen.

Methode: Nach einer dreissigminütigen Anpassungsphase folgten vier experimentelle Phasen: 15 Min. Exposition, 15 Min. Erholung, 15 Min. Exposition, 15 Min. Erholung. Jeder Proband wurde nur während einer Expositionsphase wirklich exponiert, die eine Hälfte der Teilnehmer während der ersten Phase, die andere Hälfte während der zweiten Expositionsphase. Das Experiment wurde unter Doppelblindbedingungen durchgeführt. Herzfrequenz, Blutdruck, Hauttemperatur und Leitfähigkeit der Haut wurden kontinuierlich gemessen. Um starke Schwankungen im mentalen Zustand der Versuchspersonen zu vermeiden, lief während des ganzen Experiments klassische Musik im Hintergrund. Der statistische Vergleich der Mittelwerte und der Mittelwertsdifferenzen zwischen Exposition und Scheinexposition erfolgte mittels multivariater Varianzanalyse (MANOVA).

Resultat: Der multivariate Test ergab für keinen der untersuchten Parameter einen statistisch signifikanten Expositionseffekt ($p=0.90$). Für den "Beruhigungseffekt" im Verlauf des Experiments ergab sich ein signifikanter

Unterschied mit $p=0.013$, unabhängig von der Reihenfolge der Expositionen. Die Umgebungstemperatur hatte keinen signifikanten Einfluss auf die physiologischen Parameter ($p=0.21$).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen, dass die Mikrowellenexposition mit Frequenzen im Bereich von 5.8 bis 110 GHz mit einer Intensität von $59.7 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ keine physiologisch relevanten Auswirkungen auf die Herz-Kreislauffunktion gesunder Personen hat.

Bemerkungen: Die Verwendung von sechs verschiedenen Frequenzen erschwert die Interpretation der Daten und die Vergleichbarkeit mit der Vorgängerstudie (Müller 2004, Id.Nr. 2002). Im statistischen Vergleich wurden alle Frequenzen zusammen genommen. Auffallend ist, dass der diastolische Blutdruck in beiden Studien im Verlauf der Experimente nicht so deutlich sinkt wie der systolische, sondern - unabhängig von der Expositionsreihenfolge - in der zweiten Hälfte tendenziell ansteigt.

Finanzierung: keine Angaben

Müller J, Haderer KP, Muller V, Waldmann J, Landstorfer FM, Wisniewski R, Kantz J, Lang F.
Influence of low power cm-/mm-microwaves on cardiovascular function.
Int J Environ Health Res 2004; 14 (5): 331-41

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu physiologischen Effekten einer 15-minütigen Exposition gegenüber niedrigdosierten Mikrowellen ($<10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, 77 GHz), wie sie von automatischen Assistenzsystemen zur Geschwindigkeits- und Abstandsregelung in Kraftfahrzeugen emittiert werden (adaptive cruise control, ACC). Untersucht werden Auswirkungen auf Parameter des Herz-Kreislaufsystems und andere Funktionen des autonomen Nervensystems.

Kollektiv: 50 Probanden (24% Frauen), rekrutiert unter Studenten und Angestellten der Universität Stuttgart, Alter: 18 bis 36 Jahre. Ausgeschlossen wurden Personen mit Herz-Kreislauferkrankungen.

Exposition: Kommerziell erhältliches Radarsystem zur Geschwindigkeitsregelung. Frequenz: 77 GHz, Pulsbreite: 35 ns, Sendeleistung: 2.36 W. Die Antenne befand sich im Abstand von 2.5 m zur Testperson (Fernfeldexposition), Leistungsflussdichte: $3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, Spitzenwert: $240 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Methode: Nach einer dreissigminütigen Anpassungsphase folgten vier experimentelle Phasen: 15 Min. Exposition, 15 Min. Erholung, 15 Min. Exposition, 15 Min. Erholung. Jeder Proband wurde nur während einer Expositionsphase wirklich exponiert, die eine Hälfte der Teilnehmer während der ersten Phase, die andere Hälfte während der zweiten Expositionsphase. Das Experiment wurde unter Doppelblindbedingungen durchgeführt. Die Untersuchungsparameter Herzfrequenz, Blutdruck, atrioventrikuläre Überleitungsgeschwindigkeit (EKG), Atemaktivität (Thoraxbewegungen), Hauttemperatur und Leitfähigkeit der Haut wurden kontinuierlich während des ganzen Experiments gemessen. Um starke Schwankungen im mentalen Zustand der Versuchspersonen zu vermeiden, lief während des ganzen Experiments klassische Musik im Hintergrund. Der statistische Vergleich der Mittelwerte und der Mittelwertsdifferenzen zwischen Exposition und Scheinexposition erfolgte mittels multivariater Varianzanalyse (MANOVA).

Resultat: Die multivariate Testung ergab keinen signifikanten Expositionseffekt ($p=0.9025$), aber einen "Beruhigungseffekt" im Verlauf des Experiments ($p<0.0001$). Für mehrere physiologische Parameter zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Expositionsphasen (30 bis 45 Min. vs. 60 bis 75 Min.), die nicht mit der Art der Exposition (Real- oder Scheinexposition) zusammenhängen. In Bezug auf die Hauttemperatur war ein expositionsabhängiger Unterschied zu beobachten, der nach Bonferroni-Korrektur für multiples Testen nicht mehr signifikant war.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass die Exposition gegenüber niedrigdosierten, hochfrequenten Mikrowellen keine physiologisch relevanten Auswirkungen auf das autonome Nervensystem und die kardiovaskuläre Funktion hat.

Bemerkungen: Die verwendete Intensität von $3 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ liegt unterhalb der Grenzwerte für hochfrequente Strahlung im Gigahertzbereich (ICNIRP: $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, Schweiz: $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$). Aussagen über die Langzeitexposition lassen sich aus diesen Experimenten nicht ableiten. Nachfolgestudie: Kantz et al., Int J Environ Health Res 2005; 15 (3), 207-15 (Id.Nr. 2001).

Finanzierung: keine Angaben

Adair ER, Blick DW, Allen SJ, Mylacraine KS, Ziriaux JM, Scholl DM.

Thermophysiological responses of human volunteers to whole body RF exposure at 220 MHz.

Bioelectromagnetics 2005; 26 (6): 448-461

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Temperatur in der Speiseröhre, der Hauttemperatur, von Stoffwechsel, Schweissbildung und Hautdurchblutung bei Exposition von Freiwilligen mit verschiedenen Intensitäten eines 220-MHz-Feldes und Vergleich mit den Ergebnissen früherer Studien mit Feldern von 100 und 450 MHz.

Kollektiv: 5 Männer und eine Frau, 24 bis 63 Jahre alt, mit einer Körperoberfläche von 1.67 bis 2.28m².

Exposition: Die Versuchspersonen wurden in einer abgeschirmten anechoischen Kammer sitzend mit dem Rücken zur Strahlenquelle während 45 Min. über den ganzen Körper in 2 bis 2.5 m Entfernung von der Dipolantenne (Fernfeld) bei Kammertemperaturen von 24, 28 und 31°C, 220-MHz-Feldern mit Leistungsdichten von 9, 12 und 15 mW/cm² oder Scheinexposition ausgesetzt.

Methode: An einem Plastik-Menschenmodell wurden dosimetrische Messungen durchgeführt, womit die durchschnittliche Ganzkörper SAR auf 0.78 W/kg und die normalisierte SAR auf 0.045 W/kg pro mW/cm² berechnet wurde. Als Zielgrösse wurde primär die Temperatur im Ösophagus mit Sonde, die Hauttemperatur in 1-Min.-Intervallen an 6 Stellen, die Stoffwechselrate (metabolische Hitzeproduktion in W/kg, berechnet aus O₂, CO₂ und Volumen der Ausatemungsluft), die Schweissabsonderung an 2 Hautstellen und die Hautdurchblutung an drei Stellen untersucht. Achtmal pro Session wurde die Herzfrequenz gemessen. Viermal wurde nach der Wärmeempfindung, dem thermischen Wohlbefinden, Schwitzen und der Erträglichkeit der Temperatur gefragt. Verglichen wurden die über die 6 Versuchspersonen gepoolten Zielgrössen in den letzten 10 Min. der Befeldungszeit mit den letzten 10 Min. der Einstellung der Temperatur vor Beginn der Befeldung, für jede der 12 Testsituationen.

Resultat: Die Stoffwechselrate zeigte bei keiner der Befeldungen oder Temperaturen eine Änderung, die

Temperatur im Ösophagus schwankte im Bereich von $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ und stieg nicht über 37.3°C . Die an verschiedenen Hautstellen gemessene Temperatur stieg wenig an, während die Hautdurchblutung in Abhängigkeit von der Temperatur unter der stärksten Feldintensität mässig zunahm. Bei den jetzigen Versuchen mit 220 MHz und den Intensitäten 12 und 15 mW/cm^2 nahm die Schweissabsonderung stark zu, stärker als beim früheren Versuch mit einem 100-MHz-Feld. Die lokalen Temperaturmessungen bestätigten, dass es besonders hitzeempfindliche Stellen gibt. An der Modellpuppe konnte gezeigt werden, dass die örtliche SAR im Hirnstamm und im Rückenmark, wo temperaturempfindliche Neuronen liegen, bei 220 MHz grösser ist als bei 100 MHz. Die Versuchspersonen konnten aber ihre Körpertemperatur effizient regulieren durch die erhöhte Schweissabsonderung. Es ist deutlich geworden, dass diese Reaktionen eher durch Nervensignale von Thermosensoren tief im Hirnstamm und Rückenmark kontrolliert werden als durch Sensoren in der Haut.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass bei 220-MHz-Feldern mit Intensitäten von bis zum 15-fachen über dem ICNIRP-Grenzwert für berufliche Exposition die Körpertemperatur durch thermoregulatorische Mechanismen im Gleichgewicht gehalten werden kann, und dass sich die Reaktionen von denjenigen auf ein 100-MHz-Feld unterscheiden.

Bemerkungen: Die angewendeten Feldstärken sind höher als der ICNIRP-Grenzwert für berufliche Exposition ($1 \text{ mW}/\text{cm}^2$) für Ganzkörperbefeldung durch 10- bis 300-MHz-Felder und viel höher als der entsprechende Grenzwert für die Allgemeinbevölkerung ($0.2 \text{ mW}/\text{cm}^2$).

Mann K, Connemann B, Röschke J .

Cardiac Autonomic Activity during Sleep under the Influence of Radiofrequency Electromagnetic Fields.
Somnologie 2005; 9: 180-184

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Herz Kreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Befeldung von gesunden Männern im Schlaf zur Untersuchung des Einflusses von Mobiltelefonen auf die autonome Kontrolle des Herzrhythmus.

Kollektiv: 12 gesunde Männer von 21 bis 34 Jahren,

Exposition: Ein GSM-Mobiltelefon (900 MHz, mit 217 Hz gepulst, Pulsweite 577 μ s) war in 40 cm Distanz vom Scheitel des Probanden mit senkrecht gegen den Kopf gerichteter Antenne fixiert. Spitzenleistung der Antenne 8 W, durchschnittliche Leistungsdichte in 40 cm Distanz 0.05 mW/cm².

Methode: Jeder Proband wurde nach einer Eingewöhnungsnacht in den folgenden zwei Nächten von 23.00 bis 7.00 Uhr blind in zufälliger Reihenfolge einmal dem 900-MHz-Feld und einmal einer Kontrollsituation exponiert. Während des Versuchs wurden Polysomnographien durchgeführt (gleichzeitig auch ein EEG, ein Elektrookulogramm und ein submentales Elektromyogramm). Das EEG wurde auf Papier aufgezeichnet und nach den Kriterien von Rechtschaffen und Kales bewertet. Im EKG wurden die QRS-Komplexe identifiziert und ektopische Herzschläge ausgeschlossen. Danach wurde die Varianz der durchschnittlichen R-R-Intervalle und ihrer Abweichung (SDNN) in 80s-Segmenten über die verschiedenen Schlafstadien gemittelt. Für die Spektralanalyse wurden Zeitabschnitte von jeweils 80s von 256s der gleichen Schlafphasen untersucht und die Power in den Frequenzen von 0 bis 0.4 Hz sowie das Verhältnis von HF zu LF berechnet. Der Vergleich zwischen der Befeldung und der Null-Exposition wurde für die EEG-Parameter mit dem Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben, für die EKG-Parameter mit einer Varianzanalyse durchgeführt, bei der die Schlafstadien (REM, Stadium II, Tiefschlaf (SWS=slow wave sleep) und die Exposition als innerhalb der Person variierende Faktoren untersucht wurden.

Resultat: Die Einschlafdauer war unter Feldexposition verkürzt, ebenso die Länge und der prozentuale Anteil der REM-Phasen am Schlaf. Bei der Länge der anderen Schlafphasen gab es keine Unterschiede.

Herzrhythmusvariabilität: Die SDNN war am höchsten in der REM-Phase und deutlich am niedrigsten in der SWS-Phase. In allen drei untersuchten Schlafphasen gab es jedoch keine Unterschiede zwischen der Befeldung und der Nullexposition, weder beim R-R-Intervall noch bei der SDNN. Auch die Power in den Frequenzbereichen VLF, LF und das Verhältnis LF/HF war in den Schlafphasen signifikant verschieden, bei diesen Grössen jeweils ebenfalls am höchsten während des REM-Schlafes und am niedrigsten in der SWS-Phase. Hier hatte weder die Exposition noch die Interaktion zwischen Exposition und Schlafphase einen signifikanten Einfluss auf die Herzfrequenzvariabilität.

Schlussfolgerung: Unter den gegebenen experimentellen Bedingungen konnte kein Einfluss schwacher hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf die autonome Herzaktivität nachgewiesen werden.

Bemerkungen: Ergebnisse der Auswertung des EEG in Nr. 1143 (Mann K et al. 1996 !) Im Gegensatz zu Huber et al. (2003, ELMAR Nr. 1753) wurde hier nicht die Einschlafphase untersucht, bei der die Schweizer Autoren eine Verminderung der Herzfrequenzvariabilität unter Befeldung beobachtet hatten. Die in der früheren Arbeit signifikante, leichte Zunahme der Variabilität in den Nicht-REM-Phasen unter Befeldung zeigt sich auch hier tendenziell und schwach bei VLF, LF und HF.

Finanzierung: Deutsche Telekom

Nam KC, Kim SW, Kim SC, Kim DW.

Effects of RF exposure of teenagers and adults by CDMA cellular phones..

Bioelectromagnetics 2006; 27 (7): 509-514

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche	Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Herz-Kreislaufparametern bei Jugendlichen unter Mobiltelefonexposition.

Kollektiv: 21 Jugendliche (12 Männer und 9 Frauen), im Durchschnitt 16 Jahre alt, und 21 Erwachsene (11 Männer und 10 Frauen), 31 Jahre alt. Südkorea.

Exposition: Modifiziertes CDMA-Telefon an der linken Kopfseite, wärmeisoliert gegen den Kopf (der untere Geräteteil erhielt dadurch einen 5mm Abstand vom Kinn), die SAR wird mit 1.6 W/kg angegeben (max. SAR₁₀ im Kopf ?). Sendefrequenz 835 MHz, auf Testmodus fixiert, d.h. maximale Leistung 300 mW.

Methode: Die Versuchspersonen wurden in liegender Lage während 30 Min. blind exponiert, zuerst mit abgestelltem Mobiltelefon, am nächsten Tag mit eingeschaltetem Telefon. Untersucht wurde Puls und Blutfluss, beides mit einem am Zeigefinger montierten Photoplethysmographen, ferner der Hautwiderstand mit zwei Elektroden am linken Mittel- und Ringfinger, die Atemfrequenz mit einem Induktanz-Plethysmographen um die Brust, und der Blutdruck am rechten Arm. Diese Untersuchungen wurden vor der Exposition, in der 16. bis 19. Min. der Exposition, sowie in der 1. bis 4. Min. und der 11. bis 14. Min. nach der Exposition durchgeführt. Zur Auswertung wurden diejenigen 30 Sekunden innerhalb von je 60 Sek. von Puls und Atmung analysiert, welche am stabilsten waren. Wiederholte Zweiweg-Varianzanalyse zur Untersuchung der Wirkung der Exposition und der Dauer bei den Jugendlichen und Erwachsenen sowie bei Männern und Frauen.

Resultat: In der Gruppe der Erwachsenen insgesamt traten keinerlei Unterschiede auf zwischen der Befeldung und der Nullexposition, und die gesundheitlichen Grössen änderten sich auch im Lauf der Exposition nicht. Bei den Jugendlichen gab es keine Unterschiede in der Pulsfrequenz, in der Atemfrequenz und im systolischen und diastolischen Blutdruck. Dagegen wurde bereits nach 15 Min. Exposition mit Befeldung eine signifikante

Abnahme des Hautwiderstandes beobachtet ($p < 0.01$). Nach 30 Min. war er etwa auf 70% des Vortestwertes gesunken ($p < 0.0001$). 10 Min. nach Expositionsende hatte er sich wieder fast auf den Vorwert erholt und war von diesem nicht mehr signifikant verschieden.

Wenn das ganze Kollektiv in Untergruppen von Männern und Frauen aufgeteilt wurde, war diese Abnahme des Hautwiderstandes bei Befeldung im Verlauf der Untersuchungen bei den Männern ebenfalls signifikant, bei den Frauen nicht. Diese Resultate bleiben auch nach Korrektur für die Testung multipler Grössen (Bonferroni) signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren ziehen den Schluss, dass die CDMA-Telefonbenutzung eine Stimulation des autonomen Nervensystems und damit erhöhte Schweissabsonderung bei Jugendlichen zur Folge haben könnte, was aber noch weiter und mit längerer Expositionsdauer untersucht werden müsste. Sie weisen darauf hin, dass solche Resultate der Forderung der WHO, Jugendliche speziell auf die Wirkung elektromagnetischer Strahlung zu untersuchen, Nachdruck verschafft.

Bemerkungen: Pilotbeobachtung, die an einem grösseren Kollektiv wiederholt werden sollte. Knappe Beschreibung der Versuchsanlage (z.B. Temperaturkontrolle?) und der Ergebnisse. Für alle Grössen ausser dem Hautwiderstand wird nur die Differenz zwischen Befeldung und Nullexposition in Form von p-Werten angegeben. Die signifikante Abnahme des Hautwiderstands im Verlauf der Befeldung bei Teenagern und bei Männern wird als Abbildung gezeigt.

Finanzierung: Ministry of Health and Welfare, Republic of Korea; Hankyong National University, Korea.

Straume A, Oftedal G, Johnsson A.

Skin temperature increase caused by a mobile phone: a methodological infrared camera study.

Bioelectromagnetics 2005; 26 (6): 510-519

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hauttemperatur im Bereich des Kontaktes mit einem Mobiltelefon bei unterschiedlichen Wärme- und EMF-Strahlungssituationen zur Abklärung, welche Eigenschaften des Mobiltelefons für die oft berichteten Wärmegefühle beim Telefonieren verantwortlich sind.

Kollektiv: 1 Mann, 26-jährig.

Exposition: Modifiziertes GSM -Telefon mit Frequenz 902.4 MHz, an der linken Kopfseite, Display verdeckt. Getestet wurden zwei verschiedene Leistungsstufen: minimale Leistung 2 mW, maximale Leistung 210 mW. Für die max. Leistung wurde ein SAR_{lg} an der Wange von 0.81 W/kg, am Ohr von 0.7 W/kg angegeben. Um die Wärmewirkung der Telefonbatterie bei eingeschaltetem Mobiltelefon ohne den Einfluss der Hochfrequenzstrahlung zu untersuchen, wurde ein Widerstand von 50 Ohm eingebaut, der die SAR auf Hintergrundwerte reduziert. Dadurch ergaben sich 5 Expositionsbedingungen: Telefon abgeschaltet (off), Telefon mit min. Leistung und Widerstand eingeschaltet, d.h. min. Leistung, keine EMF-Strahlung (kein EMF, nur Batterieerwärmung), Telefon mit min. Leistung eingeschaltet (min. EMF-Exposition und Batteriewärme), Telefon mit max. Leistung und Widerstand eingeschaltet (kein EMF, Batteriewärme), Telefon mit max. Leistung eingeschaltet (max. EMF-Exposition und Batteriewärme).

Methode: Die Versuchsperson wurde an 5 Tagen hintereinander doppelblind 6 mal im Abstand von mind. 75 Min. während je 30 Min. den vier Wärmebelastungen und je zwei mal dem abgeschalteten Mobiltelefon exponiert. Die Reihenfolge der verschiedenen Expositionsbedingungen war an jedem Tag verschieden. Mit einer Infrarotkamera wurde die Wärmeabgabe über beiden Ohren und den Wangenbereichen unterhalb der Ohren vor und 15 und 30 Min. nach Beginn jeder Exposition gemessen. Daraus wurde die mittlere Hauttemperatur über diesem Bereich berechnet. Auch die Temperatur an der Oberfläche des Mobiltelefons wurde für die

verschiedenen Einschaltbedingungen mit der Infrarotkamera bestimmt. Diese wurde nur durch die Dauer des Einschaltens und durch die EMF-Strahlung beeinflusst, sie war bei angeschaltetem Mobiltelefon ohne Widerstand etwa 0.2°C höher als wenn der Widerstand zugeschaltet wurde. Varianzanalyse unter Einbezug der Faktoren Raumtemperatur, Tageszeit, Batteriezustand und Expositionsbedingungen. An einem Einführungstag wurde die Versuchsperson in das Vorgehen eingeführt und an einem zusätzlichen Testtag am Schluss der Testreihe wurde untersucht, ob die Verblindung bezüglich des strahlenabsorbierenden Widerstands erfolgreich war. Viele weitere Einflüsse, wie z.B. die Erwärmung der Kamera im Verlauf der Tests wurden soweit wie möglich eliminiert.

Resultat: Die Hauttemperatur der Ohren und Wangen war vor allen Tests etwa gleich hoch. Die Hauttemperatur der Ohren und Wangen nahmen bei abgeschaltetem Telefon im Verlauf der Tests etwas zu, aber ohne signifikante Unterschiede zwischen der Kopfseite mit dem Mobiltelefon und der Gegenseite, und unabhängig davon, ob die Antenne durch einen Widerstand ersetzt war oder nicht. Wenn das Mobiltelefon eingeschaltet war und die Antenne durch einen Widerstand ersetzt, waren die Temperaturzunahmen am exponierten Ohr signifikant höher als bei abgeschaltetem Telefon, höher bei maximaler Leistung des Telefons als bei minimaler Leistung. Noch etwas grösser war die Temperaturdifferenz zwischen exponiertem und nicht exponiertem Ohr, wenn das Telefon mit Antenne, d.h. ohne eingebauten Widerstand eingeschaltet war. Der Unterschied zwischen dem Versuch mit eingeschaltetem Mobiltelefon mit Widerstand (d.h. EMF abgeschirmt) und mit Antenne (d.h. mit EMF-Feld) war nur für die Ohrtemperatur nach 30 Min. bei minimaler Leistung signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die Isolation der Ohr- oder Wangenhaut, bzw. das Verhindern der Wärmeabstrahlung durch das Anlegen des Telefons selbst der Hauptgrund für die Erwärmung des Ohrs auf der Telefonseite ist. Die grössere Erwärmung des Ohrs als der Wange erklären die Autoren mit dem engeren Kontakt des Ohrs zum Mobiltelefon. Einen weiteren, aber kleineren Beitrag leistet die elektrische Erwärmung des Telefons selbst. Die signifikant stärkere Zunahme der Erwärmung des exponierten Ohrs nach 30 Min. Befeldung mit minimaler Leistung im Vergleich zum Test mit abgeschirmter EMF-Strahlung könnte auf Zufall beruhen ($p=0.038$, multiple Tests), und wird nicht als EMF-Effekt interpretiert, da die Befeldung mit maximaler Leistung keine zusätzliche Erwärmung ergeben hatte.

Bemerkungen: Pilotuntersuchung an einer Person zur Abklärung der Wärmeproduktion als möglichem Grund für lokale Symptome. Es wird nur die Differenz von exponiertem zu nicht exponiertem Ohr als Zielgrösse betrachtet, allfällige Effekte auf die zentrale Thermoregulation können so nicht beurteilt werden. Die Grösse des Mobiltelefons bzw. bedeckte Hautfläche, Material der Oberfläche, durch das Telefon selbst produzierte Wärme etc. sind vom Typ des Mobiltelefons abhängig. Bei weiteren Experimenten zur Hautdurchblutung im telefonnahen Bereich mit höheren Leistungen müssten die entsprechenden Effekte wieder untersucht werden.

Finanzierung: staatlich und privat: Norwegischer Forschungsrat, Post und Fernmeldebehörde, Statnett, Telenor SA, NetCom, NORTIB

Wilen J, Johansson A, Kalezic N, Lyskov E, Sandström M.

Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms.

Bioelectromagnetics 2006; 27 (3): 204-214

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Klinischer Vergleich von physiologischen Grössen des Herz-Kreislaufsystems und der Gehirnleistung zwischen Personen, die bei Mobiltelefonbenutzung Symptome angegeben hatten und einer gesunden Kontrollgruppe. Zusätzlich experimentelle Belastung mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zur Untersuchung, ob sich bei Sensiblen und/oder Gesunden eine Änderung dieser Grössen zeigte.

Kollektiv: 16 Männer und 4 Frauen, welche Symptome bei Verwendung eines Mobiltelefons angaben, aber nicht allgemein auf elektrische Felder reagierten (Fälle) und ebenso viele Kontrollpersonen gleichen Geschlechts und Alters ohne mobiltelefonassoziierte Symptome. Schweden.

Exposition: Die Teilnehmer wurden einem Feld ausgesetzt, das durch ein GSM-Telefon generiert, verstärkt, und auf eine Antenne in 8.5 cm Distanz rechts des Kopfes der Probanden geleitet wurde, so dass eine relativ grosse seitliche Kopffläche exponiert war. Der maximale lokale SAR₁₀-Wert betrug 0.8 W/kg, der SAR_{1g}-Wert 1.0 W/kg. Auf der linken Seite wurde zu Verblindungszwecken eine gleichartige, nicht sendende Antenne montiert.

Methode: Fragebogen nach Beschwerden allgemein und nach Symptomen, die im Zusammenhang mit dem Telefonieren im Festnetz, im Mobilfunknetz oder beim Arbeiten an einem Bildschirm auftraten oder verstärkt wurden. Gefragt wurde nach der Häufigkeit und Dauer der Verwendung des Mobiltelefons, nach Medikamenten, Schlafgewohnheiten, Beruf, Bildschirmarbeit und psychosozialen Faktoren wie beruflicher Belastung. Als symptomatisch galten Personen, bei denen mindestens einmal pro Woche ein Symptom auftrat. Die Teilnehmer wurden an zwei separaten Tagen in zufälliger Reihenfolge während 30 Min. entweder der Nullexposition oder der Mobilfunkstrahlung exponiert. Vor, während und nach der Exposition wurde das EKG registriert und die Herzfrequenzvariabilität untersucht (VLF, LF, HF, normalisierte LF und HF und LF/HF-Verhältnis). Weitere Parameter waren die Atemfrequenz, der Blutfluss mit an den Ringfingern montierten Photoplethysmographen

sowie das elektrische Potential der Haut an Handfläche und Handrücken. Tests zur Untersuchung der visuellen Wahrnehmung (Critical Flicker Fusion Frequency Test, CFFT), des Kurzzeit-Gedächtnisses und der Reaktionszeit wurden vor und nach der Exposition durchgeführt. Multivariate Varianzanalyse mit Korrektur für multiple Testung (Bonferroni).

Resultat: Die Personen mit mobiltelefonassoziierten Symptomen (die "Sensiblen") gaben an, dass sie häufiger und länger mit Mobiltelefonen telefonierten, und diese auch bereits länger verwendet hatten (seit 12.3 vs. 8.9 Jahren). Die Sensiblen gaben auch allgemein mehr Symptome an, vor allem Müdigkeit, Gedächtnisverlust, Konzentrationsschwierigkeiten und Wärmegefühl am oder hinter dem Ohr. Bei den physiologischen Parametern vor Beginn der Exposition zeigte sich kein Unterschied zwischen den Studiengruppen. Eine Ausnahme war die erhöhte Aktivität in den niedrigen Frequenzen der Herzfrequenzvariabilität und die verminderte hochfrequente Aktivität, die zu einem höheren LF/HF-Verhältnis bei den Sensiblen führte. Im Kurzzeitgedächtnis-Test schnitten die Sensiblen vor der Exposition in Bezug auf korrekte Antworten und Reaktionszeiten schlechter ab als die Gesunden. Die Unterschiede verschwanden aber in den folgenden Durchgängen und waren nicht von der Exposition abhängig. Im Test zur visuellen Wahrnehmung ergaben sich keine Differenzen. Auch bei keiner der physiologischen Zielgrößen traten signifikante Unterschiede zwischen der Nullexposition und der EMF-Exposition auf. Die Sensiblen berichteten häufiger über subjektive Symptome, ebenfalls unabhängig von der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren vermuten, dass bei Personen, welche Symptome im Zusammenhang mit Mobiltelefonen angeben, das autonome Nervensystem mehr in Richtung Sympathikus-Aktivität reguliert ist.

Bemerkungen: Keine Unterschiede in subjektiven Symptomen, Puls, Atemfrequenz und Hirnleistung nach kurzfristiger GSM-Mobiltelefon-ähnlicher Befeldung, auch bei sich selbst als empfindlich einschätzenden Personen.

Finanzierung: Schwedischer Rat für Arbeitsleben und Sozialforschung

Celik O, Hascalik S.

Effect of electromagnetic field emitted by cellular phones on fetal heart rate patterns.

Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 2004; 112 (1): 55-56

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Herzkreislaussystem

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Feldstudie an schwangeren Frauen zur Untersuchung, ob die fetale Herzfrequenz sich beim Telefonieren mit Mobiltelefonen verändert.

Kollektiv: 40 schwangere Frauen am Geburtstermin, alle Kinder in Kopflage. Malatya, Türkei.

Exposition: Mobiltelefon im Standby- und im Dialling-Modus.

Methode: Während 10 Min. vor der EMF-Exposition wurde die fetale Herzfrequenz mit Doppler-Ultraschall registriert. Anschliessend hielten die Frauen während 5 Min. ein eingeschaltetes Mobiltelefon in der Hand (stand-by mode), dann stellten sie eine Nummer ein (dialling mode), ebenfalls während 5 Min. In beiden Zeitabschnitten wurde ein "Nicht-Stress-Test" durchgeführt und die Herztonregistrierung weitergeführt. Die Basisfrequenz und die Zunahmen und Abnahmen der fetalen Herzfrequenz wurden mit Wilcoxon-Rang-Test für gepaarte Daten verglichen.

Resultat: Die Basisfrequenz der fetalen Herzrate betrug im Durchschnitt 130 (115-150), im Standby-Modus 128 (110-155) und im Dialling-Modus 133 (115-145). Beschleunigungen von 15s Dauer gab es 4.2 bzw. 4.3 bzw. 4.3 (jeweils 0-11), Abnahmen keine.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass das Telefonieren mit Mobiltelefonen die fetale Herzfrequenz nicht beeinflusst.

Bemerkungen: Äusserst knappe Beschreibung, keine Angaben zu weiteren Faktoren, welche die fetale Herzfrequenz beeinflussen oder zum durchgeführten Stresstest. Insgesamt können aus diesen Daten keine

Schlussfolgerungen gezogen werden.

Finanzierung: keine Angaben

Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, Salem E.
Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations.
Neurotoxicology 2007; 28 (2): 434-440

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Untersuchung neurologischer Symptome und Veränderungen der kognitiven Leistungen von Anwohnern einer Mobilfunkbasisstation in Menoufiya, Ägypten.

Kollektiv: Die exponierte Gruppe bestand aus 85 Erwachsenen, von denen 37 in einem zwölfstöckigen Gebäude wohnten, auf dem sich seit 1998 eine Mobilfunkbasisstation befand. Die übrigen 48 Personen arbeiteten in einem gegenüber liegenden, etwa 10 Meter entfernten Haus als Angestellte des landwirtschaftlichen Direktorats. Als Kontrollgruppe wurden 80 Angestellte und Ingenieure ausgewählt, die in einem anderen Gebäude der Landwirtschaftsverwaltung in ungefähr 2 km Entfernung arbeiteten. Aus beiden Teilnehmergruppen wurden Paare mit passendem Alter, Geschlecht, Berufsstand (Angestellte resp. Ingenieure), Bildungsniveau, Rauchverhalten und Mobiltelefonbenutzung gebildet.

Exposition: Die Basisstation bestand aus drei Antennen. Als Expositionsmass dienten die Messungen des nationalen Telekommunikationsinstituts aus dem Jahr 2000. Die Leistungsflussdichten der drei Antennen lagen zwischen 0.0020 und 0.0067 mW/cm². In der Wohnung unter Antenne 1 wurde eine Flussdichte von 0.0001 mW/cm² gemessen. Der in Ägypten geltende Grenzwert liegt bei 0.4 mW/cm² für intermittierende Exposition und 0.008 mW/cm² für kontinuierliche Exposition.

Methode: Zwischen März und Dezember 2003 wurden die Teilnehmer zu neurologischen und psychiatrischen Beschwerden befragt und ärztlich untersucht. Es wurden zehn neuropsychologische Tests durchgeführt zur visuell-motorischen Geschwindigkeit, zur Problemlösung, zur Aufmerksamkeit, zum auditiven Kurzzeitgedächtnis sowie zur Gedächtnisleistung. Ausserdem beantworteten die Probanden einen Fragebogen zur Persönlichkeitsstruktur. Die statistischen Vergleiche erfolgten mittels Chi-Quadrat-Test, Student-t-Test und

Kovarianzanalyse (ANCOVA).

Resultat: Verglichen mit der Kontrollgruppe gaben die exponierten Personen statistisch signifikant häufiger Kopfschmerzen, Gedächtnisprobleme, Tremor, Schwindel, depressive Symptome und Schlafstörungen an. Der einzige signifikante Unterschied zwischen den beiden exponierten Gruppen war eine höhere Schlafstörungsprävalenz bei Personen in dem gegenüber der Basisstation liegenden Gebäude. In einem Test zu Aufmerksamkeit und Kurzzeitgedächtnis erzielten die Exponierten im Durchschnitt ein signifikant schlechteres Ergebnis als die Kontrollpersonen ($p < 0.001$), in zwei Tests zur visuell-motorischen Geschwindigkeit und in einem weiteren Aufmerksamkeitstest erzielten sie signifikant bessere Resultate ($p < 0.01$ resp. < 0.001). Anhand des Persönlichkeitsfragebogens ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Der Vergleich zwischen den beiden exponierten Gruppen zeigte nur in einem Problemlösungstest einen signifikanten Unterschied: Personen aus dem gegenüber liegenden Haus schnitten schlechter ab als die Bewohner des Basisstation-Gebäudes.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf häufigere neurologische Beschwerden bei Personen in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen und auf Veränderungen der kognitiven Leistung. Sie empfehlen ein besseres Monitoring und weitere Studien.

Bemerkungen: Das Hauptproblem der Studie ist die Expositionsabschätzung: Messungen der Leistungsflussdichte liegen nur für das Gebäude mit der Mobilfunkantenne vor, nicht für das gegenüberliegende Haus oder das Kontrollgebäude. Die Messwerte stammen aus dem Jahr 2000 und zeigen schon in der ersten Wohnung unter dem Dach eine sehr geringe Belastung (0.0001 mW/cm^2). Der Expositionsstatus aller drei Teilnehmergruppen ist also völlig unklar. Ebenfalls nicht bekannt ist, seit wann die Probanden in den jeweiligen Häusern lebten resp. arbeiteten, und ob die berichteten Beschwerden erst nach diesem Zeitpunkt aufgetreten sind. Die Resultate der Hirnleistungstests wurden offensichtlich mittels t-Tests verglichen, es erfolgte aber keine Korrektur für multiple Testung. Insgesamt lassen sich aus diesen Daten keine Schlussfolgerungen bezüglich Effekten der Mobilfunkexposition ableiten.

Finanzierung: keine Angaben

Esen F, Esen H.

Effect of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the latency of evoked electrodermal activity.

Int J Neurosci 2006; 116 (3): 321-9

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung der elektrodermalen Aktivität unter Mobiltelefonexposition, gemessen anhand des elektrischen Hautwiderstands.

Kollektiv: 15 Studenten, alle Rechtshänder. Durchschnittsalter: 20.2 Jahre. Türkei.

Exposition: An beiden Seiten des Kopfes wurde ein Mobiltelefon angebracht, das sich im Standby-Modus befand (900 MHz, Pulsfrequenz: 217 Hz). Unter Doppelblindbedingungen wurde jeweils ein Telefon durch Simulation eines Anrufs (geräuschlos) aktiviert. Es gab drei Expositionsbedingungen: Scheinexposition, ipsilateral und kontralateral zum gleichzeitig ausgelösten Kniesehenreflex.

Methode: Durch Auslösung des Kniesehenreflexes wurden Regionen auf der gegenüber liegenden Seite des Gehirns aktiviert, die für die Regulation der elektrodermalen Aktivität zuständig sind (prämotorischer Kortex und Basalganglien). Gleichzeitig wurde über Elektroden an beiden Handflächen die elektrodermale Aktivität abgeleitet. Als Messparameter diente die Latenzzeit bis zur Veränderung des Hautwiderstands. Die durchschnittlichen Latenzzeiten unter verschiedenen Expositionsbedingungen wurden mittels t-Test für gepaarte Daten verglichen.

Resultat: Unter Mobiltelefonexposition war die Latenzzeit der elektrodermalen Aktivität um ca. 200 ms länger und die normalerweise vorhandene Asymmetrie zwischen dominanter und nichtdominanter Körperhälfte verringert. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen ipsilateraler und kontralateraler Befeldung.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf Veränderungen der elektrodermalen Aktivität unter Mobiltelefonexposition.

Bemerkungen: Wesentliche Informationen zur Exposition fehlen, u.a. zur Sendeleistung des Telefons resp. spezifischen Absorptionsrate und zur Reihenfolge der Expositionen. Die Resultate lassen sich anhand der Publikation nicht nachvollziehen. In den Graphiken wird nur der Verlauf der elektrodermalen Aktivität am Beispiel eines Probanden dargestellt. Auch die in Tab. 1 angegebenen mittleren Latenzzeiten stützen die Aussagen im Text nicht: Gemäss diesen Werten bestand auch unter Kontrollbedingungen kein signifikanter Unterschied zwischen rechter und linker Hand. Der Hauptvergleich zwischen ipsilateraler Exposition und Scheinexposition fehlt, laut Tab. 1 bestand kein signifikanter Unterschied. Ebenfalls gegen einen Expositionseffekt spricht, dass zwischen ipsi- und kontralateraler Exposition kein Unterschied zu beobachten war.

Finanzierung: keine Angaben

Monnery PM, Srouji EI, Bartlett J.

Is cochlear outer hair cell function affected by mobile telephone radiation?.

Clin Otolaryngol Allied Sci 2004; 29 (6): 747-9

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Audiometrische Untersuchung zur Auswirkung der Mobiltelefonstrahlung auf das Innenohr. Mittels otoakustischer Emissionen wurde die Funktion der äusseren Haarzellen der Innenohr-Schnecke untersucht.

Kollektiv: 12 Probanden, rekrutiert im Personal einer Hals-Nasen-Ohrenklinik in London.

Exposition: Mobiltelefon am Kopf. Keine weiteren Angaben.

Methode: Vor dem Experiment wurde ein Audiogramm durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Probanden ein normales Hörvermögen hatten. Die Aufzeichnung der otoakustischen Emissionen erfolgte zuerst ohne Mobiltelefon, dann zweimal mit einem Mobiltelefon am Kopf, in der Nähe des Processus mastoideus. Im ersten Durchgang war das Telefon auf Empfang gestellt, im zweiten auf Senden (=ausgehender Anruf). Untersucht wurden die frequenzabhängigen otoakustischen Emissionen bei Signaltönen von 1, 2, 3 und 4 kHz als Parameter für die Funktion der Innenohr-Schnecke. Vergleich der Differenzen zwischen den beiden Expositionssituationen mittels t-Test.

Resultat: Es ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in den otoakustischen Emissionen mit und ohne Mobiltelefonexposition.

Schlussfolgerung: Falls sich diese Ergebnisse in weiteren Untersuchungen bestätigen lassen, kann laut Autoren gefolgert werden, dass die Mobiltelefonexposition keine Auswirkung auf die äusseren Haarzellen der Innenohr-Schnecke hat.

Bemerkungen: Entscheidende Informationen zur Mobiltelefonexposition fehlen: Dauer der Exposition,

Sendeleistung, SAR, Kopfseite, Verblindung von Probanden und Versuchsleitern etc. Auch die statistische Auswertung ist unklar, und die Darstellung der Resultate unzureichend. Bei zwölf Probanden ist die statistische Power zum Nachweis kleiner Unterschiede gering.

Finanzierung: keine Angaben

Janssen T, Boege P, von Mikusch-Buchberg J, Raczek J.

Investigation of potential effects of cellular phones on human auditory function by means of distortion product otoacoustic emissions.

J Acoust Soc Am 2005; 117 (3 Pt 1): 1241-1247

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Messung der otoakustischen Verzerrungsprodukte (distortion product otoacoustic emissions, DPOAEs) zur Untersuchung der Auswirkungen von Mobiltelefonexposition auf die Funktion der äusseren Haarzellen der Innenohr-Schnecke (=Verstärkung von Tönen).

Kollektiv: 28 Probanden, davon 14 Frauen, im Alter zwischen 16 und 30 Jahre.

Exposition: GSM-ähnliches Signal, 900 MHz. Um Interferenzen zu vermeiden, wurden die otoakustischen Verzerrungsprodukte zwischen den Pulsen des GSM-Signals gemessen. Der Abstand zwischen den Pulsen wurde von 4.034 ms (GSM-Standard) auf 24.204 ms verlängert. Pulsdauer: 0.5763 ms, maximale Sendeleistung: 20 W, durchschnittliche Leistung: 0.465 W, spezifische Absorption: 2.42 mWs/kg, spezifische Absorptionsrate: 0.1 W/kg. Die Antenne des Mobiltelefon-Simulators befand sich 5 cm vom Ohr des Probanden entfernt.

Methode: Die DPOAEs wurden bei drei Tonfrequenzen gemessen: 4125 Hz, 3937.5 Hz und 3750 Hz. Jeder Ton wurde in Lautstärken von 60, 50, 40 und 30 dB appliziert. Für jeden Probanden wurden acht Messungen vorgenommen, immer abwechselnd bei realer oder bei Scheinexposition von jeweils drei Minuten Dauer (einfache Verblindung). Die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. Insgesamt absolvierte jeder Proband zwölf Tests: drei Frequenzen bei jeweils vier Lautstärken. Jeder Test dauerte ungefähr 24 Minuten. Als Vergleichsparameter diente der gewichtete Mittelwert der DPOAE-Level bei Schein- und bei realer Exposition. Der statistische Vergleich erfolgte mittels zweiseitigem t-Test.

Resultat: Der statistische Vergleich der DPOAE-Werte der 28 Probanden in allen 12 Tests ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen Scheinexposition und realer Exposition. Die geschlechtsspezifische Analyse zeigte bei Frauen einen signifikanten Unterschied in einem Test (3750 Hz, 60 dB), ohne Korrektur für multiples

Testen. Wenn in der Auswertung unerwünschte Nebeneffekte berücksichtigt wurden (polynome Anpassung), zeigten sich bei vier Probanden in mindestens einem Test expositionsabhängige Unterschiede in Form einer Zunahme der DPOAEs von über 0.25 dB. Für diese Personen kann ein Expositionseffekt nicht ausgeschlossen werden, wegen der geringen Anzahl erfolgte keine statistische Analyse.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass kleine Effekte der Hochfrequenzstrahlung auf die Funktion der äusseren Haarzellen des Innenohrs nicht ausgeschlossen werden können. Die Befunde sollten in technisch verbesserten Experimenten an Menschen und Tieren mit unverändertem Mobiltelefonsignal und bei höheren Intensitäten überprüft werden.

Bemerkungen: Wesentliche methodische Anforderungen an experimentelle Studien sind erfüllt (Exposition, Berücksichtigung möglicher Fehlerquellen etc.). Erstaunlich ist, dass die Sendeleistung des Mobiltelefonsimulators höher war als bei Standard-Mobiltelefonen (0.465 vs. 0.25 W), die SAR dagegen mit 0.1 W/kg niedriger. Die Ergebnisse sollten an einer grösseren Anzahl Probanden wiederholt werden, um eine statistische Auswertung zu ermöglichen. Die Frage nach der physiologischen Relevanz solcher Veränderungen ist schwierig, von den Autoren wird sie als gering beurteilt.

Finanzierung: T-Systems, Germany (Teil der Deutschen Telekom)

Kerekhanjanarong V, Supiyaphun P, Naratricoorn J, Laungpitackchumpon P.
The effect of mobile phone to audiologic system.
J Med Assoc Thai 2005; 88 (Suppl 4): S231-4

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Seh- und Hörstörungen
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Gehörfunktionen bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: 112 Personen wurden zwischen August 2001 und April 2003 an der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Bangkok untersucht. 14 Personen wurden ausgeschlossen, weil sie angaben, das Mobiltelefon gleich häufig ans rechte wie ans linke Ohr zu halten. Ausgewertet wurden die Daten von 98 Personen, davon 67 Frauen, im Alter von 20 bis 67 Jahren.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Audiologische Untersuchungen: Sprach- und Tonaudiometrie, Tympanometrie, otoakustische Emissionen, otoakustisches Verzerrungsprodukt, evozierte Hirnstammpotenziale. Ausserdem Befragung zur Krankengeschichte und zum Mobiltelefongebrauch. Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen der audiometrischen Messung an beiden Ohren.

Resultat: Von den 98 Personen bevorzugten 57 das rechte Ohr zum Telefonieren, 41 das linke. Die mittlere Benutzungsdauer lag bei 32.54 Monaten (4 Monate bis 12 Jahre), die durchschnittliche Benutzungszeit pro Tag bei 26.31 Minuten (3 bis 180 Min.). Die audiometrische Untersuchung ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen dem zum Telefonieren bevorzugten und dem anderen Ohr ($p > 0.05$). Bei sechs von acht Personen, die ihr Mobiltelefon mindestens 60 Minuten täglich benutzten, zeigten sich am dominanten Ohr höhere Hörschwellenwerte.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen

Mobiltelefonbenutzung und Hörverlust. Sie empfehlen weitere Studien an Personen, die mehr als eine Stunde pro Tag telefonieren.

Bemerkungen: Es handelt sich um Fallreihenuntersuchung mit geringer Aussagekraft. Die Darstellung der Studiendurchführung und der Resultate in der Publikation ist unvollständig und wegen sprachlicher Mängel kaum nachvollziehbar. Die beobachteten Unterschiede in der Gruppe der intensiven Mobiltelefonbenutzer sagen nichts aus, da keine statistische Auswertung gemacht wurde und über bestehende Erkrankungen an den Ohren nichts bekannt ist.

Finanzierung: keine Angaben

Maby E, Jeannes Rle B, Faucon G.

Scalp localization of human auditory cortical activity modified by GSM electromagnetic fields.

Int J Radiat Biol 2006; 82 (7): 465-72

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung, ob die Exposition gegenüber einem GSM-Mobiltelefon einen lokalisierbaren Effekt auf die akustisch evozierten Potenziale hat.

Kollektiv: 1. Gruppe: neun gesunde Probanden (sechs Frauen, drei Männer, Alter: 21 bis 32 J.), 2. Gruppe: zwei Frauen und vier Männer mit rechtsseitiger Temporallappen-Epilepsie, 25 bis 39 J. alt. Alle Studienteilnehmer waren Mobiltelefonbenutzer.

Exposition: Dualband-Mobiltelefon, GSM 900/1800 MHz. Das Telefon wurde in der Nähe des rechten Ohrs am Elektrodenhelm angebracht. Durchschnittliche Sendeleistung: 0.25 W.

Methode: Die akustische Stimulation erfolgte mit Tönen von 500 Hz und 1 kHz, die über das Mobiltelefon im Abstand von einer Sekunde jeweils 250 Mal in zufälliger Reihenfolge appliziert wurden (Dauer: 24 ms, 65 dB). Alle Teilnehmer absolvierten zweimal zwei Testphasen: zuerst ohne Exposition, dann bei maximaler Sendeleistung des Telefons. Der zweite Durchlauf diente als Kontrolle ohne Hochfrequenzexposition. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest.

Resultat: An bestimmten Elektroden zeigten sich unter Mobiltelefonexposition Veränderungen des spektralen Korrelationskoeffizienten, der N100-Latenzzeiten und -Amplituden sowie der P200-Amplitude. Die Veränderungen betrafen beide Teilnehmergruppen, waren aber unterschiedlich ausgeprägt und lokalisiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren ihre Ergebnisse als Hinweise auf lokalisierte Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Aktivität der Hörrinde des Gehirns (akustischer Cortex). Eine direkte Verbindung zur Beeinträchtigung von Gehirnfunktionen wurde nicht nachgewiesen.

Bemerkungen: Es wurden sehr viele einzelne Tests durchgeführt, so das mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen ist. Eine Korrektur für multiple Testung erfolgte offenbar nicht. Unklar ist, ob Gewöhnungseffekte für die Unterschiede verantwortlich sein könnten (Reihenfolge der Expositionen war immer gleich).

Maby E, Le Bouquin Jeannes R, Liegeois-Chauvel C, Gourevitch B, Faucon G.

Analysis of auditory evoked potential parameters in the presence of radiofrequency fields using a support vector machines method.

Med Biol Eng Comput 2004; 42 (4): 562-8

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der akustisch evozierten Potenziale (AEP) mit und ohne Mobiltelefonexposition bei gesunden Probanden und bei Personen mit Epilepsie.

Kollektiv: 1. Gruppe: neun gesunde Probanden, 2. Gruppe: acht Personen mit Temporallappen-Epilepsie.

Exposition: GSM-Mobiltelefon, das mit Hilfe eines Plastikhelms am Kopf angebracht wurde. Bei den gesunden Probanden befand sich das Telefon am rechten Ohr, bei den Epilepsiepatienten an der erkrankten Seite. SAR gemittelt über 10 g Gewebe: 1.4 W/kg.

Methode: Ein Testdurchgang bestand aus vier Expositionsphasen: 1. ohne Mobiltelefonemission, 2. bei minimaler Sendeleistung des Mobiltelefons, 3. bei maximaler Sendeleistung, 4. wieder bei minimaler Sendeleistung. Die Teilnehmer absolvierten zwei Durchgänge: einmal mit Mobiltelefon, einmal bei Scheinexposition. Die Probanden kannten den Expositionsstatus nicht. Die akustische Reizung erfolgte mit Tönen von 500 Hz und 1 kHz, die über das Mobiltelefon im Abstand von einer Sekunde appliziert wurden (Dauer: 24 ms, 65 dB). Das EEG wurde über 32 Elektroden abgeleitet, ausgewertet wurden 14. Anhand der Sequenz der akustisch evozierten Potenziale zwischen N 100 und P 200 wurden zehn verschiedene Parameter untersucht. Diese Sequenz beginnt ungefähr 80 bis 100 ms nach dem Reiz und repräsentiert Aktivitäten in der Hirnrinde. Nach der Mobiltelefonexposition wurden die am meisten veränderten Parameter ausgewählt und statistisch mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest verglichen.

Resultat: Für beide Teilnehmergruppen zeigte sich eine Abnahme der N100-Amplitude und eine Verminderung der spektralen Korrelationskoeffizienten unter Mobiltelefonexposition. Die N100-Latenzzeit war bei gesunden Probanden verkürzt, bei Epilepsiepatienten verlängert. Die P200-Amplitude war bei den Gesunden grösser.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren zeigt sich anhand der ausgewählten Parameter der evozierten Potenziale eine Beeinflussung der Aktivität der Hörrinde durch GSM-Hochfrequenz-Exposition. Eine Verbindung zwischen diesen biologischen Effekten und einer Schädigung der Gehirnfunktionen ist nicht nachgewiesen.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen Angaben zu Frequenz und Sendeleistung des Telefons. Es werden keine p-Werte angegeben, so dass die statistische Signifikanz der Unterschiede nicht beurteilt werden kann. Eine Korrektur für multiple Testung wurde offenbar nicht durchgeführt. Von insgesamt zehn Untersuchungsparametern zeigten sich bei fünf Parametern Unterschiede in verschiedene Richtungen. Unklar ist, ob Gewöhnungseffekte für die Unterschiede verantwortlich sein könnten (Reihenfolge der Expositionen war immer gleich).

Finanzierung: French Ministries of Industry and Research (COMOBIO project)

Wilen J, Wiklund U, Hornsten R, Sandstrom M.

Changes in heart rate variability among RF plastic sealer operators.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (1): 76-79

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Arbeitsmedizinische Studie zur Untersuchung der Herzfrequenzvariabilität bei Plastikscheissern mit beruflicher Hochfrequenzexposition, bei denen in einer vorgängigen Publikation ein langsamerer Puls und mehr bradykarde Episoden beschrieben worden waren.

Kollektiv: 35 Plastikscheisser, 37 Kontrollpersonen, alle ohne Herzkrankheiten oder Diabetes.

Exposition: Frequenz: 27 MHz. Die Durchschnittswerte der räumlich gemittelten Feldstärke waren (6 Min.): elektrisches Feld: 88 SD 102 V/m, Magnetfeld: 0.19 A/m. Maximale Feldstärken: 2 kV/m bzw. 1.5 A/m.

Methode: Es wurden ausführliche Messungen der elektrischen und magnetischen Felder am Arbeitsplatz vorgenommen. Während 24 Std. wurde das EKG abgeleitet. Vorgängig war getestet worden, dass die Hochfrequenzexposition am Arbeitsplatz die EKG-Registrierung nicht beeinflusst. Aus dem EKG wurde die Herzfrequenzvariabilität (zeitlicher und Frequenzbereich) untersucht, speziell die gesamte Power, die VLF (0.003-0.05 Hz), LF (0.05-0.15 Hz) und HF-Komponenten (0.15-0.4 Hz) über jede der 24 Std. bestimmt. Statistisch ausgewertet wurden die Daten von 15 Uhr bis 6 Uhr morgens, weil diese für alle Teilnehmer vollständig waren. Varianzanalyse der Unterschiede zwischen der Gruppe der Exponierten und Kontrollen mit den Faktoren Gruppe, Alter und Zeit, anschliessend wurden auch die Interaktion Gruppe/Zeit untersucht.

Resultat: Die Herzfrequenzvariabilität nahm bei Exponierten und Kontrollen im Lauf der Nacht zu, bei den Exponierten stärker als bei den Kontrollen. Ein signifikanter Unterschied für den Durchschnitt von 15 Uhr bis 6 Uhr ergab sich für die gesamte Power und für die Spektralkomponenten VLF und LF. Dies wird, zusammen mit dem langsameren Puls der Exponierten, von den Autoren als verstärkte parasympathische Aktivierung des

autonomen Nervensystems interpretiert. Die erhöhte Herzfrequenzvariabilität war nicht dosisabhängig von der Intensität der Belastung innerhalb der exponierten Gruppe. Am Tag unterschied sich die Herzfrequenzvariabilität der beiden Gruppen kaum.

Schlussfolgerung: Die Autoren stellen die Hypothese auf, dass die im Bereich des ICNIRP-Grenzwertes liegende Hochfrequenzbestrahlung zu einem Ansprechen der Thermoregulation führe, und eine langfristig erhöhte Thermoregulation zu vermehrter parasympathischer Aktivität. Da keine Dosis-Wirkungsbeziehung gefunden wurde, schliessen sie einen direkten Effekt der Hochfrequenzexposition auf die HRV eher aus.

Bemerkungen: Es handelt sich um einen Kurzbericht in Ergänzung zu der Arbeit von Wilen et al.: Electromagnetic field exposure and health among RF plastic sealer operators. Bioelectromagnetics 2004: 25 (1), 5-15. Die Exposition der Schweisser ist etwas höher als die von der ICNIRP empfohlenen Grenzwerte für Arbeitsplätze, und liegt weit über den für die Bevölkerung geltenden Immissionsgrenzwerten in diesem Frequenzbereich. Sie wird aber niedriger angegeben als in der ersten Publikation, obwohl keine neuen Messungen oder Abschätzungen der Exposition erwähnt werden.

Die Ergebnisse sind konsistent zu den früheren Auswertungen, welche einen niedrigeren Puls und vermehrte bradykarde Episoden in der Nacht ergeben haben. Die Bedeutung der niederfrequenten Komponenten der HRV wird allerdings unterschiedlich diskutiert. Diese Ergebnisse können nicht mit Resultaten von akuten experimentellen Expositionen mit Mobiltelefonfrequenzen niedriger Intensität verglichen werden, sondern müssten an anderen grösseren Kollektiven von langfristig, ev. beruflich exponierten Kollektiven überprüft werden.

Finanzierung: Swedish Council for Work Life Research (RALF)

Parazzini M, Ravazzani P, Tognola G, Thuroczy G, Molnar FB, Sacchetti A, Ardesi G, Mainardi LT.
Electromagnetic fields produced by GSM cellular phones and heart rate variability.
Bioelectromagnetics 2007; 28 (2): 122-129

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Herzkreislaussystem Physiologische oder biochemische Parameter
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment zur Auswirkung der Mobiltelefonexposition auf die Herzfrequenzvariabilität.

Kollektiv: 12 gesunde Frauen und 14 Männer von 21 bis 28 Jahren ohne Herz- oder Nervenkrankheiten oder Übergewicht.

Exposition: Befeldung mit einem GSM-Telefon (900 MHz) während 26 Min., dauernd auf Maximalleistung von 2 Watt hochreguliert. Auf der Rückseite des für die Nullbelastung verwendeten Telefons war ein 50 Ohm Widerstand installiert, der die Hochfrequenzstrahlung abfing, während auf der Rückseite des für die Hochfrequenzexposition verwendeten Telefons ein gleich aussehendes Scheingerät ohne Funktion montiert wurde. Mit einem Modell wurde in einer Tiefe von 10.5 bis 13.5cm (Hypothalamus und Hirnstamm) ein maximaler SAR von weniger als 0.02 W/kg berechnet.

Methode: Jede Versuchsperson wurde an zwei verschiedenen Tagen morgens einmal der Hochfrequenz und einmal der Kontrollsituation exponiert. Während der Exposition nahm sie erst 13 Min. eine Ruhelage ein, gefolgt von 13 Min. ruhigem Stehen. In dieser Zeit wurde ein EKG abgeleitet. Nach der Exposition wurde nach dem Befinden gefragt und ob eine Exposition wahrgenommen worden sei. Aus dem EKG wurde die zeitlichen Aspekte (SDNN, RMSSD, PNN50), die geometrischen Indikatoren (Triangularindex, TINN) und Frequenzbereichsspektren (HF, LF) der Herzfrequenzvariabilität analysiert. Die statistische Untersuchung der Unterschiede zwischen den Expositionssituationen und Bedingungen (Ruhelage vs. Stehen) erfolgte mit gemischten Modellen, welche auch Interaktionen der Exposition mit Alter und Geschlecht einbezogen.

Resultat: Während der Ruhephase gab es keinerlei expositionsabhängige Unterschiede in den Indikatoren der Herzfrequenzvariabilität. Nach dem Aufstehen nahm die Power der hochfrequenten Anteile (HF)

erwartungsgemäss ab, und diejenige der niederfrequenten Anteile (LF) zu. Die Zunahme der LF war etwas stärker unter Befeldung als unter Scheinexposition. Auch bei den zeitlichen Analysen gab es geringe signifikante Unterschiede durch die Befeldung: die SDNN nahm unter Befeldung nach dem Aufstehen stärker ab, der Triangularindex und die TINN waren nach dem Aufstehen unter Befeldung signifikant tiefer als bei Scheinexposition. Die meisten Grössen blieben jedoch unverändert.

Schlussfolgerung: Die Autoren betonen, dass die meisten Grössen durch die Exposition nicht signifikant verändert worden seien und dass die geringen beobachteten Unterschiede keine schädliche Wirkung bedeuteten, bzw. keinen Nachweis für die Wirkung von EMF auf die Herzfrequenzvariabilität darstellen.

Bemerkungen: Die Dauer der Exposition bzw. die EKG-Registrierung über 2 x 13 Min. war für eine Auswertung der geometrischen Indikatoren wohl etwas kurz.

Finanzierung: Technische Mithilfe durch Nokia, Finanzierung nicht erwähnt.

Inskip PD, Devesa SS, Fraumeni JF Jr.

Trends in the incidence of ocular melanoma in the United States, 1974-1998.

Cancer Causes Control 2003; 14 (3): 251-257

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Inzidenztrends von Augenmelanomen in 11 Regionen der USA im Zeitraum von 1974 bis 1998.

Kollektiv: 3202 Patienten mit malignen Melanomen des Auges oder der Orbita (ICD-O-2 Code 8720-8774, Lokalisationen 690-699) aus den SEER-Krebsregistern, gruppiert nach Tumoren bei Weissen und übrigen. Als Vergleich wurde die Inzidenz von Hautmelanomen von Gesicht und Ohren, Kopfhaut und Hals, sowie Rumpf und Extremitäten ausgewertet.

Methode: Es wurden alters spezifische und alterskorrigierte Inzidenzraten berechnet (pro 100'000 Personenjahre), standardisiert mit der ganzen Bevölkerung der USA gemäss Volkszählung 1970. Mit loglinearen Modellen wurde die jährliche Änderung der Inzidenz in Prozent berechnet, gewichtet für die Zahl der Fälle in jedem Jahr.

Resultat: 3110 von 3202 Augenmelanome waren bei weissen Personen aufgetreten. 2012 betrafen die Aderhaut, 527 den Ziliarkörper, 167 die Bindehaut und 496 andere oder nicht angegebene Lokalisationen. Mikroskopisch bestätigt wurden 99% derjenigen an der Bindehaut, 80-86% der übrigen Lokalisationen. Die mikroskopische Bestätigung der Melanome an der Aderhaut und am Ziliarkörper nahm mit der Zeit etwas ab. Die Inzidenzrate nahm bei Frauen und Männern im Lauf der Jahre ab, mit einer jährlichen Veränderung von -0.7% (95%CI -2.3; +0.9%) bei Männern und -1.2% (-2.5; 0.0%) bei Frauen. Diese Trends waren für die drei Lokalisationen verschieden: Die Aderhautmelanome blieben etwa gleich häufig, die Ziliarkörpermelanome nahmen ab und die Bindehautmelanome nahmen bei Männern seit den Achtziger Jahren zu. Dagegen nahm die Inzidenz aller Hautmelanome, inklusive Gesicht, markant zu.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die massive Zunahme der Mobiltelefone in den Neunziger Jahren nicht von einer Zunahme der Inzidenz der Augenmelanome begleitet war. Der unterschiedliche Verlauf der Melanome der einzelnen Lokalisationen im Auge muss weiter untersucht werden.

Bemerkungen: Deskriptive Studie. Das Ausmass der Mobilfunkexposition in der Bevölkerung wird nicht untersucht, sondern nur vom Zeitpunkt der Einführung von Mobiltelefonen abgeleitet. Andere Risikofaktoren, die evtl. die Tumorinzidenz beeinflussen könnten, werden nicht erfasst. Augentumore wachsen langsam und die jährliche Inzidenz schwankt wegen der Seltenheit relativ stark, so dass kleine Risiken nicht ausgeschlossen werden können.

Eine öffentliche Entgegnung von Stang A und Jöckel KH ist in Cancer Causes Control 2004; 15: 95-96 erschienen: Sie vermuten, dass nur die im SEER-Register histologisch bestätigten Augenmelanome abgenommen hätten, weil in den neunziger Jahren weniger enukleiert und deshalb weniger histologisch betätigt worden sei. Dies könnte eine Zunahme in den Neunziger Jahren verdecken. Replik von Inskip et al. in Cancer Causes Control 2004; 15: 101-102: Die Häufigkeit von mikroskopischen Diagnosen habe dank Feinnadelbiopsien von 1985 bis 2000 kaum abgenommen. Die Ergänzung der Datenreihen bis 2000 zeigte keine Anzeichen für eine Zunahme der Augenmelanome.

Finanzierung: keine Angaben

Garcia Callejo FJ, Garcia Callejo F, Pena Santamaria J, Alonso Castaneira I, Sebastian Gil E, Marco Algarra J. Nivel auditivo y uso intensivo de telefonos moviles. [Hearing level and intensive use of mobile phones]. Acta Otorrinolaringol Esp 2005; 56 (5): 187-91

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Evaluation des Zusammenhangs zwischen Hörverlust und Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Von ursprünglich 982 auswählbaren Mobiltelefonbenutzern erfüllten 323 die Einschlusskriterien. Nicht aufgenommen wurden Personen mit Erkrankungen des Gehörs, gehörschädigender Medikation oder Lärmexposition in Beruf oder Freizeit. Von den 323 Teilnehmern waren 119 Frauen, Durchschnittsalter: 29.5 +/- 5.2 Jahre. Die Kontrollgruppe bestand aus 122 Männern und 50 Frauen, die kein Mobiltelefon benutzten. Alter: 32.1 +/- 7.8 Jahre. Durchführungszeitraum der Studie: 1998 bis 2004; Universitätsklinik Valencia, Spanien.

Exposition: Regelmässige, intensive Mobiltelefonbenutzung seit weniger als einem Jahr.

Methode: Zur Beurteilung des Hörvermögens wurden die durchschnittlichen Hörschwellen bei 500, 1000, 2000 und 3000 Hz für Mobiltelefonbenutzer und Nichtbenutzer zu Beginn der Studie und nach drei Jahren ermittelt. Die Bestimmung erfolgte für das rechte und das linke Ohr getrennt. Weiterhin wurde eine mittlere Hörschwelle für alle vier Tonfrequenzen gemeinsam berechnet und der Hörverlust in Prozent angegeben. Der statistische Vergleich der Mittelwerte erfolgte mittels t-Test. Die Korrelation zwischen Benutzungszeit und Hörschwelle wurde in einer linearen Regressionsgleichung untersucht.

Resultat: Die exponierten Teilnehmer benutzten durchschnittlich 24.3 (+/- 8.2) Mal täglich ein Mobiltelefon mit einer mittleren Dauer von 3.9 (+/- 1.9) Minuten pro Gespräch. Daraus ergab sich in drei Beobachtungsjahren eine Gesamtkontaktzeit von 50.4 (+/- 27.8) Tagen. Die audiometrische Untersuchung zeigte zu Beginn der Studie keinen Unterschied zwischen Mobiltelefonbenutzern und Nichtbenutzern. Nach drei Jahren bestand bei den Mobiltelefonbenutzern an beiden Ohren eine Erhöhung der Hörschwellen für die einzelnen Tonfrequenzen um 1

bis 6 dB (HL). Die durchschnittliche Hörschwelle für alle vier Töne zusammen war in der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer nach drei Jahren signifikant höher als zu Beginn ($p < 0.001$, beide Ohren). Bei den Kontrollpersonen war dieser Anstieg nicht zu beobachten. Ein Anstieg um 1 bis 6 dB entspricht gemäss den aktuellen Richtlinien einem Hörverlust von 0%. Es bestand kein Zusammenhang mit dem zum Telefonieren bevorzugten Ohr. Die Regressionsanalyse ergab tendenziell ansteigende Hörschwellen bei häufigerer Benutzung des Mobiltelefons, aber keine signifikante Korrelation.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Resultaten, dass ein schädlicher Einfluss der Mobiltelefonbenutzung auf das Gehör nicht auszuschliessen sei. Die Ursache für die beobachtete Zunahme der Hörschwelle kann mit den vorliegenden Daten nicht endgültig beurteilt werden.

Bemerkungen: Informationen zur Rekrutierung der Teilnehmer fehlen, vermutlich handelte es sich um Patienten der Hals-Nasen-Ohrenklinik (Diagnosen?). Auch zu den Kontrollpersonen gibt es kaum Angaben (Vergleichbarkeit? Beginn der Mobiltelefonbenutzung während der Beobachtungszeit?). Beim Vergleich der einzelnen Hörschwellen erfolgte keine Signifikanzprüfung; gemäss Abb. 1 und 2 bestanden die Unterschiede hauptsächlich bei 1000 und 2000 Hz. Die mittleren Hörschwellen für alle vier Töne zusammen werden nur für Mobiltelefonbenutzer verglichen. Fast 70% der Mobiltelefonbenutzer bevorzugten das rechte Ohr, der Hörschwellenanstieg betraf aber beide Ohren. Die durchschnittliche Mobiltelefonbenutzung lag mit 1.5 Stunden täglich ziemlich hoch. Über die Verblindung der Untersucher gegenüber dem Expositionsstatus der Teilnehmer ist nichts bekannt.

Finanzierung: keine Angaben

Parazzini M, Bell S, Thuroczy G, Molnar F, Tognola G, Lutman ME, Ravazzani P.

Influence on the mechanisms of generation of distortion product otoacoustic emissions of mobile phone exposure.

Hearing Research 2005; 208 (1-2): 68-78

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das otoakustische Verzerrungsprodukt und seine Entstehungsmechanismen (Reflexions- oder Verzerrungsmechanismus).

Kollektiv: 12 Probanden, 18 bis 30 Jahre.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6310) in Gesprächsposition, bei maximaler Leistung während 10 Minuten. Für die Exposition wurde das Ohr mit dem besseren Hörvermögen gewählt. Eine Hälfte der Probanden erhielt ein Telefon mit 900 MHz und maximaler Sendeleistung von 2 W, die andere mit 1800 MHz und 1 W.

Methode: Das otoakustische Verzerrungsprodukt wurde unter drei verschiedenen Reizbedingungen getestet. Dabei wurden akustische Reize verschiedener Frequenzen verwendet und das Frequenzverhältnis variiert (erste Bedingung: $F1=1216-2432$ Hz, Frequenzstufe: 32 Hz, $F2/F1=1.22$). Die otoakustischen Verzerrungsprodukte wurden vor und direkt nach der Mobiltelefonexposition am exponierten Ohr aufgezeichnet. Unter Doppelblindbedingungen absolvierten alle Probanden an zwei verschiedenen Tagen je einen Durchgang mit realer Exposition und einen bei Scheinexposition (ausgeglichene Reihenfolge). Zusätzlich hörten die Probanden während der ganzen Testung über Ohrhörer einen Text. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen. Wenn sich ein signifikanter Expositionseinfluss zeigte, wurden paarweise multiple Vergleiche mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt.

Resultat: Die Veränderung der Amplitude des otoakustischen Verzerrungsprodukts nach Exposition lag in allen Probandengruppen unter 3 dB, die Veränderung des Phasengradienten unter 0.01 Rad/Hz. Die statistische Analyse ergab keinen signifikanten Einfluss der Exposition auf die Messparameter. Auch für die beiden Komponenten, die die unterschiedlichen Entstehungsmechanismen des otoakustischen Verzerrungsprodukts

widergeben, zeigten sich keine signifikanten Veränderungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass keine statistisch signifikanten Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Komponenten der otoakustischen Verzerrungsprodukte zu beobachten waren.

Bemerkungen: Bei der Durchführung der Studie sind wesentliche methodische Anforderungen erfüllt (doppelte Verblindung, ausgeglichene Reihenfolge, Korrektur für multiple Tests). Zur Berechnung der statistischen Power finden sich keine Angaben. Durch die Wahl unterschiedlicher Untersuchungsparameter lässt sich die Studie schlecht mit ähnlichen Arbeiten vergleichen (Ozturan 2002, Janssen 2005). Die physiologische Relevanz eventueller Veränderungen in den beiden Komponenten des otoakustischen Verzerrungsprodukts wird nicht diskutiert. Die Ergebnisse der gepoolten Analyse innerhalb des GUARD-Projekts sind publiziert in Parazzini et al. 2007.

Finanzierung: GUARD-Projekt der Europäischen Union

Mora R, Crippa B, Mora F, Dellepiane M.

A study of the effects of cellular telephone microwave radiation on the auditory system in healthy men.

Ear Nose Throat J 2006; 85 (3): 160-163

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung von Kurzzeiteffekten der Mobiltelefonexposition auf das Hörsystem.

Kollektiv: 20 Männer, 20 bis 40 Jahre alt, Angestellte eines Krankenhauses in Genua, Italien.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Motorola V3690) an der linken Seite, Frequenz: 900 bis 1800 MHz.

Methode: Jeder Proband durchlief drei Expositionsphasen im Abstand von jeweils einer Stunde: 1. Dreissigminütige kontinuierliche Exposition am linken Ohr, keine akustischen Reize. 2. Dreissigminütige intermittierende Exposition am linken Ohr, gleichzeitig 12 Telefongespräche von je 2.5 Minuten Dauer. 3. Fünfzehnminütige Exposition mit dem Mobiltelefon am Processus mastoideus hinter dem linken Ohr. Nach Phase 1 und 2 wurden die transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen und die akustisch evozierten Hirnstammpotenziale aufgezeichnet. Während der dritten Phase wurden nur die transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen zu den Zeitpunkten 0, 10 und 15 Minuten gemessen.

Resultat: Es wurden keine signifikanten Veränderungen der transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen und der akustisch evozierten Hirnstammpotenziale beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die Mobiltelefonexposition die Funktionen des Gehörs kurzfristig nicht beeinflusst.

Bemerkungen: Entscheidende Informationen zur Exposition (tatsächliche Frequenz? Sendeleistung? SAR?), zu den Ergebnissen und zur Datenauswertung fehlen. Messergebnisse werden nicht angegeben, und es finden sich keine Angaben zu statistischen Tests. Die Resultate sind daher nicht aussagekräftig.

Finanzierung: keine Angaben

Oktay MF, Dasdag S.
Effects of intensive and moderate cellular phone use on hearing function.
Electromagn Biol Med 2006; 25 (1): 13-21

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition:		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer:	Land:
	Nicht bestimmt	Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fallreihe zur Untersuchung des Gehörs mittels Audiometrie und Ableitung der auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale bei Personen mit unterschiedlicher Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Drei Gruppen mit je 20 Männern: 1) intensive Benutzer: seit vier Jahren ca. 2 Stunden pro Tag, Durchschnittsalter: 34.7 +/- 7.1 Jahre; 2) mässige Benutzer: 10 bis 20 Minuten täglich seit vier Jahren, Durchschnittsalter: 32.1 +/- 6.6 Jahre; 3) Nichtbenutzer, Durchschnittsalter: 37.6 +/- 7.1 Jahre. Ausgeschlossen wurden Personen mit Erkrankungen der Ohren, beruflicher Hochfrequenzexposition, Wohnung in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation und Lärmexposition. Türkei.

Exposition: Berufliche oder sonstige Benutzung eines Mobiltelefons. Die SAR-Werte der verwendeten Telefone lagen gemäss Herstellerangaben zwischen 0.60 und 0.82 W/kg.

Methode: In der Audiometrie wurden bei allen Probanden die Hörschwellen bei 250, 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz untersucht, zusätzlich wurden die auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale bei 90 dB Schalldruckpegel aufgezeichnet. Der Vergleich der Hörschwellen erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test, die Hirnstammpotenziale wurden mittels Varianzanalyse ausgewertet. Die Angaben der Probanden zu subjektiven Beschwerden im Zusammenhang mit der Telefonbenutzung wurden mit Chi-Quadrat- oder Fisher's-exakt-Test analysiert.

Resultat: Die Auswertung der auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Inter-Peak-Latenzen I-III, III-V und I-V zwischen den drei Gruppen ($p>0.05$). In der Audiometrie zeigte sich in der Gruppe mit intensiver Mobiltelefonbenutzung im Vergleich zu moderaten

Benutzern und Nichtbenutzern ein signifikanter Hörverlust auf dem rechten Ohr bei 4000 Hz und auf dem linken Ohr bei 500 und 4000 Hz (jeweils $p < 0.05$). In der Befragung gaben Personen mit intensiver Mobiltelefonbenutzung signifikant häufiger ein Wärmegefühl oder Brennen am Ohr während oder nach dem Telefonat als die anderen Probanden.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hörverlust und raten zu zurückhaltendem Umgang mit Mobiltelefonen.

Bemerkungen: Die Vergleichbarkeit der drei Probandengruppen ist fraglich, weil man nichts über die Art der Rekrutierung, soziodemographische Variablen usw. erfährt. Denkbar sind Unterschiede durch beruflichen Belastungsfaktoren. Auch die Art der Mobiltelefone (Frequenz, analog/digital/schnurlos) ist nicht bekannt. Es wurden zahlreiche statistische Tests durchgeführt, so dass mit einigen zufällig signifikanten Ergebnissen zu rechnen ist. Da 13 der 20 intensiven Mobiltelefonbenutzer beide Ohren gleichermassen verwendeten, konnte nicht untersucht werden, ob der Hörverlust mit der bevorzugten Seite korrelierte. Insgesamt lässt sich aus diesen Daten kein schädigender Einfluss der Hochfrequenzexposition auf das Gehör ableiten.

Finanzierung: keine Angaben

Oktay MF, Dasdag S, Akdere M, Cureoglu S, Cebe M, Yazicioglu M, Topcu I, Meric F.
Occupational safety: effects of workplace radiofrequencies on hearing function.
Arch Med Res 2004; 35 (6): 517-21

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf das Gehör bei Personen, die in der Umgebung von Radio- und Fernsehsendern wohnen und arbeiten.

Kollektiv: 28 Männer, die an einem Rundfunksender arbeiteten und in Personalwohnungen in der Nähe des Senders lebten, und 28 Kontrollmänner mit entsprechendem Alter. Ausgeschlossen wurden Personen mit Erkrankungen der Ohren und neurologischen Krankheiten. Türkei.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch einen Mittelwellensender, Frequenz: 1062 kHz. Die exponierten Personen waren seit mindestens 10 Jahren in der Rundfunkstation angestellt und wohnten in der Nähe des Senders.

Methode: Leistungsflussdichten und elektrische Feldstärken der Hochfrequenzexposition wurden in den Wohnungen und in der Umgebung gemessen. In der Audiometrie wurden die Hörschwellen für Knochenleitung bei Tonfrequenzen von 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz ermittelt. Zusätzlich wurden die auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale bei akustischen Reizen von 90 dB Schalldruckpegel aufgezeichnet. Der statistische Vergleich der Hörschwellen und der Hirnstammpotenziale erfolgte mittels t-Tests.

Resultat: Die Entfernung zwischen dem Sender und dem Arbeitsplatz der exponierten Gruppe betrug ca. 250 m, zu den Personalwohnungen 300 bis 350 m. In den Wohnungen lag die elektrische Feldstärke je nach Entfernung vom Sender durchschnittlich zwischen 0.48 und 2.86 V/m, die Leistungsflussdichte zwischen 0.0001 und 0.0023 mW/cm². In der Umgebung der exponierten Häuser wurden Mittelwerte von 18.64 V/m resp. 0.0971 mW/cm² gemessen. Die Hochfrequenzexposition der Kontrollgruppe in ihrer Arbeits- und Wohnumgebung variierte

zwischen 0.74 und 2.00 V/m resp. bis maximal 0.0011 mW/cm². Der Geräuschpegel in den Rundfunkstationen lag im Durchschnitt bei 70 dB. Die Auswertung der auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Inter-Peak-Latenzen I-III, III-V und I-V zwischen den Gruppen ($p > 0.05$). In der Audiometrie ergaben sich für die exponierte Gruppe auf beiden Ohren statistisch signifikant höhere Hörschwellen bei 4000 Hz und 8000 Hz ($p < 0.01$).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf einen negativen Effekt der Hochfrequenzexposition auf die Hörschwellen bei Tönen von 4000 und 8000 Hz.

Bemerkungen: Das Alter der Studienteilnehmer ist nicht bekannt, und es fehlen soziodemographische Angaben, um die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen zu beurteilen. Der durchschnittliche Lärmpegel von 70 dB in den Rundfunkstationen wird nicht kommentiert, über Lärmbelastungen der Kontrollpersonen wird nichts ausgesagt. Der stärkste Hörverlust trat bei 8000 Hz auf und lag in der exponierten Gruppe bei durchschnittlich 29 dB, in der Kontrollgruppe bei 20 dB. Beide Werte sind als geringgradige Schwerhörigkeit einzustufen. Die Messwerte zur Hochfrequenzexposition am Wohnort sind für beide Gruppen sehr niedrig, der ICNIRP-Grenzwert für beruflich Exponierte für Frequenzen um 1 MHz liegt bei 610 V/m, für die Allgemeinbevölkerung bei 87 V/m. Das Ausmass der Exposition am Arbeitsplatz ist aus den Angaben nicht ersichtlich. Insgesamt lassen sich keine Aussagen über Auswirkungen der Hochfrequenzexposition durch Rundfunksender auf die Hörfähigkeit ableiten.

Finanzierung: keine Angaben

Touitou Y, Bogdan A, Lambrozo J, Selmaoui B.

Is melatonin the hormonal missing link between magnetic field effects and human diseases?.

Cancer Causes Control 2006; 17 (4): 547-52

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Tiere

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zur "Melatonin-Hypothese" als Wirkmechanismus der elektromagnetischen Strahlung.

Kollektiv: Diverse Studien an Tieren und Menschen.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder, Frequenz je nach Studie 50 oder 60 Hz, verschiedene Feldstärken (<1 μ T bis >100 μ T).

Methode: Zusammenstellung wissenschaftlicher Publikationen zum Melatoninstoffwechsel bei Magnetfeldexposition.

Resultat: Die Ergebnisse der Experimente an Ratten und Hamstern sind widersprüchlich. Auch die Resultate der Studien, in denen Menschen kurzfristig Magnetfeldern ausgesetzt wurden (30 Minuten bis 72 Stunden), waren nicht einheitlich. Die meisten experimentellen Studien an Menschen beobachteten keine Auswirkung auf die Melatoninproduktion. In den wenigen epidemiologischen Studien zur Langzeitexposition (3 Wochen bis 2 Jahre) zeigten sich nur einzelne Hinweise auf einen Zusammenhang.

Schlussfolgerung: Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen, die in manchen Studien bei Personen in der Umgebung von elektrischen Leitungen oder Transformatoren beobachtet wurden, wahrscheinlich nicht auf eine Veränderung der Melatoninproduktion zurückzuführen sind. Die Melatoninkonzentration im Blut ist interindividuell sehr verschieden.

Bemerkungen: Das Vorgehen bei der Literaturrecherche wird nicht beschrieben, es werden keine Ein- oder Ausschlusskriterien angegeben (Zeitraum?). In den Tabellen erscheinen nicht alle Studien, die im Text erwähnt

sind. Systematik und Vollständigkeit der Literaturübersicht sind daher nicht beurteilbar.

Finanzierung: keine Angaben

Cook CM, Saucier DM, Thomas AW, Prato FS.

Exposure to ELF magnetic and ELF-modulated radiofrequency fields: The time course of physiological and cognitive effects observed in recent studies (2001-2005).

Bioelectromagnetics 2006; 27 (8): 613-627

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über experimentelle Studien an Menschen zu den Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder auf kognitive Funktionen, EEG, ereignisbezogene Potenziale und Gehirndurchblutung unter Berücksichtigung der Studien mit niederfrequent gepulster Hochfrequenzstrahlung (GSM-Mobiltelefone). Aktualisierung einer früheren Übersichtsarbeit von Cook et al.: Human electrophysiological and cognitive effects of exposure to ELF magnetic and ELF modulated RF and microwave fields: A review of recent studies. Bioelectromagnetics 2002: 23 (2), 144-157. (Id.Nr.: 1619)

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder und niederfrequent gepulste Hochfrequenzstrahlung in verschiedenen Intensitäten.

Methode: Zusammenfassung experimenteller Studien seit 2001 zu Auswirkungen von EMF auf das Gehirn.

Resultat: In den Studien wurden verschiedene Expositionen untersucht (Intensität, Dauer, Applikationsart). Insgesamt besteht Evidenz dafür, dass kurze Expositionen gegenüber gepulsten nieder- und hochfrequenten elektromagnetischen Feldern messbare Veränderungen im EEG hervorrufen können, vor allem in der Alpha-Aktivität (8-13 Hz) und im Bereich des Hinterkopfs. Möglicherweise ist dabei die niederfrequente Komponente ausschlaggebend, die durch die Pulsierung auch beim Mobiltelefonsignal besteht (z.B. 8 Hz bei GSM 900). In Bezug auf kognitive Leistungen, die vor allem in Tests zur Aufmerksamkeit und zum Arbeitsgedächtnis untersucht wurden, sind die Ergebnisse weniger einheitlich. Eine offene Frage ist, ob Auswirkungen eher während oder nach der Exposition zu beobachten sind und welcher Abstand zwischen realer Exposition und Scheinexposition eingehalten werden sollte ("Auswaschphase"). Ein weiterer Aspekt ist die statistische Power,

die eventuell in kleinen Studien nicht ausreicht, um diskrete EMF-Effekte nachzuweisen. Fraglich ist auch, ob die neuropsychologischen Tests empfindlich genug sind, um geringe Veränderungen in der kognitiven Leistung zu erfassen.

Schlussfolgerung: Die beobachteten Auswirkungen auf die Gehirnphysiologie sollten nach Einschätzung der Autoren in weiteren Studien evaluiert werden. Wichtige Forschungsfragen sind unter anderem die Seitenabhängigkeit der EEG-Veränderungen und die in manchen Studien beobachteten geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Bemerkungen: Die Arbeit liefert einen guten Überblick über die Experimente und ihre Ergebnisse. Angaben zum Vorgehen bei der Literaturrecherche fehlen (Einschlusskriterien, Datenbanken, Vollständigkeit etc.).

Finanzierung: Diverse kanadische Forschungsfonds und Stiftungen

Danker-Hopfe H, Dorn H.

Biological effects of electromagnetic fields at mobile phone frequencies on sleep: current state of knowledge from laboratory studies.

Somnologie 2005; 9 (4): 192-198

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über Studien zum Einfluss elektromagnetischer Felder im Mobilfunkfrequenzbereich auf den Schlaf.

Kollektiv: Diverse Kollektive in experimentellen Studien zu Auswirkungen der Mobilfunkexposition auf das EEG im Schlaf.

Exposition: Antennen- oder Mobiltelefonsignale des GSM-Systems mit unterschiedlichen Charakteristika und Intensitäten.

Methode: Literaturübersicht.

Resultat: In den Studien wurden verschiedene Expositionsarten verwendet, die Spannbreite reicht von einer 30- bis 45-minütigen Exposition vor Schlafbeginn über ein intermittierendes Signal während eines achtstündigen Schlafs bis zu einer kontinuierlichen Exposition während der ganzen Nacht. Die meisten Studien wurden in einem Crossover-Design durchgeführt, teilweise unter Doppelblind-Bedingungen. Eine zusammenfassende Interpretation ist schwierig. In einigen Arbeiten wurde ein leichter schlaffördernder Effekt oder eine erhöhte EEG-Aktivität im Frequenzbereich der Schlafspindeln beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die bisherigen Ergebnisse als uneinheitlich. Auswirkungen der Mobilfunkexposition auf das EEG sind nicht unbedingt auch gesundheitlich relevant.

Bemerkungen: Das Vorgehen bei der Literaturrecherche wird nicht beschrieben (Zeitraum? Vollständigkeit?).

Finanzierung: Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin

Wagner P, Grözing M, Mann K, Röschke J.

The influence of all-night exposure to pulsed radiofrequency electromagnetic fields on human sleep..

Somnologie 2005; 9 (4): 176-179

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über drei aufeinander aufbauende Studien der Universität Mainz zum Einfluss gepulster Hochfrequenzstrahlung des Mobilfunks auf den Schlaf. Originalstudien: a) Mann K., Röschke J.: Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. Neuropsychobiology 1996: 33 (1), 41-47. b) Wagner et al.: Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysomnographic study using standardized conditions. Bioelectromagnetics 1998: 19 (3), 199-202. c) Wagner et al.: Human sleep EEG under the influence of pulsed radio frequency electromagnetic fields - Results from polysomnographies using submaximal high power flux densities. Neuropsychobiology 2000: 42 (4), 207-212.

Kollektiv: Drei Studienkollektive mit 14, 24 bzw. 20 männlichen Probanden.

Exposition: a) GSM-Mobiltelefon, 900 MHz, gepulst mit 217 Hz, linear polarisiertes Feld, Flussdichte: 0.5 W/m². b) zirkulär polarisierte Antenne mit Mobiltelefon, 900 MHz, gepulst mit 217 Hz, Flussdichte: 0.2 W/m². c) zirkulär polarisierte Antenne mit Mobiltelefon, 900 MHz, gepulst mit 217 Hz, Flussdichte: 50 W/m². Die Exposition erfolgte jeweils während eines achtstündigen Nachtschlafs, die Antenne befand sich 40 cm vom Kopf entfernt.

Methode: Mittels Polysomnographie wurden Veränderungen der konventionellen Schlafparameter und der Spektralanalysen im EEG untersucht. Alle drei Experimente erfolgten einfach verblindet, verglichen wurde mit einer Aufzeichnung bei Scheinexposition.

Resultat: In der ersten Studie zeigte sich ein schlafinduzierender Effekt und eine Verminderung des REM-Schlafs unter Mobiltelefonexposition. In den beiden anderen Untersuchungen liessen sich diese Ergebnisse nicht bestätigen, obwohl die Leistungsflussdichte in der dritten Studie deutlich höher war.

Schlussfolgerung: Als Erklärungsansätze für die uneinheitlichen Ergebnisse diskutieren die Autoren Unterschiede in der Polarisierung des Signals oder in der Empfindlichkeit der Probanden sowie "Fenstereffekte", bei denen die Exposition nur in einem bestimmten Intensitätsbereich zu biologischen Veränderungen führt. Insgesamt lassen sich gesundheitschädliche Effekte der Mobilfunkstrahlung gemäss den Autoren zur Zeit weder nachweisen noch ausschliessen.

Bemerkungen: In den beiden späteren Studien zeigten sich zwar keine statistisch signifikanten Veränderungen mehr, die Einschlafzeit war aber auch tendenziell verkürzt. Die Leistungsflussdichte von 50 W/m^2 in der dritten Studie lag elfmal höher als der internationale Immissionsgrenzwert (4.5 W/m^2 resp. 41 V/m). Die Frage der statistischen Power wird nicht thematisiert.

Finanzierung: keine Angaben

Hinrichs H, Heinze H-J.

Effects of GSM electromagnetic field on the MEG during an encoding-retrieval task.

NeuroReport 2004; 15 (7): 1191-1194

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment zur Auswirkung der Mobiltelefonexposition auf ereignisbezogene Magnetfelder während der Erinnerungsphase eines Gedächtnistests.

Kollektiv: 12 Probanden, davon 10 Frauen, Alter: 18 bis 30 Jahre.

Exposition: Modifiziertes Mobiltelefon als Signalgenerator mit GSM-ähnlichem Feld: 1870 MHz, gepulst mit 217 Hz, durchschnittliche Sendeleistung: 0.125 W, maximale Sendeleistung: 1 W. Die Antenne befand sich am linken Ohr der Probanden. SAR (10g): 0.61 W/kg, SAR (1g): 1.14 W/kg.

Methode: In einem Crossover-Design absolvierte jeder Proband das Experiment unter Doppelblindbedingungen zweimal an zwei verschiedenen Tagen, einmal bei Scheinexposition und einmal bei realer Exposition. Die Reihenfolge der Expositionen war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Die Exposition dauerte 30 Minuten, in den letzten zehn Minuten der Expositionsphaseprägten sich die Versuchspersonen möglichst viele von 200 Wörtern einer Wortliste ein, die auf einem Computer-Bildschirm präsentiert wurde. Nach einer fünfzehnminütigen Pause folgte die Aufzeichnung der ereignisbezogenen Magnetfelder mittels Magnetenzephalogramm, während die Probanden aus einer weiteren Wortliste diejenigen Wörter identifizierten, die bereits in der ersten Liste enthalten waren. Die ereignisbezogenen Magnetfelder wurden für korrekt identifizierte alte und neue Wörter separat gemittelt. In die statistische Auswertung kamen Wellengruppen über drei "Sensorpositionen" des Gehirns, an denen die Unterschiede am deutlichsten waren. Für jeden Probanden wurden die Amplituden über diesen drei Sensoren gemittelt und in einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen ausgewertet. Wenn erforderlich, wurde eine Greenhouse-Geisser-Korrektur vorgenommen (Sphärizitätsverletzung). Der Vergleich der Ergebnisse des Gedächtnistests erfolgte ebenfalls mittels Varianzanalyse.

Resultat: Es zeigten sich keine expositionsabhängigen Unterschiede in Bezug auf die Reaktionszeit oder die Anzahl richtig identifizierter Wörter. Die Auswertung der ereignisbezogenen Magnetfelder ergab nur für frühe Wellen (nach 350 bis 400 ms) im Bereich der linken Seiten- und Hinterkopfregion und nur bei Wiedererkennung der alten Wörter einen Unterschied in der Nähe der statistischen Signifikanz ($p=0.097$). Für Amplituden an anderen Ableitungsorten, für die Erkennung neuer Wörter und für Wellen mit längeren Latenzzeiten zeigten sich keine expositionsabhängigen Unterschiede.

Schlussfolgerung: Gemäss Autoren weisen die Resultate darauf hin, dass die GSM-Exposition den Einprägungsvorgang in einem verbalen Gedächtnistest beeinflusst. Die Reaktions- oder Gedächtnisleistung war nicht verändert. Schlussfolgerung in Bezug auf gesundheitliche Relevanz sind nicht möglich.

Bemerkungen: Das Experiment erfolgte unter doppelter Verblindung, und die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. Bei der Auswertung wurden mehrere Auswahlsschritte vorgenommen und zahlreiche Tests durchgeführt. Ein einzelnes Ergebnis in der Nähe der statistischen Signifikanzgrenze erscheint daher nicht sehr aussagekräftig. Andererseits besteht in Bezug auf die Reaktionszeiten und Gedächtnisleistungen die Frage nach der statistischen Power, wie auch von den Autoren erwähnt wird.

Finanzierung: E-Plus, Germany

Papageorgiou CC, Nanou ED, Tsiafakis VG, Capsalis CN, Rabavilas AD.
Gender related differences on the EEG during a simulated mobile phone signal.
NeuroReport 2004; 15 (16): 2557-2560

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
	Exposition: Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien	Wirkungsdauer: Unmittelbar	

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das EEG und die ereigniskorrelierten Potenziale (ERP) während eines Gedächtnistests. Untersuchung geschlechtsspezifischer Unterschiede.

Kollektiv: 9 Männer und 10 Frauen. Durchschnittsalter: 23.3 +/- 2.23 J., durchschnittliche Ausbildungszeit: 16.9 +/- 1.82 Jahre.

Exposition: Signalgenerator in Form eines Mobiltelefons mit 900 MHz, mittlere Leistung: 64 mW. Die Antenne befand sich am rechten Ohr der Probanden.

Methode: Die Probanden führten einen auditorischen Wechsler-Test durch, bei dem sie sich Zahlen merken mussten, die sie über einen Kopfhörer hörten. Wenn zusätzlich ein tiefer Ton (500 Hz) angeboten wurde, mussten sie die Zahlen in derselben Reihenfolge wiederholen, wenn ein hoher Ton (3000 Hz) folgte, in der entgegengesetzten Richtung. Die Exposition erfolgte während der Testung und dauerte 45 Minuten. Im Abstand von zwei Wochen wurden die Probanden bei realer und bei Scheinexposition untersucht, die Reihenfolge der Expositionen war zufällig. Die Aufzeichnung des EEG erfolgte 500 ms vor, die der ERPs 1000 ms nach dem Signalton. Die EEG -und ERP-Aufzeichnungen wurden mittels multivariater Varianzanalyse (MANOVA) für wiederholte Messungen verglichen, die Gedächtnisleistung mittels t-Tests.

Resultat: Die Auswertung ergab eine statistisch signifikante Interaktion zwischen den Faktoren "Expositionsbedingung" und "Geschlecht" ($p < 0.05$). Bei Scheinexposition war die EEG-Energie bei den Männern signifikant höher als die der Frauen, bei realer Exposition bestanden keine signifikanten Unterschiede. In der Gruppe der Männer war die Spektralenergie des EEGs bei eingeschaltetem Mobiltelefon niedriger als ohne Exposition. Für die Frauen zeigte sich ein gegenteiliger Effekt (höhere Aktivität unter Exposition). Diese

Veränderungen betrafen alle vier Frequenzbänder des EEGs (alpha, beta, delta, theta). Statistisch signifikante Unterschiede zeigten sich bei den Männern an 8 von 15 Elektroden und an 4 von 15 Elektroden bei den Frauen. Es zeigten sich keine signifikanten Differenzen im Zusammenhang mit der Exposition in Bezug auf die Gedächtnisleistung.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen Einfluss des Mobiltelefonsignals auf die Gehirnaktivität. Dieser Einfluss könnte sich bei Männern und Frauen verschieden manifestieren.

Bemerkungen: Angaben zur Verblindung der Untersucher und Probanden bezüglich des Expositionsstatus fehlen.

Schreier N, Huss A, Rösli M.

The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland.

Sozial- und Präventivmedizin 2006; 51 (4): 201-209

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Telefonische Erhebung an einer repräsentativen Stichprobe von Erwachsenen zur Untersuchung der Prävalenz von Symptomen, welche elektromagnetischen Feldern zugeschrieben werden. Untersuchung der Einschätzung von EMF als gesundheitliches Risiko in der Schweizer Bevölkerung.

Kollektiv: 2048 Personen von mindestens 14 Jahren aus der ganzen Schweiz. Repräsentative Stichprobe von je einer Person pro Haushalt.

Exposition: Diverse Umweltfaktoren, u.a. Belastung mit elektromagnetischer Strahlung.

Methode: Die Teilnehmenden wurden nach Beschwerden gefragt, die sie auf verschiedene Umweltfaktoren wie Wetter, Stress, Luftverschmutzung, Lärm oder Elektrosmog (z.B. von Telefonen, Mobilfunkantennen, Hochspannungsleitungen, Schnurlostelefonen oder anderen Quellen) zurückführen. Ferner wurden sie gefragt, ob sie im Zusammenhang mit 12 Umweltfaktoren gesundheitliche Bedenken hätten. Die Umweltfaktoren wurden in zufälliger Reihenfolge aufgezählt, 5 davon waren EMF-Quellen (Mobilfunkantennen, Hochspannungsleitungen, Handys, Schnurlostelefone, elektrische Geräte). Die Bedenken mussten als keine, ein wenig, ziemlich oder sehr stark quantifiziert werden.

Personen, welche Beschwerden durch Elektrosmog angaben, wurden als "elektromagnetisch hypersensibel" definiert. Studienteilnehmer, die ziemliche oder starke Bedenken bezüglich Elektrosmog angaben, aber keine gesundheitlichen Beschwerden hatten, wurden als "EMF-Betroffene" klassifiziert. Als "Nicht-EMF-Betroffene" galten Personen ohne Beschwerden und ohne Bedenken. Aus den Angaben der Befragten wurden die Prävalenzen in der Schweizer Bevölkerung errechnet, gewichtet für Alter und Geschlecht auf der Basis der Bevölkerungsdaten

von 2003. Der Vergleich der Proportionen zwischen den drei Gruppen Hypersensible, EMF-Betroffene und Nichtbetroffene erfolgte mittels logistischer Regression.

Resultat: Die 2084 interviewten Personen entsprachen 55.1% der angestrebten Haushaltungen. 66.8% (95%CI: 64.6-69.1%) der Interviewten schrieben mindestens ein Symptom einem Umweltfaktor zu. 2.7% (2.0-3.5%) gaben an, dass sie zur Zeit Beschwerden hätten durch elektromagnetische Felder. Weitere 2.2% (1.6-2.9%) gaben an, sie hätten früher einmal Beschwerden gehabt, die auf EMF zurückzuführen waren. Daraus ergeben sich insgesamt 5% (4-6%) Hypersensible. Am häufigsten wurden Schlafstörungen (43%) und Kopfschmerzen (34%) genannt, welche meist auf Hochspannungsleitungen und Mobiltelefone zurückgeführt wurden. Weitere 53% (51-55%) der Teilnehmer befürchteten gesundheitliche Auswirkungen, ohne selbst Beschwerden anzugeben.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen auf die gesellschaftliche Bedeutung hin, wenn gut die Hälfte der Bevölkerung gesundheitliche Auswirkungen der weit verbreiteten Exposition durch elektromagnetische Felder befürchten.

Finanzierung: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Linnet MS, Taggart T, Severson RK, Cerhan JR, Cozen W, Hartge P, Colt J.
Cellular telephones and non-Hodgkin lymphoma.
Int J Cancer 2006; 119 (10): 2382-8

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Non-Hodgkin-Lymphom (=bösartige Erkrankung der weissen Blutkörperchern) zu erkranken.

Kollektiv: Personen, die in einer von vier US-amerikanischen Regionen lebten und bei denen zwischen Juli 1998 und Juni 2000 ein Non-Hodgkin-Lymphom diagnostiziert wurde (Alter: 20 bis 74 Jahre). Zu den Studienregionen gehörten der Bundesstaat Iowa, Detroit, Los Angeles County und Seattle. Die Kontrollpersonen wurden aus den gleichen Regionen zufällig ausgewählt. Die Verteilung von Geschlecht, Alter, ethnischer Zugehörigkeit und geographischer Region in der Kontrollgruppe wurde der Fallgruppe angepasst.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Mittels Fragebogen wurden die Teilnehmer nach der Art der Mobil- oder Schnurlostelefone und festinstallierten Autotelefone befragt, sowie nach der Gesamtzahl der Benutzungen bisher und nach den Gesprächsminuten pro Woche.

Methode: Fall-Kontrollstudie zu Risikofaktoren von Non-Hodgkin-Lymphomen allgemein, nicht alle Teilnehmer erhielten den Fragebogen zur Mobiltelefonbenutzung. Die Mobiltelefonbenutzer wurden in drei Kategorien eingeteilt: <10, 10 bis 100 und >100 Benutzungen (=regelmässige Benutzer). Als Referenzgruppe dienten Personen ohne Mobiltelefon. Der statistische Vergleich der Erkrankungsrisiken erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression. Die endgültigen Regressionsmodelle enthielten eine Korrektur für Alter, ethnische Zugehörigkeit, geographische Region und Ausbildungsniveau.

Resultat: Von 905 an einem Non-Hodgkin-Lymphom erkrankten Personen nahmen 551 an der Studie teil (Antwortrate: 79%). In der Kontrollgruppe lag die Teilnahmerate bei 54%: von 841 auswählbaren Personen

beteiligten sich 462. Das Risiko eines Non-Hodgkin-Lymphoms war bei den Mobiltelefonbenutzern nicht höher als bei den Nichtbenutzern: Für Personen, die über 100 Mal ein Mobiltelefon benutzt hatten, betrug die Odds Ratio 0.9 (95%-CI: 0.6-1.4). Insgesamt zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Erkrankungsrisiko und Benutzungsdauer oder -intensität, aber bei Männern mit über achtjähriger Mobiltelefonbenutzung wurde ein statistisch nicht signifikanter Anstieg des Risikos um 80% beobachtet (Konfidenzintervall nicht angegeben).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten wenig Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Benutzung von Mobiltelefonen und dem Risiko, an einem Non-Hodgkin-Lymphom zu erkranken. Den Risikoanstieg bei Männern mit langjähriger Benutzung interpretieren sie zurückhaltend, weil keine signifikante Dosis-Wirkungsbeziehung bestand und bei Frauen keine ähnliche Beobachtung gemacht wurde.

Bemerkungen: Limitierende Faktoren dieser Studie sind Unterschiede in der Beteiligung von Patienten und Kontrollpersonen, die einen Selektionsfehler wahrscheinlich machen. Der Anteil der Mobiltelefonbenutzer lag in beiden Gruppen zwischen 50 und 60% und war niedriger als erwartet. Dadurch ist die Anzahl von Personen mit langjähriger oder intensiver Benutzung klein, und die Risikoschätzer sind instabil. Die in einigen Analysen beobachteten Tendenzen einer Risikozunahme sollten in weiteren epidemiologischen Studien überprüft werden.

Finanzierung: National Institute of Health, National Cancer Institute (USA)

Herr CEW, zur Nieden A, Lindenstruth M, Stilianakis N, Seitz H, Eikmann TF.
Relating Use of Mobile Phones to Reported Sleep Quality.
Somnologie 2005; 9 (4): 199-202

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs von Mobiltelefonbenutzung und Schlafqualität.

Kollektiv: Die Rekrutierung der Probanden erfolgte im privaten und universitären Bekanntenkreis von Doktoranden, die an der Studie beteiligt waren. Insgesamt nahmen 132 Personen an der Befragung teil (54% Frauen).

Exposition: Dauer und Intensität der Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Fragebogengestützte ärztliche Anamnese mit Fragen zur Mobiltelefonbenutzung und zur Schlafqualität (Pittsburgh Schlafqualitäts-Index). Zusätzlich Befragung mit standardisierten Erhebungsinstrumenten zu unerklärten körperlichen Beschwerden, zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität und zur Persönlichkeit. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer und des Mobilfunknetzes. Zusätzliche Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, tägliche Arbeitszeit, Gesamtbeschwerden-Index, "subjektiver Stress".

Resultat: In die Auswertung aufgenommen wurden 128 Probanden, davon benutzten 100 ein Mobiltelefon. Die Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede in der Schlafqualität in Abhängigkeit von den körperlichen Beschwerden, vom subjektiven Stressgefühl und von der täglichen Arbeitszeit. Ein Zusammenhang mit der Dauer der Mobiltelefonbenutzung zeigte sich nur in der ersten deskriptiven Auswertung ohne Berücksichtigung anderer Einflussfaktoren.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass kein Zusammenhang zwischen der

Mobiltelefonbenutzungsdauer und der Schlafqualität beobachtet wurde. In umweltmedizinischen Untersuchungen zur Schlafqualität sollten unerklärte körperliche Beschwerden und subjektiver Stress als Einflussfaktoren berücksichtigt werden.

Bemerkungen: Die Ergebnisse sprechen dafür, dass Personen mit grösser Arbeits- und Stressbelastung häufiger ein Mobiltelefon benutzen. Aufgrund dieser Korrelation lässt sich der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Schlafqualität schlecht untersuchen. In der Publikation fehlen Informationen zur Prävalenz von Schlafstörungen in dem eher jungen Kollektiv. Es handelt sich nicht um eine für die Gesamtbevölkerung repräsentative Zufallsstichprobe. In der zweiten Varianzanalyse mit Berücksichtigung des subjektiven Stress-Scores wurden nur Daten von 80 Personen ausgewertet. Es werden keine Angaben zur Powerberechnung gemacht.

Finanzierung: keine Angaben

Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M.

Enquête sur la santé de riverains de stations relais de téléphonie mobile : I/Incidences de la distance et du sexe
[Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex].

Pathol Biol (Paris) 2002; 50 (6): 369-373

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Hautreaktionen
Herzkreislaufsystem
Schlafphasen und Schlafqualität
Seh- und Hörstörungen
Land:
Zentralnervensystem
Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zusammenfassung

Ziel: Umfrage in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen zur Häufigkeit unspezifischer Symptome.

Kollektiv: 530 Personen, die in Frankreich in der näheren oder weiteren Umgebung einer Mobilfunkbasisstation lebten, 270 Männer und 260 Frauen (Durchschnittsalter: 45 +/- 20 J. resp. 47 +/- 19 J.). Von ursprünglich 570 Fragebögen wurden 40 ausgeschlossen, weil sie keine Angaben zur Entfernung von der Mobilfunkantenne oder zum Ausmass der Beschwerden enthielten.

Exposition: Distanz zu Mobilfunkbasisstationen gemäss Schätzung der Teilnehmer in den Kategorien <10 m, 10-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-300 m und >300 m (=Referenzgruppe). Abgesehen von der Entfernung zur Mobilfunkantenne wurden die Teilnehmer befragt nach der Lokalisation ihrer Wohnung (unter, neben, vis à vis oder hinter einer Antenne), nach der Wohndauer an der gegenwärtigen Adresse und nach den Tagen pro Woche resp. Stunden pro Tag, die sie in der Wohnung verbrachten. Weitere Fragen betrafen andere Quellen elektromagnetischer Felder: Hochspannungsleitungen in <100 m Entfernung, Transformatoren in <10 m, Computerbenutzung >2 Std./Tag, Mobiltelefonbenutzung >20 Min./Tag.

Methode: Der Fragebogen erfasste 18 Symptome (Müdigkeit, Reizbarkeit, Kopfweg, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Schlafstörungen, Neigung zu Depressionen, Unwohlsein, Konzentrationsschwierigkeiten, Gedächtnisverlust, Hautprobleme, Sehstörungen, Hörstörungen, Schwindel, Bewegungs- und Herz-Kreislaufprobleme, Libidoverlust und vorzeitige Menopause). Die Häufigkeit der Beschwerden konnte als nie (0), manchmal (1), oft (2) oder sehr oft (3) angegeben werden. Der Vergleich der Symptommhäufigkeit erfolgte mittels Chi-Quadratstest. Neben der Entfernung von einer Mobilfunkbasisstation wurden auch geschlechtsspezifische Unterschiede untersucht.

Resultat: Knapp 20% der Teilnehmer gaben an, weniger als 10 m von einer Basisstation entfernt zu wohnen, 26% schätzten die Entfernung auf 10 bis 50 m, 14% auf 50 bis 100 m, und jeweils 10% auf 100 bis 200 m resp. 200 bis 300 m. Als Referenzgruppe galten die übrigen 21%, die eine Distanz von über 300 m angaben. In der unmittelbaren Umgebung von Mobilfunkantennen (<10 m) wurden folgende Symptome signifikant häufiger aufgeführt als in der Referenzgruppe ($p < 0.05$): Übelkeit, Appetitverlust, Sehstörungen und Bewegungsprobleme. In bis zu 100 m Entfernung wurden für sechs Symptome signifikante Unterschiede beobachtet, in der Zone zwischen 100 und 200 m für vier andere Beschwerden. In der Gruppe mit einer Distanz von >200 m zur Mobilfunkantenne bestand lediglich für Müdigkeit ein signifikanter Unterschied zur Referenzgruppe. Bis zu einer Entfernung von 300 m berichteten Frauen signifikant häufiger als Männer über Kopfschmerzen, Übelkeit, Appetitverlust, Schlafstörungen, depressive Verstimmung und Sehstörungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass die Entfernung zu Mobilfunkbasisstationen mindestens 300 m betragen sollte und dass Frauen und Männer unterschiedlich empfindlich auf die Hochfrequenzexposition reagieren könnten.

Bemerkungen: Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine Umfrage an Personen, die "an der Studie teilnehmen wollten". Es wurde keine Zufallsstichprobe aus der Bevölkerung gezogen, so dass die Teilnehmer nicht als repräsentativ betrachtet werden können. Man muss davon ausgehen, dass sich überproportional viele Personen beteiligten, die ihre Beschwerden auf Mobilfunkbasisstationen zurückführten (Selektionsbias). Das gilt insbesondere, da die Teilnehmer neben ihren Beschwerden auch die Entfernung zur nächsten Mobilfunkantenne einschätzen sollten, also das Ziel der Studie kannten. Diese Methode der Expositionsabschätzung ist sehr ungenau: Selbst wenn die Entfernung einigermaßen richtig eingeschätzt wurde, lassen sich ohne Informationen über Hauptstrahlrichtung, Sendeleistung und andere Charakteristika der Basisstation keine Aussagen über die Hochfrequenzexposition der benachbarten Gebäude machen. Dazu wären Messungen in den Häusern notwendig. Ein weiterer Mangel ist, dass Belastungen durch andere Strahlenquellen sowie andere Einflussfaktoren in der Auswertung nicht berücksichtigt wurden. Insgesamt erfüllt die Studie grundlegende wissenschaftliche Anforderungen nicht, und es können keine Aussagen über einen kausalen Zusammenhang zwischen Mobilfunkexposition und Beschwerdehäufigkeit abgeleitet werden.

Eine kurze Darstellung der Ergebnisse wurde bereits publiziert in Santini et al.: Symptomes exprimés par des riverains de station relais de téléphonie mobile. La Presse Medicale 2001; 30 (32), 1594 (Id.Nr. 1570). Eine englische Übersetzung ist unter der gleichen Referenz wie der französische Originalartikel erhältlich.

Finanzierung: keine Angaben

Santini R, Santini P, Le Ruz P, Danze JM, Seigne M.

Survey Study of People Living in the Vicinity of Cellular Phone Base Stations.

Electromagnetic Biology and Medicine 2003; 22 (1): 41-49

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Elektrohypersensibilität,
	Personen mit	Beschwerden
<u>Exposition:</u>	Elektrohypersensibilität	Hautreaktionen
		Schlafphasen und Schlafqualität
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
		Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Umfrage in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen zur Häufigkeit unspezifischer Symptome.

Kollektiv: 530 Personen, 270 Männer und 260 Frauen (Durchschnittsalter: 45 +/- 20 J. resp. 47 +/- 19 J.). Von ursprünglich 570 Fragebögen wurden 40 ausgeschlossen, weil sie keine Angaben zur Entfernung von der Mobilfunkantenne oder zum Ausmass der Beschwerden enthielten.

Exposition: Distanz zu Mobilfunkbasisstationen gemäss Schätzung der Teilnehmer in den Kategorien <10 m, 10-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-300 m und >300 m (=Referenzgruppe). Abgesehen von der Entfernung zur Mobilfunkantenne wurden die Teilnehmer befragt nach der Lokalisation ihrer Wohnung (unter, neben, vis à vis oder hinter einer Antenne), nach der Wohndauer an der gegenwärtigen Adresse. Weitere Fragen betrafen andere Quellen elektromagnetischer Felder: Hochspannungsleitungen in <100 m Entfernung, Transformatoren in <10 m, Rundfunksender in < 4 km Distanz sowie Computerbenutzung >2 Std./Tag und Mobiltelefonbenutzung >20 Min./Tag.

Methode: Die Information über die Durchführung der Studie erfolgte per Presse, Radio und Internet. Die Häufigkeit der Beschwerden konnte als nie (0), manchmal (1), oft (2) oder sehr oft (3) angegeben werden. Der statistische Vergleich der Symptommhäufigkeit in den verschiedenen Expositionsgruppen erfolgte mittels Chi-Quadrattest. Weitere Auswertungen berücksichtigten die Wohndauer, die Exposition durch andere Emittenten elektromagnetischer Strahlung und den Einfluss von Geschlecht und Alter der Teilnehmer.

Resultat: Knapp 20% der Teilnehmer gaben an, weniger als 10 m von einer Basisstation entfernt zu wohnen, 26% schätzten die Entfernung auf 10 bis 50 m, 14% auf 50 bis 100 m, und jeweils 10% auf 100 bis 200 m resp. 200 bis 300 m. Als Referenzgruppe galten die übrigen 21%, die eine Distanz von über 300 m angaben. In der

unmittelbaren Umgebung von Mobilfunkantennen (<10 m) wurden folgende Symptome signifikant häufiger aufgeführt als in der Referenzgruppe ($p < 0.05$): Übelkeit, Appetitverlust, Sehstörungen und Bewegungsprobleme. In bis zu 100 m Entfernung wurden für sechs Symptome signifikante Unterschiede beobachtet, in der Zone zwischen 100 und 200 m für vier andere Beschwerden. In der Gruppe mit einer Distanz von >200 m zur Mobilfunkantenne bestand lediglich für Müdigkeit ein signifikanter Unterschied zur Referenzgruppe. Es zeigte sich kein Unterschied in Bezug auf den Zeitpunkt der Menopause bei Frauen. Personen in Entfernungen von <10 m, 10-50 m und 50-100 m berichteten signifikant häufiger über Libidoverlust als Teilnehmer der Referenzgruppe. Personen, die weniger 1 Jahr in bis zu 300 m Entfernung von einer Mobilfunkbasisstation wohnten, hatten nicht mehr Beschwerden als Studienteilnehmer, die bereits über 5 Jahre an derselben Adresse lebten. Die lokalisationspezifische Auswertung ergab, dass Teilnehmer, die unter einer Antenne wohnten, mehr Kopfschmerzen hatten als Personen aus Wohnungen gegenüber einer Basisstation. Mobiltelefonbenutzer gaben signifikant weniger Schlafstörungen als Nichtbenutzer. In der Umgebung von elektrischen Transformatoren und Rundfunksendern stiegen dagegen die Häufigkeit von Schwindel respektive Konzentrationsstörungen. In der Gruppe bis 300 m Entfernung zur Mobilfunkantenne berichteten Frauen häufiger über Kopfschmerzen, Übelkeit, Appetitverlust, Schlafstörungen, depressive Verstimmung, Unwohlsein und Sehstörungen als Männer, in der Referenzgruppe bestand dieser Unterschied nicht. In der Gruppe der unter 20-Jährigen waren keine signifikanten Unterschiede in der Symptommhäufigkeit zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass Mobilfunkbasisstationen nicht weniger als 300 m entfernt aufgestellt werden sollten. Alter und Geschlecht können die Empfindlichkeit von Personen gegenüber der Exposition beeinflussen.

Bemerkungen: Die in Tabelle 1 angegebenen Hauptresultate wurden bereits in den Publikationen von Santini et al.: Pathol Biol 2002: 50 (6), 369-373, und La Presse Medicale 2001: 30 (32), 1594, publiziert. Die Tabellen 2 und 3 sind enthalten in Santini et al.: Pathol Biol 2003: 51 (7), 412-415 und Pathol Biol 2002: 50 (6), 369-373. Es handelt sich um eine erneute Publikation der bereits bekannten Daten. Das Ergebnis der zusätzlichen Auswertung zur Aufenthaltsdauer am Wohnort spricht eher gegen einen kausalen Zusammenhang, da sich kein Einfluss auf die Symptommhäufigkeit zeigte. Die gravierenden methodischen Mängel in der Anlage dieser Befragung werden durch weitere Auswertungen nicht behoben. Hauptprobleme sind die unzureichende Abschätzung der Exposition (Entfernung zur Mobilfunkantenne nicht aussagekräftig) und die fehlende Repräsentativität des Studienkollektivs (vgl. Bemerkungen zu den früheren Publikationen).

Finanzierung: keine Angaben

Rodina A, Lass J, Riipulk J, Bachmann T, Hinrikus H.

Study of effects of low level microwave field by method of face masking.

Bioelectromagnetics 2005; 26 (7): 571-577

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfach verblindetes Experiment zum Einfluss modulierter elektromagnetischer Felder auf die visuelle Wahrnehmung. Vorgängerstudie: Lass et al.: Effects of 7 Hz-modulated 450 MHz electromagnetic radiation on human performance in visual memory tasks. Int J Radiat Biol 2002: 78 (10), 937-44.

Kollektiv: 10 Probanden (6 Frauen, 4 Männer), 19 bis 32 J. alt.

Exposition: Als Strahlungsquelle diente ein Signalgenerator mit einer Viertelwellen-Antenne in 10 cm Entfernung von der rechten Kopfseite. Pulsleistung: 1 W, Frequenz: 450 MHz, Pulsfrequenz: 7 Hz, spezifische Absorptionsrate (SAR): 0.0095 W/kg. Die Exposition begann 2 Minuten vor der Testung und dauerte 5 bis 7 Minuten pro Sitzung.

Methode: In zufälliger Reihenfolge absolvierten die Teilnehmer 16 Sitzungen mit jeweils 50 Tests, acht Sitzungen bei realer Exposition und acht Sitzungen bei Scheinexposition. Die Aufgabe bestand darin, zwei Fotos von männlichen Gesichtern unter sechs Fotos wieder zu erkennen und die Reihenfolge anzugeben, in der sie kurz zuvor auf einem Computerbildschirm präsentiert worden waren. Die beiden "Zielfotos" wurden direkt nacheinander für 40 resp. 20 ms gezeigt ("visual masking"). Die statistische Auswertung erfolgte mittels Student t-Test.

Resultat: Die Anzahl der richtigen Antworten (beide Bilder korrekt und in richtiger Reihenfolge) lag bei Scheinexposition im Durchschnitt um 5% höher als bei Hochfrequenzexposition ($p=0.04$). In den Auswertungen der Antworten mit nur einer korrekten Identifizierung oder falscher Reihenfolge bestanden keine expositionsabhängigen Unterschiede. Auch wenn die Reihenfolge nicht berücksichtigt wurde, ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied.

Schlussfolgerung: Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass der Einfluss niedrig dosierter Hochfrequenzstrahlung auf die visuelle Wahrnehmung sehr schwach ist.

Bemerkungen: Schwachpunkte der Studie sind die einfache Verblindung, die kleine Anzahl an Probanden, die sehr geringe Intensität der Exposition und die fehlende Korrektur für multiple Testung. Insgesamt sprechen die Ergebnisse eher gegen einen Einfluss der Hochfrequenzstrahlung, ihre Aussagekraft ist aber gering.

Finanzierung: Estonian Science Foundation

Terao Y, Okano T, Furubayashi T, Ugawa Y.
Effects of thirty-minute mobile phone use on visuo-motor reaction time.
Clin Neurophysiol 2006; 117 (11): 2504-2511

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelt verblindetes Experiment zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Gehirnaktivität in der Vorbereitungsphase motorischer Reaktionen.

Kollektiv: 16 Probanden (9 Männer), Alter: 23 bis 52 Jahre, alle Rechtshänder.

Exposition: Mobiltelefon mit PDC-System (personal digital cellular). Frequenz: 800 MHz, durchschnittliche Sendeleistung: 0.27 W, Spitzenleistung: 0.8 W, spezifische Absorptionsrate: 0.054 +/- 0.02 W/kg. Die Probanden hielten das Telefon ans rechte Ohr, die Exposition dauerte 30 Minuten.

Methode: In einem Crossover-Design wurden die Reaktionszeiten der Probanden vor und nach Exposition respektive Scheinexposition untersucht. Die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen, der Abstand zwischen den beiden Sitzungen betrug mindestens 7 Tage. Die Exposition fand vor dem Wahlreaktionstest statt. Der Test betraf die visuelle Wahrnehmung und die motorische Vorbereitung im Gehirn. Vor der motorischen Reaktion erhielten die Probanden vier verschiedene Instruktionen, von denen nur eine die vollständige Information beinhaltete. Gemessen wurde die Reaktionszeit nach Erhalt der Instruktionen bis zur ersten Bewegung (Loslassen einer Taste) und die Bewegungszeit bis zur Ausführung der instruierten Aufgabe (Drücken einer Taste mit der richtigen Hand). Ausgewertet wurden die Reaktions- und Bewegungszeiten unter den verschiedenen Informations- und Expositionsbedingungen. Der statistische Vergleich erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen. In den Post-hoc-Analysen wurde eine Korrektur für multiple Tests vorgenommen.

Resultat: Weder für die Reaktions-, noch für die Bewegungszeiten war eine Veränderung im Zusammenhang mit der Exposition zu beobachten. Auch die Anzahl korrekter Reaktionen unterschied sich nicht signifikant zwischen

den Bedingungen (vor/nach Exposition, Real-/Scheinexposition). Signifikante Differenzen bestanden zwischen den Durchgängen mit unterschiedlichen Instruktionen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Mobiltelefonexposition in dieser Studie keinen Einfluss auf die kognitive Leistung in einem Wahlreaktionstest hatte.

Bemerkungen: Die Studie erfüllt einige methodische Anforderungen: Doppelblindbedingungen, Crossover-Design, Expositionsreihenfolge ausgeglichen. Ein Schwachpunkt ist die geringe Anzahl Probanden (statistische Power ausreichend?). Die Exposition fand nicht während der Tests statt, daher lassen sich die Ergebnisse nur bedingt mit anderen Studien vergleichen.

Finanzierung: Ministry of Internal Affairs and Communications, (Japan), Association of Radio-Industry and Business, Committee to Promote Research on the Possible Biological Effects of Electromagnetic Fields.

Sienkiewicz Z, Jones N, Bottomley A.
Neurobehavioural effects of electromagnetic fields.
Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S116-26

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche	Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Stromleitungen	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über experimentelle Studien an Tieren und Menschen zur Untersuchung der Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf das Gehirn (EEG, Neurotransmitter und kognitive Funktionen).

Kollektiv: Diverse Kollektive experimenteller Studien.

Exposition: Hoch- oder niederfrequente elektromagnetische Strahlung von verschiedenen Strahlungsquellen in experimentellen Settings.

Methode: Deskriptive Übersichtsarbeit von wissenschaftlichen Studien, keine statistische Auswertung im Sinne einer Meta-Analyse.

Resultat: In Studien mit niederfrequenter Magnetfeldexposition wurden mässige Veränderungen der Geschwindigkeit und der Korrektheit von kognitiven Leistungen beobachtet. Die EEG-Studien zeigten kein einheitliches Effektmuster. In Bezug auf Neurotransmitter weisen Tierversuche am ehesten auf Veränderungen der Aktivität und der Funktion bestimmter Opioide hin. Bei Exposition gegenüber hochfrequenter Mobilfunkstrahlung ergaben die aktuellen Studien keinen Effekt auf das spontane EEG, bei gleichzeitiger Durchführung von neuropsychologischen Tests wurden eher Veränderungen beobachtet. In Bezug auf Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunktionen zeigten sich keine einheitlichen Reaktionen. Auch aktuelle Tierversuche ergaben wenig Hinweise auf einen Zusammenhang. Von einigen Experimenten an Probanden wurden Veränderungen der Schlafarchitektur berichtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass unter niederfrequenter Magnetfeldexposition schwache, vorübergehende Effekte beobachtet wurden, dass aber keine Evidenz für eine langfristige Beeinträchtigung der

kognitiven Funktionen besteht. In Bezug auf die Hochfrequenzexposition von Kindern gibt es noch zu wenig Studien, um mögliche Auswirkungen beurteilen zu können.

Bemerkungen: Es fehlen Angaben zur Literatursuche (Zeitraum? Vollständigkeit?).

Finanzierung: keine Angaben

Schüz J, Jacobsen R, Olsen JH, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Johansen C.
Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort.
J Natl Cancer Inst 2006; 98 (23): 1707-1713

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: weitere Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epi: Register-Kohorte

Zusammenfassung

Ziel: Follow-up der landesweiten dänischen Kohortenstudie zur Untersuchung des Krebsrisikos bei Mobiltelefonbenutzern. Frühere Publikation: Johansen et al., Cellular telephones and cancer - A nationwide cohort study in Denmark. Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207.

Kollektiv: 420'095 Personen über 18 Jahre (davon 357'553 Männer), die zwischen 1982 und 1995 bei einem Mobilfunkunternehmen in Dänemark als Mobiltelefonbenutzer registriert waren. Es wurden Daten bis 2002 ausgewertet.

Exposition: Die Studienteilnehmer benutzten im Durchschnitt seit 8.5 Jahren ein Mobiltelefon (Median: 8.0 Jahre), die maximale Benutzungsdauer lag bei 21 Jahren.

Methode: Die Daten der Mobiltelefonbenutzer wurden mit den Daten des dänischen Bevölkerungsregisters und des Krebsregisters kombiniert. Erfasst wurden alle Neuerkrankungen an gut- und bösartigen Tumoren bis 31.12.2002. Personen, die bereits vor Beginn der Mobiltelefonbenutzung an einer Krebserkrankung litten, wurden ausgeschlossen. Die Anzahl der beobachteten Erkrankungen wurde mit den in der Allgemeinbevölkerung zu erwartenden Erkrankungsraten unter Annahme einer Poissonverteilung verglichen. Daraus ergaben sich standardisierte Inzidenzquotienten (SIRs), die für 5-Jahres-Altersgruppen und den jeweiligen Beobachtungszeitraum getrennt berechnet wurden. Zusätzlich wurde das durchschnittliche Jahreseinkommen in der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer mit demjenigen der Gesamtbevölkerung verglichen.

Resultat: Insgesamt wurden bei den Mobiltelefonbenutzern 14'249 Krebserkrankungen registriert, die erwartete Fallzahl lag bei 15'001, in der Gesamtkohorte bestand also kein erhöhtes Krebsrisiko (SIR: 0.95, 95%-CI: 0.93-0.97). Es zeigte sich kein statistischer Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Tumoren des Gehirns oder Zentralnervensystems (SIR: 0.97), Speicheldrüsentumoren (SIR: 0.77), Augentumoren (SIR: 0.96) und Leukämie (SIR: 1.00). Hauptsächlich die Risiken für mit dem Rauchen assoziierte Tumorarten (Lunge, Kehlkopf, Mund/Rachenraum, Speiseröhre) waren bei Männern, die ein Mobiltelefon benutzten, im Vergleich zur Gesamtbevölkerung vermindert. Bei Mobiltelefonbenutzerinnen zeigten sich dagegen statistisch signifikant erhöhte Risiken für die nikotinassoziierten Krebserkrankungen (SIR: 1.11, 95%-CI: 1.02-1.21) sowie für Gebärmutterhalskrebs (SIR: 1.30, 95%-CI: 1.08-1.54) und Nierenkrebs (SIR: 1.42, 95%-CI: 1.02-1.92). In der Gesamtkohorte bestand kein signifikant erhöhtes Risiko für einzelne Hirntumorarten (Gliome: 1.01, 95%-CI: 0.89-1.14, Meningeome: 0.86, 95%-CI: 0.67-1.09, Akustikusneurinome: 0.73, 95%-CI: 0.50-1.03). Es zeigte sich kein erhöhtes Risiko für einen Hirntumor in den am stärksten exponierten Gehirnregionen (Schläfen- und Scheitellappen). Auch für Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung (56 648 Teilnehmer) bestand kein erhöhtes Hirntumorrisiko (28 Fälle, SIR: 0.66 (95%-CI: 0.44-0.95) oder Leukämierisiko (32 Fälle, SIR: 1.08, 95%-CI: 0.74-1.52). Zusätzliche Daten zum Jahreseinkommen und zur Raucherprävalenz ergaben, dass die Bevölkerungsgruppe, die schon in den 1980er Jahren mit der Mobiltelefonbenutzung angefangen hat (v.a. Männer) insgesamt ein überdurchschnittlich hohes Einkommen hatte und weniger rauchte als die Gesamtbevölkerung.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Kohortenstudie keine erhöhten Risiken für Krebserkrankungen bei Mobiltelefonbenutzern beobachtet wurden. Auch für Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung bestand kein erhöhtes Risiko, an einem Hirntumor oder einer Leukämie zu erkranken. Die Ergebnisse sprechen gegen einen substantiellen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumoren, die Resultate an Langzeitbenutzern sollten aber in weiteren Studien überprüft werden. Für die erhöhten Risiken von Mobiltelefonbenutzerinnen, an Gebärmutterhalskrebs oder Nierenkrebs zu erkranken, haben die Autoren keine schlüssige Erklärung. Am ehesten ziehen sie Zufallsbefunde aufgrund der vielen statistischen Vergleiche in Betracht.

Bemerkungen: Ein Vorteil des Kohortendesigns ist die vollständige Erfassung der Bevölkerung, wodurch systematische Fehler wie nichtzufällige Auswahl, unterschiedliche Beteiligungsraten und Erinnerungsprobleme der Teilnehmer vermieden werden können. Allerdings liegen keine Informationen über Risikofaktoren auf individueller Ebene vor (z.B. Rauchen, berufliche Expositionen, erbliche Vorbelastung). Wie die Autoren selbst anmerken, ist die Expositionsabschätzung anhand von Betreiberdaten mit Unsicherheiten verbunden. Mobiltelefonabonnements auf Firmennamen wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Zudem befanden sich in der Referenzgruppe auch alle Personen, die nach 1995 mit der Mobiltelefonbenutzung begannen. Derartige Fehler in der Expositionsklassifikation könnten zu einer Unterschätzung der statistischen Zusammenhänge führen. Eine spätere Auswertung der dänischen Kohortenstudie betraf das Risiko von Erkrankungen des Zentralnervensystems bei Mobiltelefonbenutzern. Die Ergebnisse sind publiziert in: Schüz et al., PLoS ONE 2009; 4 (2), e4389.

Finanzierung: Danish Strategic Research Council, Danish Cancer Society

Lahkola A, Auvinen A, Raitanen J, Schoemaker MJ, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Lönn S, Swerdlow AJ, Tynes T, Salminen T.

Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European countries.

Int J Cancer 2007; 120 (8): 1769-1775

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Gliomrisikos bei Mobiltelefonbenutzern (Gliome: Gruppe von gut- und bösartigen Hirntumoren). Kombinierte Auswertung von Daten der multizentrischen Interphone-Studie aus Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und Grossbritannien. In einer früheren Publikation wurden die Ergebnisse zum Akustikusneurinom-Risiko bei Mobiltelefonbenutzern aus denselben Ländern veröffentlicht: Schoemaker et al., British Journal of Cancer 2005: 93 (7), 842-848.

Kollektiv: Personen zwischen 18 und 69 Jahren, die in einer der Studienregionen wohnten und im Zeitraum von September 2000 bis Februar 2004 an einem Gliom erkrankten. In den skandinavischen Ländern stammten die Kontrollpersonen aus den Bevölkerungsregistern, in Grossbritannien aus Listen von Hausarztpraxen (Häufigkeitsmatching gemäss Alter, Geschlecht und Region).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Angaben der Teilnehmer in computergestützten Interviews. Als regelmässige Benutzer galten Personen, die seit mindestens sechs Monaten wenigstens einmal pro Woche ein Mobiltelefon verwendeten. Diese Personen wurden nach den benutzten Telefonmodellen, nach Dauer und Anzahl der Telefonate, nach dem bevorzugten Ohr und nach der Verwendung von Freisprechanlagen gefragt. Die Exposition innerhalb eines Jahres vor dem Zeitpunkt der Diagnose bzw. vor dem Referenzdatum sowie die Benutzung von DECT- oder anderen Schnurlostelefonen wurde nicht berücksichtigt.

Methode: Die Daten stammten von neurochirurgischen, neurologischen und onkologischen Abteilungen der beteiligten Kliniken und wurden mit den Zahlen der nationalen und regionalen Krebsregister vervollständigt. In den statistischen Analysen wurden mehrere Expositionsparameter ausgewertet: Mobiltelefonbenutzung (ja/nein), regelmässige Mobiltelefonbenutzung (ja/nein), Gesamtzahl an Telefonaten und Gesprächsstunden, Dauer der

Benutzung in Jahren und Anzahl der Jahre seit Beginn der Mobiltelefonbenutzung. Zusätzlich wurden die Studienteilnehmer nach bestehenden Erkrankungen, gehäuftem Auftreten von Gehirntumoren in der Familie und nach ihrem Ausbildungsniveau gefragt. Die Berechnung der relativen Gliomrisiken (Odds Ratios) erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression, wobei die Teilnehmer nach Land, Region, Geschlecht und 5-Jahres-Altersgruppen unterteilt wurden. Die potenziellen Einflussfaktoren (erbliche Vorbelastung, frühere Bestrahlung des Kopfes, andere Erkrankungen, Bildungsniveau etc.) wurden im statistischen Modell berücksichtigt, veränderten die Risikoschätzer aber nicht wesentlich (<2%).

Resultat: Insgesamt wurden die Daten von 1521 Gliompatienten und 3301 Kontrollpersonen ausgewertet (Teilnahmerate: 60% resp. 50%). Von den Hirntumorpatienten hatten 92% einmal ein Mobiltelefon benutzt, bei den Kontrollpersonen waren es 94%. Die regelmässige Benutzung eines Mobiltelefons gaben 58% der Hirntumorpatienten an, in der Kontrollgruppe befanden sich 59% regelmässige Mobiltelefonbenutzer. Für regelmässige Mobiltelefonbenutzer ergaben die Auswertungen ein relatives Gliomrisiko von 0.78 (95%-CI: 0.68-0.91). In der separaten Auswertung der Daten aus den einzelnen Ländern zeigte sich ebenfalls kein erhöhtes Tumorrisiko für Mobiltelefonbenutzer (alle Odds Ratios <1.0). Bei Personen mit einer grösseren Anzahl an Telefonaten war ebenfalls keine Zunahme des Erkrankungsrisikos zu beobachten. In der Subgruppe mit den meisten Gesprächsstunden (>1475 Stunden) lag die Odds Ratio bei 1.13 (95%-CI: 0.86-1.48), war also statistisch nicht signifikant erhöht.

Wenn nur Mobiltelefonbenutzer berücksichtigt wurden, bei denen sich der Tumor auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite befand, ergab sich im Vergleich zu Nichtbenutzern ein Gliomrisiko von 1.13 (95%-CI: 0.97-1.31). Für Personen, die vor mehr als zehn Jahren mit der Benutzung eines Mobiltelefons begonnen hatten und auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite erkrankt waren, zeigte sich ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko von 1.39 (95%-CI: 1.01-1.92). In dieser Gruppe nahm das Risiko auch mit längerer Benutzungsdauer zu. Keine erhöhten Tumorrisiken ergaben sich dagegen für Personen, die das Mobiltelefon überwiegend an die nicht erkrankte Seite gehalten hatten. Die Auswertungen für die Benutzung von analogen und digitalen Telefonen getrennt sowie für verschiedene Altersgruppen zeigten keine erhöhten Gliomrisiken.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keine Unterstützung der Hypothese, dass die Mobiltelefonbenutzung unter 10 Jahren mit einem erhöhten Gliomrisiko einhergeht. Bei über zehnjähriger Benutzung eines Mobiltelefons zeigte sich ein erhöhtes Gliomrisiko auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite. Dieser Zusammenhang kann ursächlich oder durch Zufall entstanden sein oder auf methodischen Schwächen des Studiendesigns beruhen (z.B. Überschätzung der Mobiltelefonbenutzung auf der erkrankten Seite bei Patienten).

Bemerkungen: Die Interpretation der Ergebnisse solcher Befragungsstudien wird durch die Unsicherheit bezüglich der Angaben zur Mobiltelefonbenutzung limitiert. Es könnte sein, dass Patienten mit einem Gehirntumor häufiger angeben, auf der erkrankten Seite telefoniert zu haben. Zudem ist es für alle Studienteilnehmer schwierig, sich genau an den Beginn und das Ausmass der Mobiltelefonbenutzung zu erinnern. Die Teilnahmerate lag in der Kontrollgruppe bei lediglich 50%. Möglicherweise haben sich überwiegend Kontrollpersonen mit höherem Sozialstatus und stärkerer Mobiltelefonbenutzung beteiligt. Wie die Autoren anmerken, können diese methodischen Probleme sowohl zu einer Über-, als auch zu einer Unterschätzung des Hirntumorrisikos führen. Zur Überprüfung der beobachteten Risikozunahme auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite bei Personen mit langjähriger Mobiltelefonbenutzung sollten Studien mit weiteren Informationen zum Ausmass der Mobiltelefonbenutzung durchgeführt werden, z.B. unter Verwendung von

Kundendaten der Mobilfunkanbieter.

Weitere Auswertungen aus der Interphone-Studie zum Gliomrisiko finden sich unter anderem in: Hepworth et al., British Medical Journal 2006; 332: 883-887 und Schüz et al., Am J Epidemiol 2006; 163: 512-520. Eine Metaanalyse zum Hirntumorrisiko wurde publiziert in Lahkola et al., Scand J Work Environ Health 2006; 32: 171-177.

Finanzierung: European Union, International Union against Cancer, Mobile Manufacturers' forum, GSM Association

Röösli M, Michel G, Kuehni CE, Spoerri A.

Cellular telephone use and time trends in brain tumour mortality in Switzerland from 1969 to 2002.

Eur J Cancer Prev 2007; 16 (1): 77-82

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Sterblichkeit (allgemein)
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	Zentralnervensystem
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung der Häufigkeit von Hirntumoren in den letzten Jahrzehnten in der Schweiz.

Kollektiv: Ausgewertet wurden die Daten des landesweiten Todesursachenregisters des Bundesamts für Statistik zwischen 1969 und 2002.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Die Angaben zur Anzahl der Mobilfunkabonnenten stammten vom Bundesamt für Kommunikation (BAKOM).

Methode: Als Näherungswert für die Erkrankungsrate wurde die Hirntumor-Sterblichkeit gemäss Todesursachenregister verwendet, weil es in der Schweiz kein landesweites Krebsregister gibt. Für jedes Jahr des Studienzeitraums wurden für Frauen und Männer getrennt altersstandardisierte Sterblichkeitsraten pro 100'000 Personenjahre ermittelt. Die Berechnungen basierten auf der europäischen Standardbevölkerung. Zusätzlich wurden altersgruppenspezifische Sterberaten kalkuliert. Für den Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko wurden verschiedene Szenarien angenommen: Risikozunahme um einen Faktor von 2, 5 oder 10; Zeitspanne zwischen erster Exposition und Zeitpunkt des Todes von 1, 5 oder 10 Jahren. Als Referenzjahr diente das Jahr 1986, da die Mobiltelefontechnologie in der Schweiz ab 1987 eingeführt wurde, zunächst das analoge, später das digitale GSM-System. Die gemäss den verschiedenen Szenarien zu erwartenden Sterberaten wurden mittels Zeittrendanalysen mit den tatsächlich beobachteten Häufigkeiten verglichen. Die Analyse der Zeittrends in den Mortalitätsraten erfolgte mittels Poisson-Regression.

Resultat: Die Mobiltelefonbenutzung stieg in der Schweiz in den 1990er Jahren kontinuierlich an, besonders stark zwischen 1996 und 2002 (von 7% auf 81%). Die altersstandardisierten Raten der Hirntumorsterblichkeit im

Zeitraum von 1969 bis 2002 lagen für Männer zwischen 3.7 und 6.7 pro 100'000 Personenjahre und für Frauen zwischen 2.5 und 4.4 pro 100'000 Personenjahre. Bis 1987 zeigte sich für beide Geschlechter in den meisten Altersgruppen eine Zunahme der Sterberaten. Ab 1987 beschränkte sich diese Zunahme auf die Altersgruppen über 60 Jahre. Der Vergleich der jährlichen Sterberaten mit dem Referenzjahr 1986 ergab in keiner Altersgruppe eine Zunahme der Hirntumorsterblichkeit von 1987 bis 2002.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sich in diesen Daten keine Evidenz für einen Anstieg der Hirntumor-Sterblichkeit in der schweizerischen Allgemeinbevölkerung nach Einführung der Mobiltelefonie gezeigt hat. Da die Auswertung von Registerdaten mit Unsicherheiten behaftet ist, sollten die Ergebnisse in epidemiologischen Studien überprüft werden.

Bemerkungen: Wie auch die Autoren anmerken, ist die Interpretation der beobachteten Zeittrends schwierig, weil die Hirntumor-Sterblichkeit durch viele verschiedene Faktoren beeinflusst wird. Dazu gehört unter anderem die medizinische Diagnostik und Behandlung von Patienten mit Hirntumoren, die sich in den letzten dreissig Jahren stark verbessert hat (u. a. durch die Computer- und Magnetresonanztomographie). Diskrete Zunahmen in der Sterblichkeit können in Analysen von Registerdaten unentdeckt bleiben, insbesondere wenn eine lange Latenzzeit zwischen Exposition und Eintreten des Ereignisses besteht. Gerade bei Gehirntumoren ist von einem längeren Zeitraum zwischen Auslösung, Entstehung des Tumors und Diagnose der Erkrankung auszugehen. Zudem handelt es sich bei dieser Studie um Auswertungen auf Bevölkerungsebene, die keine individuelle Verknüpfung der Daten zu Mobiltelefonbenutzung, Erkrankungsrisiko, Lokalisation des Tumors oder anderen Risikofaktoren erlauben.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health, Network of Public Health (Switzerland), Swiss National Science Foundation, Swiss Cancer League

Hardell L, Mild KH, Carlberg M, Söderqvist F.

Tumour risk associated with use of cellular telephones or cordless desktop telephones.

World J Surg Oncol (online) 2006; 4 (74)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung der Fall-Kontrollstudien der schwedischen Forschergruppe um L. Hardell, Universität Örebro, zum Krebsrisiko bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen. Die Übersicht beinhaltet vier Fall-Kontrollstudien zum Hirntumorrisiko und jeweils eine Studie zum Risiko von Speicheldrüsentumoren, Non-Hodgkin-Lymphomen und Hodentumoren.

Kollektiv: Die Teilnehmer aller sieben Untersuchungen stammten aus verschiedenen Regionen in Schweden. Die Personen mit Krebserkrankungen wurden aus den schwedischen Krebsregistern ermittelt. Die Kontrollgruppen stammten aus dem landesweiten Bevölkerungsregister. Sie wurden den Patienten gemäss Geschlecht, Alter und geographischer Region zugeordnet. Daten von bereits verstorbenen Patienten wurden nicht ausgewertet.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen im Alltag. Die Befragung der Teilnehmer erfolgte in schriftlichen und telefonischen Interviews.

Methode: Der statistische Vergleich der Risiken zwischen Benutzern und Nichtbenutzern erfolgte mittels konditionaler oder nichtkonditionaler logistischer Regression. In einigen Studien wurden die Risikoschätzer für Alter, Geschlecht, Sozialstatus, Diagnosejahr und andere Einflussfaktoren korrigiert.

Resultat: Das Risiko, an einem Meningeom zu erkranken, war in den multivariaten Analysen der verschiedenen Studien nicht statistisch signifikant erhöht. In Bezug auf Akustikusneurinome ergab die multivariate Analyse bei Personen, die seit mindestens 10 Jahren ein analoges Mobiltelefon benutzten, ein signifikant erhöhtes Risiko (OR: 2.2, 95%-CI: 1.3-3.8). Für diese gutartigen Tumoren des Gehörnervs zeigte sich auch ein Risikoanstieg mit zunehmender Anzahl Gesprächsstunden. Bei den bösartigen Hirntumoren bestand keine Assoziation zwischen

Mobiltelefongebrauch und dem Risiko von Astrozytomen Grad I bis II. Das Risiko, an einem Astrozytom Grad III bis IV zu erkranken, nahm dagegen mit der Dauer der Mobiltelefonbenutzung zu: Bei über zehnjährigem Gebrauch lagen die Odds Ratios in der multivariaten Analyse für Benutzer von Analogtelefonen bei 2.0 (95%-CI: 1.4-2.9), von digitalen Mobiltelefonen bei 2.4 (95%-CI: 1.1-4.9) und von Schnurlostelefonen bei 1.3 (95%-CI: 0.8-2.3). Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen und dem Risiko, an einem Speicheldrüsentumor, einem Non-Hodgkin-Lymphom oder an einem Hodentumor zu erkranken.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in ihren Studien das Risiko von Akustikusneurinomen und bösartigen Gehirntumoren mit der Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen assoziiert war. Das Risiko betraf vor allem Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung und die Erkrankung an einem Astrozytom Grad III bis IV. Es zeigte sich kein einheitliches Risikomuster für Speicheldrüsentumoren, Non-Hodgkin-Lymphome oder Hodentumoren.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine Zusammenstellung bereits publizierter Studienresultate, nicht um eine neue, gepoolte Auswertung der Ergebnisse oder eine Metaanalyse. Eine methodische Einschränkung der Originalstudien ist, dass Daten von bereits verstorbenen Patienten nicht berücksichtigt wurden. Dadurch wird eine bestimmte Gruppe von Patienten, vermutlich mit besonders ungünstigem Krankheitsverlauf, nicht erfasst. Da sich auch in den bisher publizierten Teilergebnissen der multizentrischen Interphone-Studie einzelne Hinweise auf ein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko bei langfristiger Mobiltelefonbenutzung ergaben, sollten die Resultate in weiteren epidemiologischen Studien überprüft werden. Die Ergebnisse zu den bösartigen Hirntumoren lassen sich schlecht vergleichen, weil von der Interphone-Studie keine separaten Auswertungen für Astrozytome Grad III bis IV publiziert wurden, sondern für die Gesamtgruppe der Gliome. Zudem bestehen weitere methodische Unterschiede zwischen den Studien.

Finanzierung: keine Angaben

Maes A, Van Gorp U, Verschaeve L.

Cytogenetic investigation of subjects professionally exposed to radiofrequency radiation.

Mutagenesis 2006; 21 (2): 139-42

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Epidemiologische Untersuchung an Angestellten von Mobilfunkanbietern in Belgien zur Genotoxizität von Hochfrequenzstrahlung.

Kollektiv: Drei Gruppen mit beruflicher Hochfrequenzexposition: 27 Aussendiensttechniker für Hochfrequenz-Sendeanlagen eines Mobilfunkbetreibers, 11 Aussendiensttechniker und 11 Verwaltungsangestellte des anderen Betreibers. Als Kontrollgruppe dienten 25 Personen ohne berufliche Hochfrequenzexposition. Unter den 74 Studienteilnehmern befand sich nur eine Frau.

Exposition: Die Aussendiensttechniker waren für Wartung und Reparaturen von Mobilfunkantennen zuständig (450 MHz, 900 MHz und andere Frequenzen im Mega- und Gigahertzbereich). Eine gleichzeitig durchgeführte Messkampagne ergab, dass die Feldstärke in unmittelbarer Nähe von Antennen an manchen Stellen über den ICNIRP-Grenzwerten lag. Das Verwaltungspersonal arbeitete in einem Gebäude, das von Hochfrequenz-Dipolantennen (147 bis 169 MHz) und Parabolantennen (6 bis 40 GHz) umgeben war. Als exponiert galten Personen, die ihre Belastung auf mehr als eine Stunde täglich seit mindestens einem Jahr einschätzten. Die Exponierten benutzten zusätzlich regelmässig Mobiltelefone, die Kontrollpersonen nicht.

Methode: Die Blutentnahme erfolgte im Rahmen der jährlichen Routineuntersuchung. Untersucht wurde die Anzahl der Chromosomenanomalien, des Schwesterchromatid-Austauschs (=Chromatid-Austausch in den benachbarten Armen eines Chromosoms) und der DNA-Schäden. Die Blutproben von 16 Exponierten (Betreiber 1) und von den 25 Kontrollpersonen wurden zusätzlich auf ihre Empfindlichkeit gegenüber dem chemischen Mutagen Mitomycin C untersucht. Als potenzielle Einflussfaktoren wurden Rauchen, Alkoholkonsum und andere Expositionen (Röntgenstrahlung, Schweissdämpfe, Luftschadstoffe) gemäss Angaben der Teilnehmer

berücksichtigt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Test, Chi2-Test, Mann-Whitney-U-Test und Regressionsanalyse.

Resultat: Die Anzahl der Chromosomenanomalien in den Lymphozyten aller Teilnehmer lag im Normbereich (neun verschiedene Aberrationstypen). Weder in der Gesamtauswertung, noch in einzelnen Gruppen zeigten sich in den Blutproben der Exponierten statistisch signifikant mehr Anomalien im Vergleich zur Kontrollgruppe. Bei Zugabe von Mitomycin C nahm die Häufigkeit des Schwesterchromatid-Austauschs und der DNA-Schäden in beiden Gruppen zu, es bestanden aber keine signifikanten Unterschiede zwischen Exponierten und Nichtexponierten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keinen Hinweis auf eine genetische Schädigung von Lymphozyten durch Hochfrequenzexposition.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung erfolgte nach Angaben der Teilnehmer und bezieht sich auf verschiedene Sendeanlagen mit unterschiedlichen Frequenzen, über deren Sendeleistung nichts bekannt ist. Dadurch ist die Aussagekraft der Ergebnisse limitiert. In Bezug auf Alter und Rauchgewohnheiten waren die Teilnehmer vergleichbar, hinsichtlich anderer Einflussfaktoren fehlen Informationen. Auch die Ergebnisse der statistischen Tests sind unvollständig, die Frage der statistischen Power wird nicht diskutiert.

Finanzierung: keine Angaben

Gavin AT, Catney D.

Addressing a community's cancer cluster concerns.

Ulster Med J 2006; 75 (3): 195-9

Stichwörter

Exposition:

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Inzidenz- und Sterblichkeitsraten an Krebs in der Umgebung eines Rundfunksenders in Nordirland.

Kollektiv: Bevölkerung in der Umgebung des Senders, Gesamtbevölkerung als Kontrollgruppe.

Exposition: Rundfunksender.

Methode: Die Anzahl der Erkrankungen in der Nähe des Senders wurde altersstandardisiert mit den Häufigkeiten in einer weiter entfernten Region und in der Gesamtbevölkerung Nordirlands verglichen. Der Rundfunksender war 1989 errichtet worden, die Inzidenz- und Mortalitätsdaten des nordirischen Krebsregisters stammten aus den Jahren 2001 und 2002.

Resultat: In der Umgebung des Senders wurden insgesamt 20 Krebserkrankungen registriert. Der Vergleich der Erkrankungs- und Sterblichkeitsraten ergab weder für Krebs allgemein, noch für einzelne Tumorarten eine statistisch signifikante Häufung in der Umgebung des Senders.

Schlussfolgerung: Die Autoren betonen die Bedeutung registergestützter Untersuchungen zur Abklärung von vermeintlichen Erkrankungsclustern in der Umgebung von Sendeanlagen.

Bemerkungen: Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine geografische Analyse, deren Aussagekraft durch die kleine Fallzahl limitiert ist. Die Publikation enthält keine Angaben zu den technischen Daten des Senders.

Finanzierung: Department of Health, Social Services and Personal Safety

Huss A, Egger M, Hug K, Huwiler-Müntener K, Rösli M.

Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies.

Environmental Health Perspectives 2007; 115 (1): 1-4

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Literaturübersicht zum Zusammenhang zwischen der Finanzierungsquelle und den Ergebnissen von Studien zur Mobiltelefonexposition.

Kollektiv: Probanden von experimentellen Studien zur Mobiltelefonexposition.

Exposition: Kontrollierte, niedrig dosierte Hochfrequenzexposition von Mobiltelefonen im experimentellen Setting. Die meisten Studien verwendeten eine mobiltelefonähnliche Exposition mit einer Antenne am Ohr und einer Signalfrequenz von 900 MHz. Die Expositionsdauer variierte zwischen 3 und 480 Minuten (Median: 33 Minuten), die SAR-Werte lagen zwischen 0.03 und 2 W/kg.

Methode: Systematische Suche in mehreren Datenbanken nach wissenschaftlichen Publikationen zu Laborstudien am Menschen mit Mobiltelefonexposition. In den Studien wurden Auswirkungen auf das Gehirn (EEG, kognitive Funktionen), auf den Hormonhaushalt und auf das subjektive Empfinden der Probanden untersucht. Die Extraktion der Daten zum Studiendesign, zur methodischen Qualität und zur Finanzierungsquelle erfolgte standardisiert und in doppelter Ausführung. Die primäre Zielgrösse war das Berichten über mindestens eine statistisch signifikante Assoziation ($p < 0.05$) zwischen Exposition und untersuchter Auswirkung. Auch die Angaben zu Industriezugehörigkeit und Interessenskonflikten der Autoren wurden dokumentiert. Die statistische Analyse erfolgte mittels logistischer Regression. Als mögliche Einflussfaktoren für die Assoziation zwischen Finanzierung und mindestens einem signifikanten Ergebnis wurden überprüft: Anzahl der berichteten Zielgrössen, Studientyp, methodische Qualität, Expositionsbedingungen und Erhebung der Zielgrösse.

Resultat: Von 222 möglicherweise relevanten Publikationen erfüllten 163 die Einschlusskriterien nicht. In die

Auswertung aufgenommen wurden 59 Publikationen: 12 Studien (20%) waren ausschliesslich von der Mobilfunkindustrie finanziert, 11 (19%) ausschliesslich von der öffentlichen Hand. Bei 14 (24%) Studien bestand eine gemischte Finanzierung (öffentliche Mittel und Industriegelder), bei 22 (37%) Publikationen fehlten Angaben zur finanziellen Unterstützung. Ein Interessenskonflikt wurde in keiner Publikation angeführt, an 5 (8%) Studien waren Autoren mit Industriezugehörigkeit beteiligt. Die methodische Qualität war bei gemischt finanzierten Studien am besten und am geringsten bei Studien ohne Angabe der Geldquellen. Insgesamt berichteten 40 (68%) Publikationen über eine oder mehrere statistisch signifikante Assoziationen. Studien mit reiner Industriefinanzierung enthielten die grösste Anzahl an Endpunkten, berichteten aber am seltensten über signifikante Ergebnisse: Die Odds Ratio für mindestens ein statistisch signifikantes Resultat lag bei industriefinanzierten Studien im Vergleich zu Arbeiten mit öffentlichen Geldquellen bei 0.11 (95%-CI: 0.02 -0.78). Dieses Ergebnis änderte sich auch durch den Einbezug möglicher Störfaktoren kaum (siehe "Methode").

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Unterstützung für die bereits aus anderen Forschungsgebieten bestehende Evidenz, dass Resultate von einseitig finanzierten Studien die Produkte des Sponsors begünstigen. Sie weisen darauf hin, dass die Finanzierungsquellen bei der Interpretation von Studienergebnissen berücksichtigt werden müssen.

Bemerkungen: Wie im Diskussionsteil der Publikation diskutiert, können verschiedene Faktoren zu der beobachteten Assoziation zwischen Finanzierungsquelle und Forschungsergebnissen führen. Neben der Einflussnahme auf die Fragestellung und die Durchführung der Studie könnte es sich auch um eine selektive Veröffentlichung "erwünschter" Resultate oder um die gezielte Förderung bestimmter Forschergruppen handeln. Dies gilt sowohl für die Finanzierung von Studien durch die Industrie als auch für die Vergabe von öffentlichen Geldern. Entscheidend ist daher die Deklaration der Finanzierungsquellen in der Publikation und die Begrenzung der Einflussnahme der Geldgeber. Unter diesen Voraussetzungen erscheinen gemischte Finanzierungsmodelle sinnvoll, da methodisch gute Studien nicht ohne finanziellen Aufwand durchgeführt werden können.

Finanzierung: Institutseigene Mittel des Instituts für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Bern

Johansson O.

Electrohypersensitivity: state-of-the-art of a functional impairment.

Electromagn Biol Med 2006; 25 (4): 245-58

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Stromleitungen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

HerzKreislaufsystem

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur elektromagnetischen Hypersensibilität. Beschreibung eigener Studien, überwiegend zu Hautveränderungen bei Personen mit Bildschirmexposition und selbst deklarerter Hypersensibilität.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Nieder- und hochfrequente elektromagnetische Strahlung von Bildschirmen und anderen Geräten.

Methode: Beschreibung der Ergebnisse eigener Studien an Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität. In einigen Arbeiten wurden Hautveränderungen anhand von Biopsien untersucht (Anzahl verschiedener Zelltypen, physiologische Botenstoffe wie Histamin, Serotonin usw.). Zusätzlich werden Resultate zur niederfrequenten Exposition erwähnt und allgemeine Betrachtungen über die Situation von Personen mit Hypersensibilität angestellt.

Resultat: Die vorläufigen experimentellen Ergebnisse weisen auf biologische Veränderungen bei Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität hin. Zudem wurden Assoziationen zwischen der Exposition durch niederfrequente elektromagnetische Strahlung und verschiedenen Krankheiten beobachtet. Ob es sich dabei um einen ursächlichen Zusammenhang handelt, muss noch abgeklärt werden. Auch in Bezug auf die Mobilfunkexposition sollte das Krebsrisiko in prospektiven Studien weiter untersucht werden. Bis dahin ist Kindern und Jugendlichen von der Benutzung eines Mobiltelefons abzuraten.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass in Anbetracht der aktuellen epidemiologischen Resultate weitere Abklärungen in Bezug auf hoch- und niederfrequente Strahlung notwendig sind.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine summarische Beschreibung bereits publizierter Studien zu verschiedenen Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf die Gesundheit. Ebenfalls referiert werden Tierversuche, anekdotische Fallbeschreibungen und Hypothesen. Eine vollständige Darstellung des Wissensstands wird nicht angestrebt, der Schwerpunkt liegt auf Studien des Autors und seiner Mitarbeiter. Unter den Referenzen finden sich auch unveröffentlichte Artikel und Berichte ohne "peer review".

Finanzierung: Karolinska Institute; Cancer and Allergy Foundation; Sif; TCO Developments

Hardell L, Carlberg M, Ohlson CG, Westberg H, Eriksson M, Hansson Mild K.
Use of cellular and cordless telephones and risk of testicular cancer.
Int J Androl 2007; 30 (2): 115-122

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Hodentumor-Risikos bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen im Rahmen einer Fall-Kontrollstudie, die in erster Linie die berufliche Exposition gegenüber PVC-Plastikstoffen evaluierte.

Kollektiv: Aus dem schwedischen Krebsregister wurden 1061 Patienten (20 bis 67 J.) identifiziert, bei denen zwischen 1993 und 1997 ein Hodentumor diagnostiziert worden war. Nach Ausschluss der bereits Verstorbenen (n=37) und der Personen mit gutartigen Tumoren wurden 981 Patienten mit bösartigen Keimzelltumoren in die Studie einbezogen. Davon waren 592 an einem Seminom erkrankt und 389 an einem nichtseminomatösen Keimzelltumor (Nichtseminom). Die Kontrollpersonen wurden aus dem schwedischen Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt und jeweils einem Patienten mit entsprechender Altersgruppe zugeordnet. Zur Auswertung kamen die Daten von 542 Patienten mit Seminom (92% Antwortrate) und 346 Patienten mit Nichtseminom (89% Antwortrate). Für die 870 Kontrollpersonen lag die Antwortrate bei 89%.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen.

Methode: Der schriftliche Fragebogen enthielt folgende Fragen zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen: Beginn, Telefentyp, durchschnittliche Gesprächsdauer pro Tag, Benutzung von Freisprechanlagen, Aufbewahrungsort im Standby-Modus. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression, um auch nicht gematchte Paare einbeziehen zu können. Als Einflussfaktoren enthielten die Regressionsmodelle: Alter, Diagnosejahr und Kryptorchismus in der Anamnese (=Hodenhochstand; Risikofaktor für die Entstehung eines Hodentumors).

Resultat: Die Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen lag in den verschiedenen Teilnehmergruppen

zwischen 14 und 23%. Die Auswertungen für die verschiedenen Benutzerkategorien (Anzahl Stunden, Latenzzeit >10 J., Analog- oder Digitaltelefone, Mobil- oder Schnurlostelefone) und für die verschiedenen Tumortypen ergaben nur vereinzelt gering erhöhte Odds Ratios, es zeigten sich keine Expositions-Wirkungsbeziehungen. Auch das Tragen des Mobiltelefons in verschiedenen Kleidungstaschen war nicht mit dem Erkrankungsrisiko assoziiert.

Schlussfolgerung: Als Hauptergebnis fassen die Autoren zusammen, dass keine Assoziation zwischen der Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen und dem Risiko von Hodentumoren beobachtet wurde. Nur wenige Teilnehmer benutzten seit mehr als 10 Jahren ein Mobiltelefon, deswegen können Langzeitriskiken noch nicht beurteilt werden.

Finanzierung: Swedish Council for Work Life Research, diverse schwedische Forschungsfonds

Klaeboe L, Blaasaas KG, Tynes T.

Use of mobile phones in Norway and risk of intracranial tumours.

Eur J Cancer Prev 2007; 16 (2): 158-64

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Mobiltelefonbenutzern. Norwegischer Teil der multizentrischen Fall-Kontrollstudie "Interphone".

Kollektiv: Personen im Alter von 19 bis 69 J., bei denen zwischen 2001 und 2002 in einer von vier neurochirurgischen Kliniken in Norwegen ein Gliom, Meningeom oder Akustikusneurinom diagnostiziert und behandelt worden war. Die Kontrollpersonen wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt, die Verteilung von Alter und Wohnregion wurde an die Patientengruppe angeglichen.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Die regelmässige Benutzung war definiert als mindestens einmal pro Woche seit mindestens sechs Monaten.

Methode: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie im Südosten und im mittleren Westen von Norwegen. Die Befragung nach Telefontypen, Benutzungsdauer, durchschnittlicher Anzahl an Anrufen und Verwendung von Freisprechanlagen erfolgte in persönlichen Interviews. Als Referenzgruppe galten Personen ohne regelmässigen Mobiltelefongebrauch. Die statistische Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression unter Korrektur für Alter, Geschlecht, Wohnregion und Ausbildungsniveau.

Resultat: Insgesamt beteiligten sich 541 Hirntumorpatienten (Teilnahmerate: 74%) und 538 Kontrollpersonen (69%). Es bestand kein Unterschied in den relativen Risiken zwischen Männern und Frauen. In der Gesamtauswertung lagen das Erkrankungsrisiko für alle drei Tumortypen bei den regelmässigen Mobiltelefonbenutzern unter demjenigen der Referenzgruppe (Odds Ratios unter 1). In Bezug auf Gliome und Akustikusneurinome zeigte sich kein Risikoanstieg bei längerer oder intensiverer Benutzung. Für das

Meningeomrisiko war eine tendenzielle Zunahme zu beobachten (OR für Personen mit über 6-jährigem Mobiltelefongebrauch: 1.2, 95%-CI: 0.6-2.2). Auch in der separaten Auswertung der Teilnehmer, bei denen sich der Tumor auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite entwickelt hatte, lagen die Odds Ratios nicht über 1.

Schlussfolgerung: Die Autoren haben keinen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko beobachtet. Es zeigte sich keine Korrelation mit der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite oder mit der Benutzung von Analogtelefonen.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist ein Selektionsbias nicht auszuschliessen, weil ungefähr 30% der potenziellen Teilnehmer für beide Gruppen nicht in die Befragung einwilligten. Die verminderten Odds Ratios könnten darauf zurückzuführen sein, dass sich unter den Nichtteilnehmern überproportional viele Mobiltelefonbenutzer befanden. Ein Recall-Bias könnte in Bezug auf das Gliomrisiko vorliegen (verminderte Odds Ratios auf der nicht exponierten Seite). Über die Risiken bei einer Benutzungsdauer von 10 und mehr Jahren lässt sich nichts aussagen.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, International Union against Cancer (mit Funding von Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association).

Huss A, Rösli M.

Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields--a survey among general practitioners.

BMC Public Health 2006; 6: 267

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Häufigkeit der ärztlichen Konsultationen in Hausarztpraxen in der Schweiz wegen gesundheitlicher Beschwerden, die auf Exposition durch elektromagnetische Strahlung zurückgeführt werden.

Kollektiv: Zufallsstichprobe von Allgemeinmedizinerinnen, die in Hausarztpraxen in deutsch- oder französischsprachigen Regionen der Schweiz arbeiteten.

Exposition: Diverse Quellen hoch- oder niederfrequenter, nichtionisierender elektromagnetischer Strahlung im Alltag.

Methode: Die Zufallsstichprobe wurde aus dem Adressenregister der Verbindung der Schweizer Ärztinnen und Ärzte (FMH) gezogen (stratifiziert nach Sprachregion). Unter ihnen befanden sich auch Ärzte mit Weiterbildung in komplementärmedizinischen Fächern wie traditionelle chinesische Medizin, Neuraltherapie oder Homöopathie. Von Mai bis Juni 2005 wurden die Ärzte in einem computergestützten Telefoninterview zur letzten Konsultation mit Bezug zu elektromagnetischen Felder befragt: Art der Beschwerden, vermutete Expositionsquellen und Einschätzung der Plausibilität des Zusammenhangs. Ausserdem beantworteten die Ärzte Fragen zur Häufigkeit EMF-bezogener Konsultationen und zu ihrer eigenen Einschätzung der gesundheitlichen Risiken durch elektromagnetische Strahlung. In den statistischen Analysen wurden neben der Häufigkeit auch untersucht, in welchen Praxen solche Konsultationen häufiger waren und welche Faktoren die Einschätzung der Ärzte beeinflussten (mittels logistischer Regression).

Resultat: Von 1328 kontaktierten Hausärzten waren 375 (28.2%) bereit, an der Befragung teilzunehmen. In die Auswertung kamen 342 Interviews, 33 Ärzte hatten zur Zeit keine Praxistätigkeit. Insgesamt waren 237 (69.3%)

der Ärzte schon mindestens einmal wegen EMF-bezogener Beschwerden konsultiert worden. Die Anzahl solcher Konsultationen im letzten Jahr lag bei 71% der Ärzte unter fünf. Ärzte mit komplementärmedizinischem Fähigkeitsausweis berichteten öfter und von häufigeren Konsultationen. Normalerweise gaben die Patienten unspezifische Symptome an. Am häufigsten genannt wurden Schlafstörungen (43%), Kopfschmerzen (39%) und Müdigkeit (14%). Die am meisten erwähnten Expositionsquellen waren Mobilfunkantennen (33%), Stromleitungen (14%) und Mobiltelefone (9%). In mehr als der Hälfte der Fälle (54%) beurteilten die Ärzte den geschilderten Zusammenhang als plausibel, in 29% als nicht plausibel. Die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen sowie von elektrischen Geräten wurde häufiger als plausibler Grund für Beschwerden eingeschätzt als die Exposition durch weiter vom Körper entfernte Strahlungsquellen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass kein bestimmtes Muster von Symptomen und Expositionsquellen beobachtet werden konnte. Die Mehrheit der Ärzte beurteilte es aber als möglich, dass EMF-Expositionen im Alltag gesundheitliche Beschwerden verursachen können. In diesen Einschätzungen spiegeln sich auch die Unsicherheiten im wissenschaftlichen Kenntnisstand bezüglich Langzeitexposition und unspezifischen Beschwerden wider.

Bemerkungen: Wie die Autoren diskutieren, ist bei einer Teilnahmerate von unter 30% ein Selektionsbias wahrscheinlich: Ärzte, die von Auswirkungen der elektromagnetischen Strahlung auf die Gesundheit ausgehen, waren wohl eher bereit, an der Befragung teilzunehmen als Kollegen ohne solche Bedenken. Für diese Annahme spricht auch, dass Ärzte mit komplementärmedizinischer Weiterbildung in der Stichprobe übervertreten waren. Durch eine entsprechende Gewichtung änderten sich die Ergebnisse der Befragung aber nicht wesentlich. Insgesamt besteht sicher ein Bedarf an weiterer Forschung und möglichst umfassender Information von Seiten der Wissenschaft. Zu ähnlichen Resultaten kam eine Ärztebefragung in Österreich: Leitgeb N. et al., Does "electromagnetic pollution" cause illness? An inquiry among Austrian general practioners. Wien Med Wochenschr 2005; 155 (9-10), 237-241.

Finanzierung: Bundesamt für Gesundheit, Schweiz

Sievert U, Eggert S, Goltz S, Pau HW.

Wirkung elektromagnetischer Felder des GSM-Mobilfunksystems auf auditives und vestibuläres Labyrinth und Hirnstamm. [Effects of Electromagnetic Fields Emitted by Cellular Phone on Auditory and Vestibular Labyrinth].

Laryngorhinootologie 2007; 86 (4): 264-270

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Thermographische Messungen und Untersuchung der Wirkung von Mobiltelefonexposition auf das Innenohr. Auf englisch wurden die Ergebnisse der beiden Studien bereits publiziert in Pau et al.: Can electromagnetic fields emitted by mobile phones stimulate the vestibular organ?. Otolaryngol Head Neck Surg 2005: 132 (1), 43-9, und Sievert et al.: Can mobile phone emissions affect auditory functions of cochlea or brain stem?. Otolaryngol Head Neck Surg 2005: 132 (3), 451-5.

Kollektiv: Video-Nystagmographie: 13 Personen, 5 Frauen und 8 Männer, Alter: 29 bis 58 Jahre. Ableitung früher akustisch evozierter Potenziale: 12 Personen, 5 Männer und 7 Frauen, Alter 19 bis 57 Jahre. Ableitung otoakustischer Emissionen: 10 Personen, 8 Frauen und 2 Männer, Aler 17 bis 59 Jahre.

Exposition: Zwei Mobiltelefone (Typ S 10 D) mit Signalgenerator (SMT 03) und Breitbandverstärker. Frequenz 889.6 MHz, Pulsmodulation 217 Hz, Pulsbreite 0.576 ms, Spitzenleistung 2.2 W. SAR (1g): 1.9 mW/g unter der Haut und 1.93 mW/g in 18 mm Tiefe (=Lokalisation des Gleichgewichtsorgans im Innenohr).

Methode: In der Nystagmographie-Studie wurden die Teilnehmer nacheinander an beiden Ohren exponiert und scheinexponiert, einmal mit gepulsten und einmal mit kontinuierlichem Signal. Daraus resultierten vier Messungen pro Innenohr und acht Messungen pro Person. Die Experimente zur Gewebeerwärmung erfolgten nicht am Menschen, sondern an verschiedenen Materialien (Spezialfolien, Wurstscheiben und Knochenstücke). Die Temperaturerhöhung wurde mittels Infrarotkamera untersucht. Im Experiment zu den akustisch evozierten Potenzialen wurden drei Expositionsarten getestet: Baseline (ohne Exposition), gepulstes Feld, kontinuierliches Feld. Die Dauer der Aufzeichnung betrug jeweils drei Minuten, dazwischen drei Minuten Pause. Berechnet wurden die Verteilung und die Mittelwerte der absoluten Latenzen der Wellen I, III und V. Statistischer Vergleich mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für gepaarte Daten.

Resultat: Die thermographischen Untersuchungen ergaben keine durch das Mobiltelefon induzierten Temperaturerhöhungen, die zu einem relevanten Stimulus des Hör- oder Gleichgewichtssystems führten. Die Nystagmographie zeigte keine Hinweise auf vestibuläre Reaktionen unter Mobiltelefonexposition. Es war kein Einfluss der Mobiltelefonexposition auf die evozierten Hirnstammpotenziale oder die otoakustischen Emissionen zu beobachten, weder bei gepulstem noch bei ungepulstem Signal.

Schlussfolgerung: In ihren Experimenten haben die Autoren keine kurzfristige Wirkung der Mobiltelefonexposition auf das Innenohr und das Hörsystem bis zum colliculus inferior im Hirnstamm beobachtet. Sie stellten auch keine Reaktionen der Gleichgewichtsrezeptoren im Innenohr und des Gleichgewichtssystems fest. Über Langzeiteffekte lassen sich keine Schlussfolgerungen ableiten.

Bemerkungen: Bis auf die Ergebnisse zum Distorsionsprodukt otoakustischer Emissionen sind die Resultate in den früheren, englischsprachigen Publikationen enthalten.

Finanzierung: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (D)

Ferreri F, Curcio G, Pasqualetti P, De Gennaro L, Fini R, Rossini PM.
Mobile phone emissions and human brain excitability.
Ann Neurol 2006; 60 (2): 188-196

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment zur Erregbarkeit der motorischen Grosshirnrinde nach Mobiltelefonexposition.

Kollektiv: 15 männliche Probanden (20 bis 36 Jahre), alle Rechtshänder.

Exposition: GSM-Mobiltelefon an der linken Kopfseite (Abstand: 40 mm). Frequenz: 902.4 MHz, Pulsfrequenz: 217 Hz, Sendeleistung: max. 2 W, durchschnittlich 0.25 W. Maximale SAR: 0.5 W/kg. Am Untersuchungstag war die Benutzung eines Mobiltelefons nicht erlaubt.

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Probanden durchliefen zwei Sitzungen im Abstand von einer Woche, die eine bei Mobiltelefonexposition, die andere bei Scheinexposition. Gemessen wurden die motorisch evozierten Potenziale (MEP) in der Grosshirnrinde vor und nach 45-minütiger Exposition resp. Scheinexposition sowie eine Stunde nach Ende der Exposition. Die Auslösung der evozierten Potenziale erfolgte nacheinander mittels rechts- und linksseitiger transkranieller Magnetstimulation über der für Handbewegungen zuständigen Gehirnregion. Zusätzlich wurde die Trommelfelltemperatur gemessen. Der statistische Vergleich zwischen linker und rechter (nichtexponierter) Hemisphäre sowie zwischen den verschiedenen Zeitpunkten erfolgte mittels Varianzanalyse.

Resultat: Die Auswertungen ergaben eine stärkere Erregbarkeit der Grosshirnrinde unmittelbar nach Mobiltelefonexposition. Der Unterschied zwischen den Hemisphären war statistisch signifikant ($p < 0.001$). Die Trommelfelltemperatur veränderte sich nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren ihr Ergebnis als Hinweis darauf, dass sich die Erregbarkeit der Grosshirnrinde unter Mobiltelefonexposition verändert.

Bemerkungen: Da es sich um das erste Experiment zu Mobiltelefonexposition und transkranieller Magnetstimulation handelt, sollten die Ergebnisse in weiteren Studien überprüft werden. Eine Korrektur für multiple Testung wurde nicht vorgenommen. Der Versuchsablauf ist nicht klar beschrieben: Im Text wird nur die linke Kopfseite als exponiert definiert, in den Graphiken sind auch Ergebnisse bei rechtsseitiger Exposition angegeben. Ein Unterschied zwischen Exposition und Scheinexposition war nur auf der linken Seite zu beobachten.

Finanzierung: Telecom Italia Mobile, Associazione Fatebenefratelli per la Ricerca

Landgrebe M, Hauser S, Langguth B, Frick U, Hajak G, Eichhammer P.

Altered cortical excitability in subjectively electrosensitive patients: Results of a pilot study.

J Psychosom Res 2007; 62 (3): 283-8

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Stromleitungen Experimentelle Studien	Unmittelbar	Europa

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie zur Untersuchung der Erregbarkeit der Grosshirnrinde bei Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität und Kontrollpersonen ohne Hypersensibilität.

Kollektiv: 23 Personen, die sich als hypersensibel gegenüber elektromagnetischen Feldern bezeichneten und zwei Kontrollgruppen aus einer repräsentativen Zufallsstichprobe in der Bevölkerung von Regensburg (Bayern). Die erste Kontrollgruppe bestand aus 23 Personen mit einem hohen Mass an unspezifischen Beschwerden (ohne Zusammenhang mit EMF), die zweite aus 26 Personen ohne unspezifische Beschwerden.

Exposition: Transkranielle Magnetstimulation im Bereich der Zentralfurche an der seitlichen Grosshirnrinde.

Methode: Mittels transkranieller Magnetstimulation wurde der individuelle Schwellenwert für eine motorische Reaktion festgestellt und mit verschiedenen Intervallen zwischen den einzelnen Stimuli die Erregbarkeit der Grosshirnrinde bestimmt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Kovarianzanalyse unter Berücksichtigung der ungleichen Geschlechterverteilung in den drei Gruppen. Eine Korrektur für multiple Testung wurde nicht vorgenommen.

Resultat: Die Schwellenwerte für eine motorische Reaktion unterschieden sich zwischen den drei Gruppen nicht signifikant. Bei Stimulation mit Intervallen von 2 und 6 ms ergaben sich ebenfalls keine Unterschiede. Bei Verwendung eines Intervalls von 15 ms war die Erregbarkeit der Grosshirnrinde in der Gruppe der Hypersensiblen signifikant niedriger als in den beiden anderen Gruppen ($p=0.0255$). Der Unterschied zur Gruppe mit mehr unspezifischen Beschwerden war grösser als die Differenz zur beschwerdefreien Gruppe.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen ihre Resultate als Evidenz dafür, dass sich Personen mit selbst berichteter

elektromagnetischer Hypersensibilität in Bezug auf die Erregbarkeit der Grosshirnrinde von der Allgemeinbevölkerung unterscheiden. Dies könnte auf Unterschiede in der Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischer Strahlung hinweisen. Die Ergebnisse dieser Pilotstudie sollten an grösseren Personengruppen überprüft werden.

Bemerkungen: Potenzielle Störfaktoren wurden berücksichtigt (Geschlechterverteilung, Häufigkeit von Depressionen etc.). Die Überprüfung der Ergebnisse in grösseren Studien erscheint sinnvoll und notwendig, insbesondere weil nicht für multiple Testung korrigiert wurde. In der Untersuchung von Ferreri et al. 2006 zeigte sich bei gesunden Probanden eine stärkere Erregbarkeit der Grosshirnrinde nach Mobiltelefonexposition (Ann Neurol 2006; 60 (2), 188-196).

Finanzierung: keine Angaben

Braun S, Langguth B, Landgrebe M, Frank E, Sand P, Hajak G, Eichhammer P.

Depression und kortikale Inhibition - Altered Cortical Inhibition in Patients with Major Depression.

Psychiatrische Praxis 2007; 34 (S1): S4-S5

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung zur Erregbarkeit der Grosshirnrinde mittels transkranieller Magnetstimulation bei Personen mit und ohne Depression.

Kollektiv: Zehn Patienten mit schwerer depressiver Störung (Major Depression): 2 Frauen, 8 Männer, Durchschnittsalter: 48 +/- 10.8 Jahre. Zehn gesunde Kontrollpersonen: 2 Frauen, 8 Männer, Durchschnittsalter: 43,6 +/- 6.2 Jahre. Die Teilnehmer nahmen zum Zeitpunkt der Untersuchung keine neurologischen oder psychiatrischen Medikamente.

Exposition: Transkranielle Magnetstimulation.

Methode: In beiden Studiengruppen wurden verschiedene Parameter der Erregbarkeit der Grosshirnrinde bestimmt: motorische Ruheschwelle, intrakortikale Inhibition und Fazilitation, Cortical Silent Period. Der statistische Vergleich erfolgte mittels t-Tests, Signifikanzniveau: 0.05.

Resultat: Bei den depressiven Patienten fand sich im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikant erhöhte intrakortikale Inhibition ($p=0.04$). Die anderen drei Parameter der kortikalen Erregbarkeit unterschieden sich nicht.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen eine Unterstützung der Hypothese, dass depressive Erkrankungen mit Funktionsveränderungen inhibitorischer Mechanismen im Gehirn assoziiert sind.

Bemerkungen: Aufgrund der kleinen Probandenzahl besteht eine beträchtliche statistische Unsicherheit. Die Alters- und Geschlechtsverteilung war in den Gruppen ähnlich, in der Auswertung wurden keine weiteren

Einflussfaktoren berücksichtigt. In einer anderen Studie untersuchten die Autoren die Erregbarkeit der Grosshirnrinde bei Personen mit und ohne elektromagnetischer Hypersensibilität: Landgrebe M. et al.: Altered cortical excitability in subjectively electrosensitive patients: Results of a pilot study. J Psychosom Res 2007: 62 (3), 283-8.

Finanzierung: keine Angaben

Auvinen A, Toivo T, Tokola K.

Epidemiological risk assessment of mobile phones and cancer: where can we improve?.

Eur J Cancer Prev 2006; 15 (6): 516-523

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über epidemiologische Studien zum Krebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzung und zur Erfassung der Exposition.

Kollektiv: Diverse Studienpopulationen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Zusammenfassung aktueller Studienresultate und Diskussion möglicher Fehlerquellen (Bias und Confounding).

Resultat: Unsicherheiten bestehen vor allem in der Expositionsabschätzung. Es hat sich gezeigt, dass die Angaben der Teilnehmer zur Mobiltelefonbenutzung schlecht mit objektiven Daten übereinstimmen. Unklar ist auch, welches Expositionsmaß entscheidend ist (kumulative Belastung, Spitzenwert oder Belastung über einem Schwellenwert). Weitere Probleme sind Unterschiede der verschiedenen Mobiltelefone und Netzwerke sowie die Benutzung von Freisprechanlagen und die Position des Mobiltelefons. Ausserdem ist mit Erinnerungsfehlern und Auswahlfehlern zu rechnen.

Schlussfolgerung: Um die Qualität der Expositionserfassung zu verbessern, empfehlen die Autoren zusätzlich zur Befragung prospektive oder gleichzeitige Messungen und die Kombination von subjektiven und objektiven Daten.

Finanzierung: Emil Aaltonen Foundation, National Technology Agency (TEKES), Finland

Klaeboe L, Lönn S, Scheie D, Auvinen A, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Salminen T, Tynes T. Incidence of intracranial meningiomas in Denmark, Finland, Norway and Sweden, 1968-1997. Int J Cancer 2005; 117 (6): 996-1001

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Verlaufs der Meningeominzidenz in Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden in den letzten dreissig Jahren. Meningeome sind überwiegend gutartige Tumore der Hirnhaut.

Kollektiv: Personen im Alter von 15 bis 84 Jahren, bei denen gemäss Krebsregister zwischen 1968 und 1997 ein Meningeom diagnostiziert worden war.

Exposition: nicht spezifiziert.

Methode: Die Erkrankungszahlen stammten aus den landesweiten, bevölkerungsbasierten Krebsregistern der vier skandinavischen Länder. Berechnet wurden altersstandardisierte Inzidenzen pro 100'000 Personen-Jahre bezogen auf vier Altersgruppen. Die Analyse der Zeittrends erfolgte mittels Poisson-Regression.

Resultat: Von 1968 bis 1997 wurden insgesamt 18'630 Erkrankungen an einem primären, intrakraniellen Meningeom registriert. Die altersstandardisierte Inzidenzrate für alle vier Länder gemeinsam zeigte bei Männern einen Anstieg von 1.4 auf 1.9, bei Frauen von 2.6 auf 4.5 pro 100'000 Personen-Jahre. Das entsprach einer durchschnittlichen Zunahme pro 3-Jahresperiode um 3.9% (95% CI: 3.0-4.9) bei Männern und um 5.6% (95% CI: 5.0-6.3) bei Frauen. Der Inzidenzanstieg war in allen Altersgruppen bei Frauen deutlicher als bei Männern, und der Unterschied zwischen den Geschlechtern nahm im Verlauf zu (vor allem in mittleren Altersgruppen bis zu dreimal mehr Frauen erkrankt).

Schlussfolgerung: Gemäss der Zusammenfassung der Autoren zeigen die Daten einen Anstieg der

Meningeominzidenz. Die Zunahme der Fallzahlen in den späten 1970er-Jahren bei über 60-Jährigen ist auf die Einführung der Computertomographie zurückzuführen. Der stärkere Anstieg bei Frauen könnte im Zusammenhang mit der Zunahme der Hormontherapie stehen. Die Evidenz für eine Assoziation mit elektromagnetischer Strahlung (hoch- oder niederfrequent) ist zur Zeit schwach.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine Registerstudie, in der Risikofaktoren nicht auf individueller Ebene erfasst werden konnten. Die Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung wird nur am Rand erwähnt. Vgl.: Kjaer et al., Int J Cancer 2005; 117(6): 996-1001, zur Meningeominzidenz.

Finanzierung: keine Angaben

Schüz J, Johansen C.

A comparison of self-reported cellular telephone use with subscriber data: agreement between the two methods and implications for risk estimation.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (2): 130-136

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Expositionserfassung in Studien zur Mobiltelefonbenutzung: Vergleich zwischen Teilnehmerangaben und Daten von Mobilfunkbetreibern.

Kollektiv: Teilnehmer an einer retrospektiven Kohortenstudie und an einer Fall-Kontrollstudie mit 1355 Teilnehmern zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern in Dänemark.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung. In der Kohortenstudie wurde die Exposition durch Betreiberdaten erfasst, in der Fall-Kontrollstudie in persönlichen Interviews.

Methode: Methodik und Ergebnisse der beiden Studien sind publiziert in: Schüz et al., J Natl Cancer Inst 2006: 98 (23), 1707-1713 und Christensen et al., Neurology 2005: 64 (7), 1189-1195. In der Vergleichsstudie wurden die persönlichen Angaben als "Goldstandard" für die Expositionserfassung verwendet. Der Vergleich erfolgte mittels Kappa-Statistik und logistischer Regression. Der Einfluss der Fehlklassifikation und des Selektionsbias auf die Risikoschätzer wurde in nicht konditionalen Regressionsanalysen untersucht.

Resultat: Es zeigte sich eine mässige Übereinstimmung zwischen den beiden Arten der Expositionserfassung (kappa: 0.3, 95%-CI: 0.23-0.36) mit einer niedrigen Sensitivität (30%) und einer hohen Spezifität (94%). In der Kontrollgruppe war die Übereinstimmung etwas besser als bei Patienten, und bei weniger schwer Erkrankten besser als bei Patienten mit sehr bösartigen Tumoren. Bei Männern war die Sensitivität höher, bei Frauen dagegen die Spezifität. In Bezug auf das Hirntumorrisiko ergaben sich keine grossen Unterschiede: Die Odds Ratios für Akustikusneurinome lagen bei 0.7 (Teilnehmerangaben) resp. 0.6 (Betreiberdaten), für Gliome bei 0.9 resp. 1.1 (95%-CI: 0.8-1.6) und für Meningeome bei 0.9 resp. 0.7.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen dass beide Arten der Expositionserfassung Vor- und Nachteile haben. Bei beiden ist eine Unterschätzung der tatsächlichen Assoziation möglich. Diskrete Risikoerhöhungen im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung könnten daher mit beiden Methoden unerkannt bleiben.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, empfiehlt sich bei interviewgestützten Fall-Kontrollstudien die Durchführung von Validierungsstudien mit Betreiberdaten, um die Auswirkungen der Fehlklassifikation abschätzen zu können. In prospektiven Studien sollten zusätzlich zu den Betreiberdaten Angaben zur Mobiltelefonbenutzung in der Vergangenheit erhoben werden.

Finanzierung: Danish Strategic Research Council

Neubauer G, Feychting M, Hamnerius Y, Kheifets L, Kuster N, Ruiz I, Schüz J, Uberbacher R, Wiart J, Rösli M.

Feasibility of future epidemiological studies on possible health effects of mobile phone base stations.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (3): 224-230

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Machbarkeit epidemiologischer Studien zu Auswirkungen von Hochfrequenzsendern auf das Wohlbefinden oder die Gesundheit.

Kollektiv: Allgemeinbevölkerung.

Exposition: Exposition durch Mobilfunkbasisstationen und andere Hochfrequenzsender.

Methode: Übersichtsartikel zu Problemen der Erfassung von Expositionen und Zielgrössen in epidemiologischen Studien.

Resultat: Die Entfernung von einer Mobilfunkbasisstation ist kein geeignetes Mass für die Expositionsabschätzung. Einzelmessungen, z.B. in Gebäuden, sollten durch kontinuierliche Messungen ergänzt werden. Die Validität des Expositionsmasses sollte in Pilot- oder Validierungsstudien überprüft werden. Eine weitere Schwierigkeit ist die Unterscheidung zwischen gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Befürchtungen im Zusammenhang mit der Exposition und durch tatsächlich physikalische Auswirkungen. Eine Verblindung der Probanden in Bezug auf den Expositionsstatus ist oft nicht möglich. In Feldstudien und Querschnittserhebungen muss die Auswahl der Teilnehmer zufällig erfolgen, und es sollten Daten zu den Nichtteilnehmenden vorliegen, um Selektionsbias zu vermeiden. Anzustreben ist die Erfassung aller Hochfrequenzexpositionen, nicht nur einer bestimmten Art von Sendeanlagen (Reduktion von Fehlklassifizierung und Confounding).

Schlussfolgerung: Um die Hochfrequenzexposition zuverlässig zu erfassen, empfehlen die Autoren den Einsatz von frequenzselektiven Personen-Exposimetern und die Durchführung von Einzelmessungen und

kontinuierlichen Messungen. Zusätzlich sollten analytische oder numerische Verfahren zur Modellierung der Exposition zum Einsatz kommen.

Finanzierung: Schweizerische Forschungsstiftung Mobilkommunikation, Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Gesundheit

Hardell LO, Carlberg M, Söderqvist F, Hansson Mild K, Morgan LL.

Long-term use of cellular phones and brain tumours - increased risk associated with use for > 10 years.

Occup Environ Med 2007; 64 (9): 626-632

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zum Hirntumorrisiko von Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Systeme: analog 450 MHz, GSM 900 und 1800 MHz, DECT 900 und 1900 MHz.

Methode: Die Literaturrecherche in PubMed ergab 18 Publikationen zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern. Zwei Arbeiten betrafen eine Kohortenstudie, die übrigen 16 bezogen sich auf Fall-Kontrollstudien. Die Ergebnisse wurden in einer Metaanalyse mit Zufallseffektmodell ausgewertet.

Resultat: In Bezug auf das Meningeomrisiko zeigte sich kein einheitlicher Risikoanstieg. Für Akustikusneurinome und Gliome ergaben sich Zusammenhänge mit der Mobiltelefonbenutzung. Dabei nahmen die relativen Risiken bei über zehnjährigem Gebrauch zu und bei Personen, die auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite erkrankt waren. Die Metaanalyse ergab bei über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung für das Akustikusneurinom insgesamt eine Odds Ratio von 1.3 (95%-CI: 0.6-2.8), bei ipsilateralem Gebrauch von 2.4 (95%-CI: 1.1-5.3). In Bezug auf das Gliomrisiko lagen die ORs bei 1.2 (95%-CI: 0.8-1.9), respektive 2.0 (95%-CI: 1.2-3.4).

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die Ergebnisse als konsistente Assoziation zwischen der langjährigen Mobiltelefonbenutzung (>10 J.) und dem Risiko, an einem Akustikusneurinom oder einem Gliom zu erkranken. Am deutlichsten war der Zusammenhang bei Personen, die auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite erkrankt waren.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen einige Informationen zum Vorgehen bei der Literaturrecherche, z.B. über den Publikationszeitraum, und zur statistische Auswertung. Wurden in der Metaanalyse die Resultate aller Studien gleichmässig gewichtet? Gibt es Überlappungen zwischen den schwedischen Fall-Kontrollstudien? Der Abstract in PubMed stimmt nicht mit dem Abstract der Publikation überein.

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Valentini E, Curcio G, Moroni F, Ferrara M, De Gennaro L, Bertini M.

Neurophysiological effects of mobile phone electromagnetic fields on humans: A comprehensive review.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (6): 415-432

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über experimentelle Studien an Menschen zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das Gehirn.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive

Exposition: Mobiltelefone in verschiedenen experimentellen Settings.

Methode: Die Literatursuche in PubMed ergab 49 Publikationen aus den letzten 10 Jahren. 17 Artikel wurden von der Review ausgeschlossen, weil sie eines oder mehrere der folgenden Qualitätskriterien nicht erfüllten: a) Verblindung (mindestens einfach), b) Randomisierung und/oder ausgeglichene Reihenfolge, c) detaillierte Expositionsbeschreibung, d) adäquate statistische Auswertung. Studien, bei denen nur die Angabe der spezifischen Absorptionsrate (SAR) fehlte, wurden in der Übersicht berücksichtigt.

Resultat: In den Experimenten zum EEG im Wachzustand zeigte sich am einheitlichsten ein Anstieg der Alpha-Aktivität. Das Schlaf-EEG zeigte Zunahmen im Alpha- und Sigaband während der ersten Non-REM-Phase und nach 30-minütiger Exposition. Die Resultate zu Auswirkungen auf die evozierten Potenziale waren nicht einheitlich. In einigen Studien wurden Veränderungen der zerebralen Durchblutung in den am stärksten exponierten Arealen beobachtet. Insgesamt lassen sich die Experimente wegen der methodischen Unterschiede schlecht vergleichen.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die Mobiltelefonexposition möglicherweise die Erregbarkeit der Grosshirnrinde beeinflusst. Zukünftige Studien sollten grössere Probandengruppen untersuchen, um die statistische Power zu erhöhen, doppelt verblindet und randomisiert durchgeführt werden und detaillierte Angaben

zur Dosimetrie enthalten. Ebenfalls wichtig ist die korrekte statistische Auswertung mit Korrektur für multiple Testung.

Bemerkungen: Von 49 relevanten Publikationen wurden 17 wegen methodischer Mängel ausgeschlossen. Dadurch könnten interessante Erkenntnisse verloren gehen. Die Empfehlungen zur Verbesserung der Qualität sind sicher berechtigt. Ein Kommentar von Q. Balzano und M. Swicord zur Frage der Plausibilität biologischer Effekte sowie eine Antwort der Autoren sind zu finden in: Bioelectromagnetics 2008; 29 (5): 410 und 411.

Finanzierung: keine Angaben

Cinel C, Boldini A, Russo R, Fox E.

Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (6): 493-496

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation des Experiments von Maier et al. zur Veränderung der auditorischen Ordnungsschwelle nach Mobiltelefonexposition: Effects of pulsed electromagnetic fields on cognitive processes - a pilot study on pulsed field interference with cognitive regeneration. Acta Neurol Scand 2004; 110 (1), 46-52.

Kollektiv: 168 Probanden, davon 54 Männer, 18 bis 42 Jahre.

Exposition: Mobiltelefon, das ein kontinuierliches Signal, ein moduliertes GSM-Signal (888 MHz) oder ein Scheinsignal emittieren konnte. Die mittlere spezifische Absorptionsrate (SAR 10) betrug bei beiden Signalen 1.4 W/kg. Im GSM-Modus lag die maximale SAR bei 11.2 W/kg. Jeweils 84 Probanden wurden dem GSM-Signal resp. dem kontinuierlichen Signal exponiert. Bei je 42 Teilnehmern in jeder Gruppe befand sich das Mobiltelefon am linken Ohr, bei den anderen 42 am rechten Ohr.

Methode: Alle Probanden durchliefen zwei Sitzungen. In beiden Sitzungen absolvierten sie zu Beginn und am Ende den Test zur Bestimmung der Ordnungsschwelle. Dazwischen fand die 40-minütige Exposition resp. Scheinexposition statt. Der Test bestand aus zwei identischen Tönen (300 Hz), die mit Abständen von 5 bis 240 ms nacheinander jeweils einem Ohr präsentiert wurden. Die Aufgabe bestand darin, anzugeben, auf welcher Seite der erste Ton jedes Paares präsentiert worden war. Verglichen wurde der minimale Zeitabstand, bei dem noch mindestens 60% der ersten Töne dem richtigen Ohr zugeordnet werden konnten. Die statistische Auswertung erfolgte mittels gemischter faktorieller Varianzanalyse (ANOVA).

Resultat: Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen realer Exposition und Scheinexposition bezüglich der durchschnittlichen auditorischen Ordnungsschwellen. Das galt sowohl für das GSM-Signal als auch für das kontinuierliche Signal.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihrem Experiment keinen Hinweis auf eine Veränderung der Ordnungsschwelle durch die Mobiltelefonexposition.

Bemerkungen: Die Powerberechnung ergab bei einer angenommenen Effektgrösse von $d=0.3$ eine statistische Power von 95% für 150 Probanden. Die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese bei einem signifikanten Testergebnis korrekterweise abzulehnen, lag also bei 95%. Wegen der beiden unterschiedlichen Expositionssignale und der rechts- oder linksseitigen Befeldung erfolgte der statistische Vergleich zwischen Exposition und Scheinexposition allerdings nur für jeweils 42 Teilnehmer. Für diese Vergleiche ist keine Powerberechnung angegeben.

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research Programme, Grossbritannien

Preece AW, Georgiou AG, Dunn EJ, Farrow SC.

Health response of two communities to military antennae in Cyprus.

Occup Environ Med 2007; 64 (6): 402-8

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Schlafphasen und Schlafqualität

Sterblichkeit (allgemein)

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Häufigkeit unspezifischer Beschwerden in der Umgebung einer Militärantenne auf Zypern.

Kollektiv: In drei Dörfern wurden Fragebogenerhebungen zu unspezifischen Beschwerden und Expositionsmessungen durchgeführt: Akrotiri in der Nähe der Militärfunkantenne mit 800 Einwohnern, Asomatos mit 350 Einwohnern (überwiegend Mobilfunkexposition) und Pano Kyvides, etwa 15 km nordöstlich der Militärfunkantenne mit 1000 Einwohnern (Kontrollregion). Die Fragebögen wurden an alle Haushalte der drei Orte verteilt.

Exposition: Die Hochfrequenzexposition wurde in Akrotiri an zwei zentralen Punkten gemessen, in den beiden anderen Ortschaften an jeweils einer Stelle. Die Messungen erfolgten in Abständen von 10 Minuten über einen Zeitraum von zwei Jahren. Zusätzlich wurde an zwei Terminen die Exposition durch die Militärantenne mit einem fahrbaren Messgerät in Akrotiri und Asomatos erfasst. Während dieser Zeit wurde die Antenne (Frequenz: 17.6 MHz) mit einer Sendeleistung von 100 kW betrieben und der Hauptsendestrahle in die entsprechende Richtung gelenkt. Gleichzeitig wurde mit einem handgehaltenen Exposimeter die Gesamtbelastung im Bereich von 100 KHz bis 3 GHz gemessen.

Methode: Abgesehen von der Befragung wurden Informationen über die Mortalität in den drei Orten gesammelt. Da die offiziellen Daten unzureichend waren, wurde die Anzahl der Todesfälle in den letzten Jahren zusätzlich nach den Angaben der Dorfbewohner sowie durch Grabsteinzählungen auf den Friedhöfen abgeschätzt. Die statistische Auswertung für die vier Hauptzielgrößen - Migräne, Kopfschmerzen, Schwindel und Depression - erfolgte mittels logistischer Regression.

Resultat: Die Teilnahmerate betrug 87% in Akrotiri, 77% in Asomatos und 92% in Pano Kyvides. In Akrotiri lag die durchschnittliche Feldstärke von allen Expositionsquellen zusammen bei 0.57 V/m (SD=0.24), für die Militärantenne bei 0.11 V/m. In Asomatos lagen die Werte bei 0.46 resp. 0.04 V/m. Die Innenraum-Messungen ergaben für den Frequenzbereich um 900 MHz in den beiden als exponiert eingestuften Orten Feldstärken bis maximal 0.9 V/m, durchschnittlich im Bereich von 0.04 bis 0.06 V/m. In der Kontrollregion lagen die Messwerte unter 0.01 V/m.

Die Angaben der Studienteilnehmer zeigten für Migräne in Akrotiri ein signifikant erhöhtes Risiko (adjustierte OR: 3.32, 95%-CI: 2.14-5.14), in Asomatos von 1.56 (95%-CI: 0.86-2.85). In Bezug auf Kopfschmerzen waren die ORs in beiden Orten signifikant erhöht (4.16, 95%-CI: 2.96-5.84 resp. 1.78, 95%-CI: 1.14-2.79), ebenso für Schwindel und Depression. Ebenfalls häufiger angeführt wurden Asthma und Herzprobleme (keine ORs und CIs angegeben). Für Diabetes, neurologische Krankheiten und Krebserkrankungen bestanden keine signifikanten Unterschiede. Auch die Einschätzung verschiedener Umweltrisiken war in Akrotiri höher als in den anderen Orten. Die Sterblichkeit konnte nicht verglichen werden, da sich die Ergebnisse der drei Erhebungsmethoden zu stark unterschieden.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen nicht aus, dass sich die Nähe von leistungsstarken Hochfrequenzsendern auf das Wohlbefinden und die Gesundheit auswirkt. Die Feldlevel weisen aber nicht auf eine ursächliche Beziehung hin. Als alternative Erklärungen erwähnen sie die Risikowahrnehmung in der Nähe von Sendeanlagen und die mögliche Assoziation mit anderen Umweltbelastungen, inklusive Lärm.

Bemerkungen: Es werden keine Angaben zu den Personen gemacht, die nicht an der Studie teilgenommen haben. Da der Erhebung eine heftige öffentliche Debatte um die Militärantenne vorausging, ist anzunehmen, dass sich in den exponierten Orten überwiegend besorgte Personen beteiligten (Selektionsbias). Dafür spricht auch die höhere Einschätzung von Umweltrisiken bei den Bewohnern von Akrotiri. Die Expositionsmessungen erfolgten an einzelnen, zentralen Punkten auf oder in öffentlichen Gebäuden, über die tatsächliche Belastung der einzelnen Teilnehmer ist nichts bekannt.

Die Darstellung von Methodik und Resultaten in der Publikation ist mangelhaft: Das Vorgehen bei den Messungen wird ungenau beschrieben, teilweise sind die Angaben widersprüchlich. Die Odds Ratios zum Beschwerderisiko stimmen in Abstract und Artikel nicht überein, bei einigen Resultaten fehlen Angaben zur Signifikanzprüfung. Es ist unklar, wie viele Frauen den Fragebogen zur reproduktiven Gesundheit ausfüllten, und die Anzahl der Fehl- und Frühgeburten etc. wurde nicht durch objektive Daten überprüft. Auch die Anzahl der sonstigen Erkrankungen, Infektionen und Beschwerden beruht offenbar lediglich auf Fragebogenangaben. Insgesamt lässt sich nicht beurteilen, ob die beobachteten Unterschiede im Zusammenhang mit der Hochfrequenzexposition stehen.

Finanzierung: Cyprus Ministry of Health

Wolf M, Haensse D, Morren G, Froehlich J.

Do GSM 900MHz signals affect cerebral blood circulation? A near-infrared spectrophotometry study.

Optics Express 2006; 14 (13): 6128-6141

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von Effekten der Mobiltelefonexposition auf die Gehirndurchblutung mittels Nahinfrarot-Spektroskopie.

Kollektiv: 16 Probanden, davon 15 Männer. Durchschnittsalter: 31.2 +/- 6.3 Jahre.

Exposition: Exponiert wurde mit einem pulsmodulierten Signal, das demjenigen eines GSM-Mobiltelefons ähnelte, Frequenz: 900 MHz. Die planare Antenne befand sich in 11 cm Entfernung von der linken Kopfseite. Alle Teilnehmer wurden zwei verschiedenen Intensitäten (SAR10: 1.2 und 12 W/kg) sowie Scheinexposition ausgesetzt. Appliziert wurde eine intermittierende Befeldung (2 Sek. an, 2 Sek. aus), die insgesamt fünf Minuten dauerte. Nach jeweils 20 Sekunden wurde die Spektrophotometrie 60 Sekunden lang ohne Exposition fortgesetzt. Die Messdauer betrug insgesamt 24 Minuten.

Methode: Doppelt verblindeten Crossover-Studie. Als Indikator für Blutfluss und Blutvolumen diente die Konzentration von Oxyhämoglobin und Desoxyhämoglobin im Bereich des vorderen Stirnlappens (Präfrontalkortex). Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse. Es wurde eine Bonferroni-Korrektur für multiple Testung verwendet, das Signifikanzniveau lag bei $p < 0.016$.

Resultat: Es zeigten sich einige signifikante Unterschiede während der Exposition, die auf eine Abnahme der Gehirndurchblutung in Regionen des vorderen Stirnlappens (Präfrontalkortex) hinwiesen ($p = 0.009$ bis 0.016). Das Ausmass der Veränderungen war geringer als physiologische Schwankungen bei normaler Gehirnaktivität. Es war weder eine Dosis-Wirkungsbeziehung zu beobachten, noch zeigten sich Veränderungen in den ersten zwanzig Minuten nach Expositionsende. Auch auf der rechten Kopfseite ergab sich ein signifikantes Resultat. Die Probanden waren nicht in der Lage, zwischen realer Exposition und Scheinexposition überzufällig oft zu

unterscheiden.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die Ergebnisse nicht sehr plausibel sind, weil auch auf der nichtexponierten Seite ein Unterschied beobachtet wurde. Zudem wurden viele statistische Tests durchgeführt, so dass die Resultate in weiteren Untersuchungen überprüft werden sollten.

Finanzierung: Forschungsstiftung Mobilkommunikation und Bundesamt für Gesundheit (CH)

Balik HH, Turgut-Balik D, Balikci K, Ozcan IC.

Some ocular symptoms and sensations experienced by long term users of mobile phones.

Pathol Biol (Paris) 2005; 53 (2): 88-91

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fragebogenerhebung zur Häufigkeit von Augenbeschwerden bei Mobiltelefonbenutzern in der Türkei.

Kollektiv: 695 zufällig ausgewählte Personen aus dem türkischen Ort Elazig, darunter 193 Frauen.

Exposition: 157 Frauen und 392 Männer benutzten ein Mobiltelefon, insgesamt ca. 80% der Teilnehmer. Die Mobiltelefonbenutzer wurden nach Besitzdauer in Kategorien eingeteilt (1 bis 4 und mehr Jahre).

Methode: Gefragt wurde nach sechs Augensymptomen: Verschwommensehen, Rötung, Sehstörungen, Entzündung, Hypersekretion, Tränenfluss. Statistische Auswertung mittels Varianzanalyse.

Resultat: Vier der sechs Symptome wurden von Mobiltelefonbenutzern häufiger angegeben. Der Anteil der Betroffenen nahm bei längerer Besitzdauer nicht zu.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, es gebe statistische Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Augenbeschwerden.

Bemerkungen: Die Untersuchung hat gravierende methodische Mängel: Es ist nicht ersichtlich, ob die angegebenen Beschwerden erst nach Beginn der Mobiltelefonbenutzung auftraten. Unter anderem fehlen Angaben zu Sozialstatus und Beruf, es wurden keine Korrekturen für Alter und Geschlecht vorgenommen, und die Zahlenangaben in den Tabellen sind nicht nachvollziehbar bzw. fehlerhaft. Als Resultate werden lediglich Prozentsätze und p-Werte präsentiert, keine Odds Ratios oder andere Risikoschätzer. Die Daten lassen keinerlei Schlussfolgerungen zu.

Finanzierung: keine Angaben

Eltiti S, Wallace D, Zougkou K, Russo R, Joseph S, Rasor P, Fox E.
Development and evaluation of the electromagnetic hypersensitivity questionnaire.
Bioelectromagnetics 2007; 28 (2): 137-151

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Hautreaktionen Herz-Kreislaufsystem Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Stromleitungen Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien	Nicht bestimmt	Europa

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung eines Fragebogens zur Bestimmung der Symptome bei elektromagnetischer Hypersensibilität und ihrer Häufigkeit in der Allgemeinbevölkerung von Grossbritannien.

Kollektiv: Der Fragebogen wurde an 518 Personen aus Colchester getestet und dann an 20'000 zufällig ausgewählte Probanden in der Umgebung von Colchester verschickt. In einer dritten Phase wurde die Validität und Zuverlässigkeit des Fragebogens an 88 Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität getestet.

Exposition: Verschiedene Quellen elektromagnetischer Strahlung.

Methode: Der Fragebogen enthielt acht Symptomskalen: neurovegetative Symptome, Haut, Gehör, Kopfschmerzen, Herz- und Atemwege, Erkältung, Bewegungsapparat und Allergien. Vor dem zweiten Versand fügten die Autoren weitere Fragen zu Symptomen an, die von den ersten Testpersonen im Zusammenhang mit EMF genannt worden waren.

Resultat: Die Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität gaben in allen Symptomskalen stärkere Beschwerden an als nicht sensible Teilnehmer. Der Schweregrad der Symptome war höher als in der Gesamtbevölkerung und das Wohlbefinden geringer.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass mit diesem Fragebogen elektrosensible Personen für Forschungsvorhaben ausgewählt und klassifiziert werden können.

Finanzierung: Mobile Telecommunication and Health Research Program (UK)

Hecht, K.

Auswirkungen von Elektromagnetischen Feldern - eine Recherche russischer Studienergebnisse 1960-1996.
Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2001; 14 (3): 222-232

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Studientyp:
Radar.
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell
Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Herz-Kreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem
Land:
Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über Studien zu Auswirkungen von EMF auf die Gesundheit, die in russischer Sprache publiziert wurden.

Kollektiv: Verschiedene Kollektive, auch Tierexperimente werden erwähnt.

Exposition: Diverse Expositionsarten und -quellen aus verschiedenen Frequenzbereichen. Berufliche Expositionen, aber auch Radaranlagen und Hochspannungsleitungen.

Methode: Literaturübersicht. Es werden "ausgewählte Studienergebnisse" der russischen Fachliteratur von 1960 bis 1996 referiert, ein Anspruch auf Vollständigkeit besteht nicht. Gesundheitliche Endpunkte: unspezifische Beschwerden, EEG-Veränderungen, neurovegetatives Syndrom, Herz-/Kreislaufsystem.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ausführungen, dass elektromagnetische Felder bioaktive Effekte haben, die von verschiedenen Faktoren abhängen. In der Symptomatik bestehen Ähnlichkeiten mit dem Chronic Fatigue Syndrom.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine stichwortartige, unsystematische Auflistung von Informationen aus den unterschiedlichsten Studien und zu verschiedenen Endpunkten. Unklar ist, welche Studien ausgewählt wurden und wie die Ergebnisse zustande kamen. Die Wiedergabe der Resultate ist unzureichend und die Formulierungen oft unverständlich.

Röösli M, Lörtscher M, Egger M, Pfluger D, Schreier N, Lörtscher E, Locher P, Spoerri A, Minder C.
Leukaemia, Brain Tumours and Exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields: Cohort Study of Swiss
Railway Employees.
Occup Environ Med 2007; 64 (8): 553-559

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Evaluation des früher beobachteten erhöhten Leukämierisikos bei Bahnangestellten in der Schweiz (vgl. Minder et al., American Journal of Epidemiology 2001: 153 (9), 825-835, Id.Nr. 1460).

Kollektiv: Alle Männer, die zwischen 1972 und 2002 bei den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) als aktive oder pensionierte Mitarbeiter im Personal- oder Pensionskassenverzeichnis registriert waren. Berufsgruppen: Zugführer, Rangierlokführer, Zugbegleiter, Stationsvorsteher. Die Kohorte bestand aus 20'141 Männern, der Beobachtungszeitraum umfasste 464'129 Personen-Jahre.

Exposition: Eisenbahnstrom, Frequenz: 16.7 Hz. Für alle Berufsgruppen wurde anhand von Messungen (1993/1994 und 2003/2004) und Modellierungen eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung pro Jahr berechnet. Bei den Berechnungen wurden Faktoren wie die unterschiedlichen Motor- und Zugtypen sowie die Fahrzyklen und die Auslastung der Züge berücksichtigt.

Methode: Der Beobachtungszeitraum wurde im Anschluss an die frühere Untersuchung von Minder et al. 2001 um 9 Jahre verlängert (1994-2002). Die anonymen Daten der Sterbeurkunden (Bundesamt für Statistik) wurden mittels Wahrscheinlichkeitsverfahren den Bahnangestellten zugeordnet und die Todesursachen verglichen. Primäre Zielgrössen waren die Sterblichkeit an bösartigen Tumoren des blutbildenden und lymphatischen Systems sowie an Gehirntumoren. Der statistische Vergleich zwischen verschiedenen Berufsgruppen und Belastungskategorien gemäss kumulativer Exposition seit Beginn der Berufstätigkeit erfolgte mittels Cox-Proportional-Hazard-Modellen. Als zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt wurde das Alter der Personen und die Zeitperiode.

Resultat: Am stärksten exponiert waren Zugführer mit einer mittleren Jahresbelastung von ungefähr 21 μ T und einer medianen kumulativen Exposition von 120 μ T-Jahren. Rangierlokführer hatten eine mediane kumulative Exposition von 42, Zugbegleiter von 13 und Stationsvorsteher von 6 μ T-Jahren. Im Beobachtungszeitraum starben insgesamt 1756 Personen an einer Tumorerkrankung, davon 162 an einer Leukämie oder einem Lymphom.

Die Auswertung der Daten ergab eine geringe, statistisch signifikante Erhöhung der Gesamtmortalität bei Rangierlokführern und Zugbegleitern (Hazard Ratios: 1.12, 95%-CI: 1.00-1.26 und 1.13, 95%-CI: 1.05-1.21). Die Leukämiesterblichkeit war bei Zugführern im Vergleich zu weniger stark exponierten Stationsvorstehern erhöht, wenn auch statistisch nicht signifikant (Hazard Ratio: 1.43, 95%-CI: 0.74-2.77). Auch das Risiko eines Hodgkin-Lymphoms resp. einer myeloischen Leukämie lag in der Gruppe der Zugführer mit 3.29 (95%-CI: 0.69-15.63) resp. 4.74 (95%-CI: 1.04-21.60) über derjenigen der Stationsvorsteher. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und lymphatischer Leukämie, Non-Hodgkin-Lymphomen oder Hirntumoren.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und dem Risiko von myeloischer Leukämie und Hodgkin-Lymphomen, aber nicht für andere Tumoren des blutbildenden und lymphatischen System oder für Hirntumore. Die Assoziation war nicht so deutlich wie in früheren Studien, weil die Leukämiesterblichkeit bei wenig exponierten Zugbegleitern und Stationsvorstehern seit den frühen 1990er Jahren zugenommen hat. Die Ursachen für diese Zunahme sind nicht bekannt.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, war die Anzahl der Todesfälle in den einzelnen Tumorkategorien nicht sehr hoch (zwischen 15 und 38 Fälle), daher sind die Vertrauensintervalle breit. Da es in der Schweiz kein landesweites Krebsregister gibt, konnte nicht die Inzidenz der Erkrankungen erfasst werden, sondern nur die Erkrankungen, die als Todesursache registriert worden waren. Durch Fehlklassifikation der Exposition oder der Erkrankung könnte der Zusammenhang abgeschwächt worden sein. Abgesehen von Alter und Zeitperiode konnten keine weiteren Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Bekannte Risikofaktoren für Leukämie sind Röntgenstrahlen, Chemotherapie, Tabakrauch, Benzolexposition und Infektionen. Unterschiede im Rauchverhalten und/oder im sozioökonomischen Status könnten die beobachtete Erhöhung der Gesamtmortalität bei Rangierern und Zugbegleitern erklären. Ergebnisse der Kohortenstudie zum Risiko neurodegenerativer Erkrankungen sind zu finden in: Rösli M. et al., Neuroepidemiology 2007: 28 (4), 197-206. Die Ergebnisse zu Herz-/Kreislauferkrankungen finden sich in: Rösli et al., Environmental Health (online publication) 2008: 7 (35), doi:10.1186/1476-069X-7-35.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health, Swiss Federal Office of Transport

Germann, P.

Einfluss der Mobilfunkbelastung: Retikulozytenreifung und funktionelle Beschwerden.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2007; 20 (1): 28-33

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Retikulozytenreifung im Zusammenhang mit der Hochfrequenzbelastung durch Mobilfunksender. Retikulozyten sind junge, noch nicht ganz ausgereifte rote Blutkörperchen (Erythrozyten).

Kollektiv: 1232 Personen liessen sich Blut abnehmen. Bei 625 Personen wurde nach Inbetriebnahme einer Mobilfunkbasisstation erneut eine Blutprobe untersucht. Die zweite Blutentnahme erfolgte in einem Abstand von 6 bis 12 Monaten. Von 2001 bis 2005 wurden die Daten von 20 Gruppen aus Deutschland zusammengetragen, über 90% stammten von Personen aus ländlichen Gebieten Bayerns, Hessens und Niedersachsens. Fünf bis 10% der Teilnehmer waren Kinder.

Exposition: Inbetriebnahme eines Mobilfunksenders.

Methode: Aus den Blutproben wurden elf Parameter des roten und weissen Blutbilds untersucht, darunter auch die Reifungsstadien der Retikulozyten, die durch eine Abnahme der basophilen Granula in den Zellen gekennzeichnet sind: HFR (high fluorescent reticulocyte), MFR (middle fluorescent reticulocyte) und LFR (low fluorescent reticulocyte).

Resultat: Bei der ersten Blutentnahme lag der Anteil der Retikulozyten an der Gesamtzahl der Blutzellen im Durchschnitt bei 11.07 Promille (Normbereich: 7 bis 15), in der zweiten Probensammlung bei 8.92 Promille. Der Vergleich der Werte vor und durchschnittlich ein Jahr nach Beginn des Sendebetriebs in den einzelnen Personengruppen ergab sowohl Zu- als auch Abnahmen der Retikulozytenzahl. Bei 72% der Personen fand sich eine Verringerung, bei 24% eine Erhöhung der Werte. Die Auswertung von Fragebögen zu unspezifischen Beschwerden wies auf eine Zunahme von Schlafstörungen (20.4 vs. 27.5%) und Kopfschmerzen (16.1 vs. 29.8%)

nach Einschalten der Sendeanlagen hin.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Messwerten Hinweise auf Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf den Menschen. Sie stufen ihre Arbeit als Orientierungsuntersuchung ein, deren vorläufige Ergebnisse in methodisch aufwändigeren Studien mit und unter Berücksichtigung anderer Einflussfaktoren überprüft werden müssen.

Bemerkungen: Die Untersuchung genügt grundlegenden wissenschaftlichen Anforderungen nicht: Bei der Rekrutierung der Teilnehmer über Bürgerinitiativen wurde nicht auf eine zufällige Auswahl geachtet, so dass mit einem Selektionsfehler zu rechnen ist. In der Publikation fehlen entscheidende Informationen zur demographischen Zusammensetzung der Teilnehmer, zu ihren Vorerkrankungen und Risikofaktoren. Zudem ist die Hochfrequenzexposition völlig unklar: Wo befanden sich die neuen Mobilfunksender im Verhältnis zum Wohn-/Arbeitsort der Probanden? Um welche Art von Antennen handelte es sich? Wie veränderte sich die Belastung der Teilnehmer nach Inbetriebnahme? Es lässt sich nicht beurteilen, ob sich eher die Blutwerte von Personen mit stärkerer Exposition veränderten oder von weniger stark Belasteten. Es wurden keine statistischen Auswertungen vorgenommen, so dass keine Aussagen zur Signifikanz resp. Zufälligkeit der Befunde möglich sind. Ausserdem lagen die Mittelwerte der Blutuntersuchungen an beiden Zeitpunkten im Normbereich. Die Publikation erfolgte in einer Zeitschrift ohne Peer-Review-Verfahren. Ein Kommentar der Kommission "Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin" des Robert-Koch-Instituts (D) zu dieser Untersuchung ist erschienen in: Lerchl et al., Umweltmedizin in Forschung und Praxis 2007; 12 (1): 54-56.

Finanzierung: Keine Angaben

Valberg PA, van Deventer TE, Repacholi MH.

Workgroup report: base stations and wireless networks-radiofrequency (RF) exposures and health consequences.

Environ Health Perspect 2007; 115 (3): 416-24

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Risikowahrnehmung

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Land:
Zentralnervensystem
Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zum Thema Mobilfunkstrahlung und Gesundheit: Zusammenfassung der Ergebnisse eines Expertenworkshops, der von der WHO veranstaltet wurde.

Kollektiv: Es werden diverse Studien zitiert.

Exposition: Hochfrequenzstrahlung des Mobil- und Rundfunks.

Methode: Zusammenfassende Darstellung zum Ausmass der Exposition, zu möglichen Wirkmechanismen, zur Bedeutung der Modulation und zur Evidenz von Auswirkungen auf die Gesundheit.

Resultat: Es gibt wenig Anhaltspunkte, dass die Modulation der Strahlung die Interaktion mit biologischen Strukturen beeinflusst. Tierexperimenten haben keine Evidenz ergeben, dass modulierte Hochfrequenzexposition die Entwicklung von Tumoren fördert. Für Belastungen unterhalb der Grenzwerte sind keine reproduzierbaren und plausiblen Wirkungsmechanismen nachgewiesen worden. Die Studien an Mobiltelefonbenutzern zum Hirntumorrisiko haben keine einheitlichen Resultate ergeben, und es besteht insgesamt keine Evidenz für schädliche Auswirkungen durch Basisstationen oder drahtlose Netzwerke.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen keine Hinweise darauf, dass die Exposition durch Mobilfunkbasisstationen Auswirkungen auf die Gesundheit hat. Auch für die Belastung durch Mobiltelefone sind keine negativen Effekte abzusehen. Diese Auffassung stimmt mit den Schlussfolgerungen anderer internationaler Expertenberichte überein. Die meisten Public-Health-Behörden fordern allerdings weitere Forschung.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine summarische Darstellung, keine systematische Literaturübersicht. Die

Aussagen zur Kanzerogenität in Tierexperimenten stützen sich auf persönlichen Mitteilungen.

Finanzierung: WHO Genf

Schlehofer B, Schlaefer K, Blettner M, Berg G, Böhler E, Hettinger I, Kunna-Grass K, Wahrendorf J, Schüz J. Environmental risk factors for sporadic acoustic neuroma (Interphone Study Group, Germany). Eur J Cancer 2007; 43 (11): 1741-1747

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung zu Risikofaktoren des Akustikusneurinoms im Rahmen der Interphone-Teilstudie aus Deutschland. Interphone ist eine multinationale Fall-Kontrollstudie zum Gehirntumor-Risiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: In vier Studiengebieten um Bielefeld, Heidelberg, Mainz und Mannheim wurden 106 Patienten identifiziert, bei denen zwischen Oktober 2000 und Oktober 2003 ein Akustikusneurinom diagnostiziert worden war (Alter: 30 bis 69 Jahre). 94 Patienten mit Akustikusneurinom konnten befragt werden, zusätzlich 3 Patienten mit Trigeminusneurinom (Teilnahmerate: 89%). Die 194 Kontrollpersonen wurden zufällig aus den Einwohnermelderegistern ausgewählt (Teilnahmerate: 55%). Dabei wurde ein Häufigkeitsmatching nach Alter, Geschlecht und Region vorgenommen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung und Hochfrequenzquellen im Beruf.

Methode: Die Teilnehmer wurden in persönlichen Interviews zur Mobiltelefonbenutzung und anderen potenziellen Einflussfaktoren befragt. Dazu gehörte die berufliche Hochfrequenzexposition, Lärm, Röntgen- und Magnetresonanzuntersuchungen am Kopf, Erkrankungen wie Asthma, Heuschnupfen, Ekzem, Hörverlust, Tinnitus und Rauchgewohnheiten. Die statistische Auswertung erfolgte mittels multipler konditionaler Regression unter Berücksichtigung des Studienorts, des Alters zum Diagnosezeitpunkt, des sozioökonomischen Status und der Urbanisierung der Region. Bei der Auswertung zum Beruf und zu allergischen Erkrankungen wurde auch das Rauchen einbezogen.

Resultat: Es zeigte sich keine Assoziation zwischen Hochfrequenzexposition und Akustikusneurinom-Risiko, die

Odds Ratio für regelmässige Mobiltelefonbenutzung lag bei 0.67 (95%-CI: 0.38-1.19). Auch für Personen mit mindestens fünfjähriger oder intensiver Benutzung eines Mobiltelefons (Anzahl und Dauer der Anrufe) bestand kein erhöhtes Tumorrisiko. Bei Personen mit starker beruflicher Hochfrequenzexposition zeigte sich ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Risiko (1.48, 95%-CI: 0.53-4.13). Die Belastung durch Röntgen- oder Magnetresonanztomographien war nicht mit der Tumorfrequenz assoziiert. Dagegen resultierte für Personen mit dauerhafter Lärmbelastung im Beruf eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 2.31 (95%-CI: 1.15-4.66). Bei Teilnehmern mit allergischen Erkrankungen zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang mit Heuschnupfen (2.20, 95%-CI: 1.09-4.45), nicht aber mit Asthma oder Ekzem.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie keinen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzexposition zum Beispiel durch Mobiltelefone und dem Akustikusneurinom-Risiko beobachtet haben. Ein erhöhtes Neurinomrisiko bestand bei Personen mit dauerhafter Lärmbelastung im Beruf und bei Erkrankung an Heuschnupfen.

Bemerkungen: Wie auch die Autoren anmerken, kann ein Selektionsbias nicht ausgeschlossen werden, da die Teilnahmerate bei den Kontrollpersonen deutlich niedriger war als bei den Patienten (55 vs. 89%). In der Kontrollgruppe war der Anteil von Personen mit höherem Sozialstatus grösser als bei den Patienten (41 vs. 28%), und mehr Kontrollpersonen als Patienten rauchten (28 vs. 12%). Ob und wie sich diese Unterschiede auf die Ergebnisse auswirken, ist schwer abzuschätzen. Die Verteilung weicht wenig von den demographischen Daten anderer Studien ab. Insgesamt sind die Fallzahlen vor allem in den stärker exponierten Kategorien niedrig und die Risikoschätzer daher mit einer gewissen Unsicherheit verbunden. Es konnte weder die Langzeit-Mobiltelefonbenutzung, noch die Exposition durch analoge Mobiltelefone untersucht werden.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm, diverse deutsche Ministerien, Universität Mainz, Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association via International Union against Cancer (UICC)

Ha M, Im H, Lee M, Kim HJ, Kim BC, Gimm YM, Pack JK.

Radio-Frequency Radiation Exposure from AM Radio Transmitters and Childhood Leukemia and Brain Cancer.
Am J Epidemiol 2007; 166 (3): 270-279

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Häufigkeit von Leukämien und Gehirntumoren bei Kindern in der Umgebung von Radiosendern in Südkorea. Nachfolgestudie mit verbesserter Methodik zu Park et al.: Ecological study on residences in the vicinity of AM radio broadcasting towers and cancer death: preliminary observations in Korea. Int Arch Occup Environ Health 2004; 77 (6), 387-94.

Kollektiv: 1928 Kinder unter 15 Jahre, bei denen zwischen 1993 und 1999 in einer von 14 Kliniken in Südkorea eine Leukämie diagnostiziert worden war, und 956 Kinder, die an einem Hirntumor erkrankt waren. Die Daten der 3082 Kontrollkinder stammten ebenfalls aus dem Register des nationalen Krankenversicherungssystems. Die Kontrollkinder waren wegen einer nichtbösartigen Erkrankung der Atemwege behandelt worden (ca. ein Drittel Asthmapatienten), wurden zufällig ausgewählt und jeweils einem Krebspatienten mit gleichem Geschlecht, Alter und Diagnosejahr zugeordnet.

Exposition: In Südkorea existieren 109 amplitudenmodulierte (AM) Radiosender mit 144 Antennen. In die Studie aufgenommen wurden 31 Sender und 49 Antennen in verschiedenen Regionen. Es handelte sich um folgende Sendeleistungen: sechs Radiosender mit 20 kW, neun mit 50 kW, acht mit 100 kW, drei mit 250 kW, vier 1000 kW und einer mit 1500 kW. Der Frequenzbereich umfasste 540 bis 90'500 kHz.

Methode: Zur Abschätzung der Hochfrequenzexposition wurde mithilfe eines geographischen Informationssystems ein Simulationsprogramm entwickelt. Das Programm berücksichtigte unter anderem die Distanz vom Sender, die Höhe, die elektrischen Charakteristika der Antennen und der Umgebung (Leitfähigkeit, Salz-/Süßwasser, Art und Temperatur des Untergrunds). Zur Validierung des Programms wurden an 11 Sendern Messungen vorgenommen und Koeffizienten zur Korrektur der Vorhersagewerte berechnet. Mithilfe eines

geographischen Informationssystemen und den in den Klinikdossiers angegebenen Wohnadressen wurden den Teilnehmern individuelle Expositionswerte zugeordnet. Dabei wurde die maximale Hochfrequenzexposition durch jeden Radiosender aufsummiert, der vor dem Diagnosejahr des jeweiligen Teilnehmers in Betrieb genommen worden war. Die statistische Auswertung erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression unter Berücksichtigung der Matchingvariablen (Alter, Geschlecht, Diagnosejahr) und der potenziellen Störfaktoren (Sozialstatus und Bevölkerungsdichte der Region). Als Indikator für den Sozialstatus einer Region galt die Anzahl Autos pro 100 Personen. Es wurden drei Kategorien gebildet: <10, 10 bis 19, >20 Autos pro 100 Personen.

Resultat: In den Regionen im Umkreis von 2 km um einen Radiosender herum wurden insgesamt 36 Leukämieerkrankungen registriert. Für Kinder in diesen Regionen ergab sich verglichen mit Kindern aus Regionen, die über 20 km von einem Sender entfernt waren, eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 2.15 (95%-CI: 1.00-4.67). Für Teilnehmer aus Regionen in Entfernungen zwischen 2 und 20 km von einem Sender wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet. Es zeigte sich kein linearer Zusammenhang zwischen der Entfernung vom Sender und dem Erkrankungsrisiko. Bei Verwendung der errechneten maximalen Hochfrequenzexposition zeigte sich für Kinder mit einer mässigen Belastung im Vergleich zur niedrigsten Belastungskategorie (<518.41 mV/m) signifikant erhöhte Risiken, an einer lymphatischen Leukämie zu erkranken: Für das zweite Expositionsquartil (518.41 bis <624.35 mV/m) ergab sich eine Odds Ratio von 1.39 (95%-CI: 1.04-1.86), für das dritte Quartil (624.35 bis <916.96 mV/m) eine Odds Ratio von 1.59 (95%-CI: 1.19-2.11). In der Gruppe mit der stärksten Hochfrequenzexposition ($\geq$ 916.96 mV/m), zu der 353 Kinder mit lymphatischer Leukämie gehörten, bestand dagegen keine Risikodifferenz (Odds Ratio: 1.08, 95%-CI: 0.80-1.45). Dennoch zeigte sich ein grenzwertig signifikanter Trend im Sinne eines Risikoanstiegs bei zunehmender Exposition ($p=0.06$). Die Auswertungen zur myeloischen Leukämie und zu allen Leukämien gemeinsam ergaben keine signifikanten Risikoerhöhungen oder Trends. Auch das relative Risiko, an einem Hirntumor zu erkranken, war nicht mit der Entfernung zum nächsten Radiosender oder mit der Expositions-kategorie assoziiert. Das Gleiche galt für das Risiko, bereits im Säuglingsalter (<1 Jahr) an Leukämie oder einem Hirntumor zu erkranken.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzexposition durch Radiosender und dem Risiko von Kindern, an einer (lymphatischen) Leukämie zu erkranken. Sie empfehlen die Überprüfung des Resultats in weiteren Studien.

Bemerkungen: Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen basierte die Einstufung der Hochfrequenzexposition nicht nur auf der Entfernung vom Sender, sondern auch auf Modellen und Kontrollmessungen. Dies stellt einen methodischen Fortschritt dar, auch wenn das Simulationsprogramm die Auswirkungen von Gebäuden oder Bergen in der Umgebung der Radiosender nicht berücksichtigen konnte. Mithilfe eines geographischen Informationssystems war auch die Zuordnung der individuellen Exposition der Kinder am Wohnort zum Zeitpunkt der Diagnose möglich. Die an der Studie teilnehmenden Familien wurden allerdings nicht befragt, so dass keine Informationen über die Wohnsitzdauer oder andere individuelle Einflussfaktoren vorliegen. In der Publikation sind die Odds Ratios für alle Leukämien gemeinsam nicht nachvollziehbar: In der Gesamtauswertung liegen sie in allen Expositions-kategorien unter 1, für lymphatische und myeloische Leukämien getrennt waren sie aber durchweg erhöht, teilweise signifikant (S. 274, Tab. 2). Insgesamt sind die Ergebnisse ähnlich wie in der Auswertung von Park et al. 2004. Darin zeigte sich ebenfalls eine Erhöhung des Leukämierisikos bei Kindern in der Nähe von Radiosendern, aber keine Expositions-Wirkungsbeziehung. Da beide Resultate auf Registerdaten beruhen, sollten sie in Studien mit individuellen Informationen zu möglichen Einflussfaktoren überprüft werden.

Nach einem Hinweis auf die widersprüchlichen Odds Ratios zum Leukämierisiko in einem Leserbrief von Schüz et al. korrigierten die Autoren die Tabelle in ihrer Antwort (beides als Onlinepublikation in Am J Epidemiol, Vol. 167, Februar 2008). In den korrigierten Resultaten besteht in keinem Quartil der Gesamtexposition ein erhöhtes Leukämierisiko, weder für die lymphatische, noch für die myeloische Form. Die Auswertung der Spitzenbelastung, die im Originalartikel nicht aufgeführt war, ergibt für das höchste Quartil eine signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.40 (95%-CI: 1.04-1.88) in Bezug auf die lymphatische Leukämie. Die Autoren halten daher an ihrer Schlussfolgerung fest. Ein weiterer Hinweis betrifft die schiefe Verteilung der Hochfrequenzexposition. In der aus diesem Grund durchgeführten Auswertung unter Verwendung von fünf Kategorien ergibt sich für die oberste Kategorie der Spitzenexposition (>95. Perzentile, 117 Patienten) eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.24 (95%-CI: 0.81-1.91) für die lymphatische Leukämie.

Finanzierung: Electronics and Telecommunication Research Institute, Südkorea

Cardis E, Richardson L, Deltour I, Armstrong B, Feychting M, Johansen C, Kilkenney M, McKinney P, Modan B, Sadetzki S, Schüz J, Swerdlow A, Vrijheid M, Auvinen A, Berg G, Blettner M, Bowman J, Brown J, Chetrit A, Christensen HC, Cook A, Hepworth S, Giles G, Hours M, Iavarone I, Jarus-Hakak A, Klaeboe L, Krewski D, Lagorio S, Lönn S, Mann S, McBride M, Muir K, Nadon L, Parent ME, Pearce N, Salminen T, Schoemaker M, Schlehofer B, Siemiatycki J, Taki M, Takebayashi T, Tynes T, van Tongeren M, Vecchia P, Wiart J, Woodward A, Yamaguchi N.

The INTERPHONE study: design, epidemiological methods, and description of the study population.

Eur J Epidemiol 2007; 22 (9): 647-664

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Beschreibung des Studiendesigns, der Methodik und der Studienpopulation der multizentrischen Fall-Kontroll-Studie INTERPHONE. Ziel der INTERPHONE-Studie ist in erster Linie die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Mobiltelefonexposition und Hirntumoren sowie anderen Tumoren im Kopf- und Halsbereich. Sekundäre Endpunkte der Studie sind Assoziationen mit anderen möglichen Risikofaktoren, unter anderem mit Röntgenstrahlen und der beruflichen Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern.

Kollektiv: An der INTERPHONE-Studie beteiligt sind 16 Studienzentren in 13 Ländern (Australien; Canada: Montreal, Ottawa, Vancouver; Dänemark; Finnland; Frankreich; Deutschland; Israel; Italien; Japan; Neuseeland; Norwegen; Schweden; Grossbritannien: Nord und Süd). Die Studienregion beschränkt sich in den meisten Ländern auf grossstädtische Areale, in einigen Ländern umfasste sie fast das ganze Land (Dänemark, Norwegen, Israel). Die Zielgruppe waren Patienten im Alter von 30 bis 59 Jahren, bei denen im Studienzeitraum ein primäres Gliom, Meningeom oder Akustikusneurinom diagnostiziert worden war. In acht Zentren wurden auch Personen mit bösartigen Tumoren der Speicheldrüse eingeschlossen: Australien; Canada: Montreal, Ottawa and Vancouver; Dänemark; Israel; Italien; Schweden. Die Kontrollpersonen wurden aus verschiedenen Registern oder Listen zufällig ausgewählt (je nach Gegebenheit in den einzelnen Ländern).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung. Bei der Befragung der Teilnehmer wurden Telefon- und Signaltypen, Art des Netzwerks, Benutzungsgewohnheiten sowie die Verwendung von Freisprechanlagen erfasst. Aus den Angaben wurde unter Berücksichtigung der Tumorlokalisation die individuelle Exposition abgeschätzt, inklusive kumulativer Anzahl und Dauer der Telefongespräche.

Methode: Die Kontrollpersonen wurden einzeln oder in entsprechender Häufigkeit den Tumorpatienten zugeordnet (Matchingfaktoren: Geburtsjahr in 5-Jahres-Gruppen, Geschlecht und Studienregion). Die Anzahl der Kontrollpersonen pro Patient variierte je nach Tumortyp: Eine Kontrollperson bei Hirntumorpatienten, zwei für Patienten mit Akustikusneurinom und drei für Patienten mit Speicheldrüsentumoren. Nur in Deutschland erhielten auch Hirntumorpatienten zwei Kontrollpersonen. Die Befragung erfolgte als computergestütztes persönliches Interview. Die Hauptanalysen erfolgten mittels konditionaler logistischer Regression für gematchte Daten.

Resultat: Die Teilnahmeraten variierten je nach Tumortyp und Studienzentrum deutlich. Von den kontaktierten Gliompatienten beteiligten sich insgesamt 65% (zwischen 37 und 92%), von den Meningeompatienten 78% (57 bis 92%), von Patienten mit Akustikusneurinom 82% (70 bis 100%) und von den Patienten mit bösartigem Speicheldrüsentumor 75% (bei allerdings kleinen Fallzahlen). In der Kontrollgruppe lag die Teilnahmerate insgesamt bei 53%, mit ebenfalls grossen Schwankungen zwischen den Zentren (35 bis 74%). In die Auswertung kamen insgesamt 2765 Patienten mit Gliom, 2425 mit Meningeom, 1121 mit Akustikusneurinom, 109 mit bösartigem Speicheldrüsentumor und 7658 Kontrollpersonen.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass INTERPHONE zur Zeit die grösste Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung der Risikofaktoren von Gehirn- und Speicheldrüsentumoren ist. Bei einer Teilnahmerate von 53% in der Kontrollgruppe ist ein Selektionsbias möglich. Je nachdem, ob Mobiltelefonbenutzer oder -nichtbenutzer überrepräsentiert sind, könnte es zu einer Über- oder Unterschätzung des relativen Tumorrisikos kommen. Daher werden die Teilnahmeraten in den Auswertungen und bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt. Möglicherweise sind auch Patienten mit ungünstigem Krankheitsverlauf im Studienkollektiv untervertreten, und es könnte systematische Unterschiede in den Angaben von Patienten und Kontrollpersonen zur Mobiltelefonbenutzung geben (Recall Bias). Zu diesen Fragen werden Validierungsstudien durchgeführt, und potenzielle Störfaktoren sowie methodische Unterschiede zwischen den Studienzentren werden in Sensitivitätsanalysen evaluiert.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, International Union against Cancer (mit Funding von Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association) und nationale Finanzierungsquellen.

Ha M, Lim HJ, Cho SH, Choi HD, Cho KY.

Incidence of cancer in the vicinity of Korean AM radio transmitters.

Arch Environ Health 2003; 58 (12): 756-62

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der Krebsinzidenzen zwischen Regionen in der Umgebung von Radiosendern und Kontrollregionen ohne Radiosender in Südkorea.

Kollektiv: In allen Studienregionen wurde die Anzahl der Patienten mit Leukämie, malignem Lymphom, Gehirntumoren oder Brustkrebs registriert. Alter >10 Jahre.

Exposition: a) Regionen mit hoher Exposition: maximal 2 km von einem Radiosender mit einer Sendeleistung von mindestens 100 kW entfernt. b) Regionen mit niedriger Exposition: maximal 2 km von einem Radiosender mit einer Sendeleistung von 50 kW entfernt. c) Kontrollregionen: Regionen im selben oder in einem angrenzenden Bezirk mit einer Distanz von mindestens 2 km zum nächsten Radiosender.

Methode: Die Daten stammten aus Registern des nationalen Krankenversicherungssystems, aus Einwohnerregistern und von Volkszählungen. Der Beobachtungszeitraum dauerte von November 1993 bis Oktober 1996. Unter Verwendung der Standardbevölkerung der WHO wurden alterskorrigierte Inzidenzraten für die beteiligten Bevölkerungen errechnet (direkte Standardisierung). Der Vergleich zwischen den Expositionsgruppen ergab standardisierte Inzidenzraten-Verhältnisse und entsprechende Konfidenzintervalle.

Resultat: Ausgewertet wurden 11 stark exponierte und 31 geringer exponierte Regionen. Jeder stark exponierten Region wurden vier Kontrollregionen zugeordnet. Der Vergleich zwischen stark und geringer exponierten Regionen ergab erhöhte Erkrankungsraten in den stärker exponierten Gebieten, die in der Gesamtauswertung und in Bezug auf Hirntumoren bei Frauen statistisch signifikant waren (Rate Ratio: 1.2, 95%-CI: 1.1-1.4 respektive 2.0, 95%-CI: 1.0-13.6). Im Vergleich zu den Kontrollregionen zeigten sich einzelne statistisch signifikante

Erhöhungen beim Leukämierisiko und beim Hirntumorrisiko, aber keine Dosis-Wirkungsbeziehung. In Bezug auf Lymphome und Brustkrebs bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass aufgrund des ökologischen Studiendesigns keine individuelle Abschätzung der Exposition möglich war. Der Abstand von 2 km zum Radiosender beruht auf Annahmen, nicht auf Messungen, und es fehlen Informationen über die Wohnsitzdauer der Teilnehmer an den jeweiligen Orten. Daher kann nicht beurteilt werden, ob die beobachteten Risikounterschiede auf die Hochfrequenzexposition zurückzuführen sind oder auf andere Faktoren. Die Ergebnisse dieser explorativen Studie sollten in Untersuchungen mit verbesserter Expositionsabschätzung und Analysemethoden überprüft werden.

Bemerkungen: Zusätzlich zu den Einschränkungen, die von den Autoren diskutiert werden (siehe Schlussfolgerungen), könnten einige statistische Signifikanzen auch zufällig entstanden sein, da zahlreiche Vergleiche durchgeführt wurden. Weitere Publikationen zu dieser Studie sind zu finden in Park et al.: Ecological study on residences in the vicinity of AM radio broadcasting towers and cancer death: preliminary observations in Korea. Int Arch Occup Environ Health 2004; 77 (6), 387-394, und Ha et al.: Radio-Frequency Radiation Exposure from AM Radio Transmitters and Childhood Leukemia and Brain Cancer. Am J Epidemiol 2007; 166 (3), 270-279.

Finanzierung: Korean Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

Kan P, Simonsen SE, Lyon JL, Kestle JR.
Cellular phone use and brain tumor: a meta-analysis.
J Neurooncol 2008; 86 (1): 71-78

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse der epidemiologischen Studien zum Hirntumorrisiko im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Neun Fall-Kontrollstudien aus USA und Europa, davon waren sechs Teile der INTERPHONE-Studie.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Die Literatursuche erfolgte in der Datenbank MEDLINE und umfasste den Zeitraum von 1966 bis April 2006. Einschlusskriterien: 1) auf Englisch publiziert, 2) Fall-Kontroll-Design, 3) genügend Daten, um die nicht korrigierten Odds Ratios zu berechnen, 4) Mobiltelefonexposition eindeutig definiert und evaluiert. Untersuchungen zur Exposition gegenüber Schnurlostelefonen wurden nicht berücksichtigt. Aus den rohen Odds Ratios der Fall-Kontrollstudien berechnete man gepoolte Risikoschätzer. Dabei wurde zur Gewichtung der Studien der Standardfehler des natürlichen Logarithmus der Odds Ratios verwendet. Die Metaanalyse erfolgte mittels Zufallseffekt-Methode, nachdem Heterogenitätstests durchgeführt worden waren ($p < 0.10$). Zudem wurde das Vorliegen eines Publikationsbias untersucht.

Resultat: Insgesamt umfassten die neun Fall-Kontroll-Studien 5259 Patienten mit Hirntumoren und 12'074 Kontrollpersonen. Fünf Studien beinhalteten Auswertungen bei Personen mit mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung. Es zeigte sich kein Hinweis auf einen Publikationsbias. Die Kombination der Odds Ratios ergab eine gepoolte OR von 0.90 (95%-CI: 0.81-0.99) für alle Hirntumoren gemeinsam. Für hochgradige Gliome lag die gepoolte OR bei 0.86 (95%-CI: 0.70-1.05), für niedriggradige bei 1.14 (95%-CI: 0.91-1.43), für Meningeome bei 0.64 (95%-CI: 0.56-0.74) und für Akustikusneurinome bei 0.96 (95%-CI: 0.83-1.10). Ein

statistisch signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko ergab sich für Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung: die Odds Ratio betrug 1.25 (95%-CI: 1.01-1.54). Der Vergleich zwischen Benutzern von analogen Mobiltelefonen und digitalen Mobiltelefonen ergab eine gepoolte Odds Ratio von 1.22 (95%-CI: 1.06-1.41).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Auswertungen insgesamt kein erhöhtes Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern ergeben haben. Das möglicherweise erhöhte Tumorrisiko nach mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung sollte in weiteren Studien überprüft werden.

Bemerkungen: Der Ausschluss der Publikationen der schwedischen Forschergruppe von Hardell erfolgte mit der Begründung, dass die Daten nicht ausreichten, um eine unkorrigierte Odds Ratio zu berechnen. In der Metaanalyse von Lahkola et al. 2006 (Scand J Work Environ Health 2006; 32: 171-177) wurden diese Daten berücksichtigt. Sie umfasste 11 Fall-Kontrollstudien und eine Kohortenstudie, die gepoolte Odds Ratio für das Hirntumorrisiko insgesamt betrug 0.98 (95%-CI: 0.83-1.16). Warum Kan et al. für ihre Analyse nur unkorrigierte Odds Ratios verwendeten, wird nicht begründet. Das erhöhte Hirntumorrisiko bei Personen mit mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung erscheint beachtenswert, auch wenn es nur knapp statistisch signifikant war und die Interpretation eines Risikoschätzers für so unterschiedliche Tumorarten gemeinsam schwierig ist. Wie die Autoren anmerken, lässt sich zudem schlecht beurteilen, wie weit die Benutzung von analogen Mobiltelefonen für dieses Ergebnis ausschlaggebend war, da sie stark mit der Mobiltelefon-Benutzungsdauer insgesamt korreliert ist.

Finanzierung: keine Angaben

Seidler A, Geller P, Nienhaus A, Bernhardt T, Ruppe I, Eggert S, Hietanen M, Kauppinen T, Frölich L.
Occupational exposure to low frequency magnetic fields and dementia: a case-control study.
Occup Environ Med 2007; 64 (2): 108-114

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Stromleitungen		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und Demenzerkrankungen. Zudem sollten Berufe identifiziert werden, die mit dem Lymphomrisiko assoziiert sind.

Kollektiv: 195 Patienten mit Demenzerkrankung, 45 Männer und 150 Frauen. Von den Patienten hatten 108 eine mögliche Alzheimer-Erkrankung, 59 eine vaskuläre Demenz, 25 eine sekundäre und drei eine nicht klassifizierte Demenz. Die Patientendaten stammten von 23 Hausarztpraxen aus Frankfurt/Main und den benachbarten Städten Darmstadt, Offenbach und Bad Homburg. Die Patienten waren über 65 Jahre alt, die Teilnahmerate betrug 77%. Innerhalb einer Zufallsstichprobe von einem Prozent der Frankfurter Einwohner wurden Kontrollpersonen der selben Altersgruppe aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt (n=122, Teilnahmerate: 61%). Als zweite Kontrollgruppe dienten Patienten über 65 Jahre, die wegen anderer Beschwerden in einer der Hausarztpraxen registriert waren (n=107, Teilnahmerate: 90%). Da die beiden Kontrollgruppen zufriedenstellend übereinstimmten, wurden sie in den endgültigen Auswertungen kombiniert (n=229, 75 Männer und 154 Frauen).

Exposition: Niederfrequente elektromagnetische Felder im Beruf. Die Berufsbezeichnungen wurden gemäss der Klassifizierung des Statistischen Bundesamtes kodiert. Ein Experte der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Berlin schätzte die individuelle Magnetfeldexposition ab. Beide Schritte erfolgten unabhängig und ohne Kenntnis des Fall- oder Kontrollstatus. Basierend auf den Angaben der Teilnehmer wurde die zeitspezifische Magnetfeldexposition für jede berufliche Tätigkeit eingestuft, die Expositionskategorien waren: <0.1 µT, 0.1-0.2 µT, 0.2-1 µT, 1-10 µT, 10-100 µT und >100 µT. Die arithmetischen Mittelwerte der jeweiligen Expositionskategorie aller ausgeübten Berufe wurden mit der entsprechenden Dauer multipliziert und aufsummiert. Für Jahre ohne berufliche Tätigkeit zwischen 16 und 65 Jahren (inklusive Arbeitslosigkeit und Hausfrauentätigkeit) nahm man die Hintergrundexposition von 0.05 µT an. Die daraus resultierenden Werte

ergaben vier Klassen für die kumulative Exposition: Referenz <2.5 µT-Jahre (33. Perzentile in der Kontrollgruppe), 2.5 bis 4.5 µT-Jahre (66. Perzentile), 4.5 bis 16.6 µT-Jahre (95. Perzentile) und >16.6 µT-Jahre.

Methode: Die Berufshistorie der Teilnehmer wurde in einem strukturierten Interview erfragt. Für jede Beschäftigung, die mindestens ein Jahr gedauert hatte, wurden Angaben zum Berufstitel, zur Berufsstadium, zum Industriezweig und zu den spezifischen beruflichen Aufgaben gesammelt. Bei den Patienten erfolgte das Interview grundsätzlich mit Angehörigen (40% Sohn oder Tochter, 22% PartnerIn), nur 37 Personen mit schwach ausgeprägter Demenz wurden direkt befragt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression, adjustiert für Alter, Geschlecht, Region, Zigarettenkonsum (pack-years) und Demenzerkrankung der Eltern.

Resultat: In der Auswertung nach Berufsgruppen ergaben sich einige signifikant erhöhte Odds Ratios, unter anderem für Arbeiter versus Angestellte insgesamt (1.6, 95%-CI: 1.0-2.5) und für die Tätigkeit als Elektriker oder Elektroniker über 10 Jahre (2.0, 95%-CI: 1.0-4.2). Die Anzahl der exponierten Patienten in den einzelnen Gruppen war allerdings gering. Die Auswertung der kumulativen Magnetfeldexposition zeigte in keiner Belastungskategorie ein statistisch signifikant erhöhtes Demenzrisiko.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass bei der Auswertung der Berufsgruppen viele statistische Tests durchgeführt wurden. Daher sind falsch-positive Ergebnisse möglich. Insgesamt sehen sie in den Daten keinen Hinweis auf eine starke Assoziation zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und Demenzrisiko. Die beobachtete Risikoerhöhung bei Arbeitern allgemein sollte weiter überprüft werden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, konnte in der Studie nicht für die häusliche Magnetfeldbelastung oder andere Expositionen korrigiert werden. Eine weitere Einschränkung ist die kleine Anzahl exponierter Personen, wodurch die statistische Power zum Nachweis leicht erhöhter Risiken limitiert ist. Zudem könnte es durch die Befragung von Angehörigen zu Fehlklassifikationen der Exposition gekommen sein.

Finanzierung: Alzheimer Forschung Initiative

Krewski D, Glickman BW, Habash RW, Habbick B, Lotz WG, Mandeville R, Prato FS, Salem T, Weaver DF. Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2001-2003. J Toxicol Environ Health B Crit Rev 2007; 10 (4): 287-318

Stichwörter Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	Kollektiv: Beruflich Exponierte Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer Tiere	Zielgrösse: Immunsystem Melatonin und andere Hormone Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Tumoren: weitere
	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Zellbiologie, DNA-Schäden Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsbericht über die wissenschaftliche Literatur zur Hochfrequenzstrahlung der drahtlosen Telekommunikation von 2001 bis 2003. Aktualisierung zum Bericht der Royal Society of Canada von 1999 (Krewski et al. 2001).

Kollektiv: Diverse Kollektive, auch Tier- und Zellversuche.

Exposition: Verschiedene Quellen hochfrequenter Strahlung: Mobiltelefone, Basisstationen, Radiosender und experimentelle Expositionen.

Methode: Übersichtsbericht.

Resultat: Die Frage nach Gesundheitsgefahren durch Mobilfunkbasisstationen kann zur Zeit nicht beantwortet werden. In Zell- und Tierversuchen werden diverse biologische Systeme und Fragestellungen im Zusammenhang mit verschiedenen Expositionsarten untersucht. Epidemiologische Studien gibt es zu Krebserkrankungen und Auswirkungen auf das Zentralnervensystem. Die Ergebnisse der Untersuchungen am Menschen zu kognitiven Funktionen sind nicht einheitlich.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen, die möglichen Gesundheitsgefahren der Hochfrequenzstrahlung laufend weiter zu untersuchen und dabei auch neue Forschungsmethoden anzuwenden. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse sollten bei der Festlegung oder Aktualisierung von Grenzwerten berücksichtigt werden.

Bemerkungen: Es werden keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche resp. zur Vollständigkeit der zitierten Literatur gemacht. Da nur der Zeitraum bis 2003 abgedeckt wird, ist die Übersichtsarbeit nicht auf dem

neuesten Stand der Forschung (z.B. keine Ergebnisse der Interphone-Studie enthalten). Eine zusammenfassende Beurteilung der Evidenz für die verschiedenen Endpunkte fehlt. Die Publikationen bis 2007

Finanzierung: keine Angaben

Barker AT, Jackson PR, Parry H, Coulton LA, Cook GG, Wood SM.

The effect of GSM and TETRA mobile handset signals on blood pressure, catechol levels and heart rate variability.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (6): 433-8

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Melatonin und andere Hormone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblind-Experiment zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf den Blutdruck. Sekundäre Endpunkte waren die Herzfrequenzvariabilität und die Katecholaminkonzentration (Adrenalin und Noradrenalin) im Blut als Marker für die Aktivität des sympathischen Nervensystems.

Kollektiv: 120 gesunde Probanden, 18 bis 65 Jahre, davon 77 Frauen. Die Rekrutierung erfolgte an einem Krankenhaus und der Universität von Sheffield (GB).

Exposition: GSM-Mobiltelefone und TETRA-Funkgeräte (Terrestrial Trunked Radio). Die Handgeräte befanden sich an der linken Kopfseite, die Exposition dauerte 40 Minuten. Der maximale SAR-Wert über 10 g Gewebe betrug 70% des ICNIRP-Grenzwertes (2 W/kg). Alle Probanden durchliefen sechs Testsitzungen im Abstand von mindestens sieben Tagen. Die Expositionsarten waren: modulierte Signal, kontinuierliches Trägersignal und Scheinexposition, jeweils für GSM und TETRA. Die Reihenfolge war zufällig. An den Studientagen sollten die Probanden längere Telefonate vermeiden, ihre Angaben zur Mobiltelefonbenutzung seit der letzten Sitzung wurden dokumentiert.

Methode: Nach der zwanzigminütigen Eingewöhnungsphase erfolgte die erste Blutentnahme, die zweite nach der vierzigminütigen Expositionsphase. Während des ganzen Experiments schauten die Teilnehmer auf einem Fernsehschirm einen Dokumentarfilm an. Der Blutdruck wurde im Abstand von fünf Minuten gemessen, die Herzfrequenz kontinuierlich aufgezeichnet (R-R-Intervalle). Nach der Exposition erhielten die Probanden ein 24-Stunden-Blutdruckmessgerät, das im Abstand von 20 resp. 30 Minuten den Blutdruck registrierte. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Kovarianzanalyse (ANCOVA).

Resultat: Aus den systolischen und diastolischen Blutdruckwerten wurde der mittlere arterielle Blutdruck

berechnet. Dieser Wert lag während der GSM-Scheinexposition im Durchschnitt 0.7 mmHg niedriger als bei den anderen Expositionsarten (95%-CI: 0.3-1.2 mmHg, $p=0.04$). Die Adrenalin- und Noradrenalinwerte unterschieden sich nicht signifikant, und auch die Herzfrequenzvariabilität war nicht mit der Exposition assoziiert. Die Auswertung der 24-Stunden-Blutdruckmessung (über 12 Stunden oder in Intervallen von zehn Minuten in den ersten beiden Stunden) ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, hat diese Studie bei ausreichender statistischer Power keinen Effekt der GSM- oder TETRA-Exposition auf den Blutdruck und die damit zusammenhängenden physiologischen Parameter ergeben. Die Autoren halten es für unwahrscheinlich, dass die beobachtete Blutdruckdifferenz bei GSM-Scheinexposition einen Strahlungseffekt widerspiegelt, weil sich bei TETRA-Scheinexposition kein ähnlicher Unterschied zeigte. Als Ursache für den Befund vermuten sie, dass der höhere Energieverbrauch bei GSM-Scheinexposition zu einem Temperaturanstieg im Handgerät geführt haben könnte. Da auch zwei frühere Studien keine Auswirkungen auf den Blutdruck ergeben haben, halten die Autoren weitere Untersuchungen in dieser Art für unnötig.

Bemerkungen: Die Studie erfüllt die wesentlichen methodischen Anforderungen, in der Publikation fehlen allerdings Angaben zu den Faktoren, die ins statistische Modell aufgenommen wurden. Die beobachtete leichte Verminderung des Blutdrucks bei GSM-Scheinexposition bleibt unerklärt. Eine systemische Reaktion auf eine geringgradige Temperaturhöhung im Mobiltelefon erscheint eher unwahrscheinlich.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research Programme (MTHR 2002)

Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H.

Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility.

Ann Agric Environ Med 2007; 14 (1): 169-72

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Feldstudie zur Untersuchung von Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die Spermienqualität von Männern, die wegen Kinderlosigkeit in medizinischer Behandlung sind.

Kollektiv: Patienten, die von Juni 2004 bis Mai 2006 in zwei ambulanten Kliniken in Lublin/Polen wegen Kinderlosigkeit behandelt wurden. Ausgeschlossen wurden Patienten mit systemischen Erkrankungen, Entzündungen oder hormonellen Entwicklungsstörungen im Bereich der Geschlechtsorgane.

Exposition: Benutzung eines GSM-Mobiltelefons.

Methode: Die Patienten wurden zu ihrer Mobiltelefonbenutzung befragt. Ebenfalls dokumentiert wurden Alter, Rauchgewohnheiten, Berufe und Wohnregionen (ländlich/städtisch). Für die Spermienanalyse wurden die WHO-Kriterien zur Beurteilung von Volumen, Konzentration, Beweglichkeit und Morphologie angewandt. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mittels Chi-Quadrat-Tests.

Resultat: 304 Männer wurden in die Studie aufgenommen und in drei Gruppen eingeteilt. Gruppe A: 99 Patienten ohne Mobiltelefon, Gruppe B: 157 Patienten mit sporadischer Benutzung eines Mobiltelefons während ein bis zwei Jahren, Gruppe C: 48 Patienten mit regelmässiger Mobiltelefonbenutzung seit mehr als zwei Jahren. Die Auswertungen zum Rauchen, zum Alter, zur Wohnregion und zum Beruf ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Studiengruppe und der Kontrollgruppe. Von den Patienten ohne Mobiltelefon hatten 65.7% eine normale Beweglichkeit der Spermien, in der Gruppe mit sporadischer Benutzung waren es 51.6% und bei den Patienten mit häufiger Mobiltelefonbenutzung 35.4%. Das Aussehen der Spermien war in Gruppe A bei 55.6% der Patienten normal, in Gruppe B bei 27.4% und in Gruppe C bei 16.7%.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Daten auf eine Assoziation zwischen der Mobiltelefonbenutzung und der Abnahme des Anteils vitaler, beweglicher Samenzellen im Spermogramm sowie dem Anstieg der Spermien mit abnormalem Aussehen.

Bemerkungen: Die Publikation lässt viele Fragen zur Methodik und zur Auswertung offen: Es gibt keine Angaben zur Durchführung und zu den Inhalten der Befragung (strukturiertes Interview, schriftlich/mündlich, Art des Telefons, Anzahl und Dauer der Telefonate, Lokalisation im Standby-Betrieb etc.) oder zur Definition der Benutzerkategorien ("sporadisch", "regelmässig"). In der statistischen Analyse zu anderen möglichen Einflussfaktoren auf die Spermienqualität (Alter, Rauchen, Beruf, Wohnregion) wird nur eine Studiengruppe einer Kontrollgruppe gegenübergestellt, obwohl die Studie drei Gruppen umfasst. Ebenfalls unklar ist, ob die Untersucher bei der Auswertung der Spermogramme den Benutzerstatus der Teilnehmer kannten oder verblindet waren. Es wird auch nicht angegeben, auf welchen Vergleich sich die beiden p-Werte in der Auswertung zur Mobiltelefonbenutzung beziehen. Offenbar erfolgte die Auswertung nicht mittels multivariater Regressionen für alle Vergleichsgruppen und unter Einbezug der anderen Einflussfaktoren, sondern mit einem einzigen Test für alle Gruppen gemeinsam und ohne Adjustierung. Auffallend ist, dass Personen ohne Mobiltelefon in den Kategorien mit der zweitbesten Spermienbeweglichkeit und Morphologie den kleinsten Anteil darstellen. Wie die Autoren selbst anmerken, müssen bei der Interpretation der Resultate Umweltrisiken und Unterschiede im Lebensstil (sitzende Tätigkeit, Stress etc.) ebenso berücksichtigt werden wie die Exposition durch weitere Hochfrequenzquellen. Daher erscheinen die Schlussfolgerungen in der Publikation sehr ungenau. Unter anderem enthalten sie eine Aussage über den Zusammenhang mit der Expositionsdauer, worüber anhand dieser Studie keine Aussagen gemacht werden können.

Finanzierung: keine Angaben

Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J.

Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study.

Fertil Steril 2008; 89 (1): 124-128

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Physiologische oder biochemische Parameter Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt
Exposition:		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	Wirkungsdauer:	Land:
	Nicht bestimmt	Nichteuropäische Länder
Studientyp:		
Epi: Panel-, Zeitreihenstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Reihenuntersuchung zur Auswirkung der Mobiltelefonbenutzung auf verschiedene Parameter der Spermienqualität bei Männern, die wegen Unfruchtbarkeit in einer Klinik untersucht wurden.

Kollektiv: 361 Männer (Durchschnittsalter: 31.81+/-6.12 J.), die zwischen September 2004 und Oktober 2005 in einer Fertilitätsklinik in Cleveland, Ohio, untersucht wurden. Patienten mit systemischen Erkrankungen wie Diabetes, Tuberkulose und Bluthochdruck wurden ausgeschlossen, ebenso Männer mit Hodenentzündungen oder Varikozele. Weitere Ausschlusskriterien waren Nikotin-, Alkohol- und Tabakkonsum sowie das Vorliegen einer bakteriellen oder viralen Infektion in den letzten vier Wochen oder kardiale, neurologische oder nephrologische Erkrankungen sowie Erbkrankheiten.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Angaben der Teilnehmer. Die Patienten wurden in vier Gruppen eingeteilt: Gruppe A: keine Mobiltelefonbenutzung (n=40), Gruppe B: <2 Std./Tag (n=107), Gruppe C: 2-4 Std./Tag (n=100), Gruppe D: >4 Std./Tag (n=114).

Methode: Die Auswertung der Spermatogramme erfolgte ohne Kenntnis über den Benutzerstatus des jeweiligen Teilnehmers. Mittels multivariater Kovarianzanalyse (MANCOVA) wurden unter Berücksichtigung des Alters acht Parameter der Spermienqualität in den vier Benutzergruppen verglichen. Zusätzlich erfolgten Vergleiche zwischen der Patientengruppe mit normaler Spermienzahl (>20 Mio/ml, n=297) und Patienten mit verminderter Spermienzahl (<20 Mio/ml, n=64). Ausserdem wurden die Benutzergruppe mit >4 Std./Tag der Benutzergruppe mit <4 Std./Tag gegenüber gestellt.

Resultat: In den Auswertungen zeigte sich bei stärkerer Mobiltelefonbenutzung eine Abnahme der Anzahl, der

Beweglichkeit, der Vitalität und des normalen Aussehens der Spermien. Die meisten Differenzen zwischen den Benutzergruppen waren statistisch signifikant. Auch beim Vergleich innerhalb der beiden Gruppen mit normaler, respektive verminderter Spermienanzahl ergaben sich signifikante Unterschiede in Mobilität, Vitalität und normaler Gestalt der Spermien in Abhängigkeit von der Benutzerkategorie.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen einen Hinweis darauf, dass die Mobiltelefonbenutzung mit einer Abnahme der Spermienqualität assoziiert sein könnte. Sie empfehlen weitere Studien, um mögliche Wirkungsmechanismen zu untersuchen.

Bemerkungen: In der Studie sind einige methodische Anforderungen erfüllt, unter anderem die Verblindung der Untersucher gegenüber dem Expositionsstatus. Es fehlen allerdings Angaben zur Rekrutierung resp. Auswahl der Teilnehmer und zur Art der Befragung. Wie die Autoren selbst anmerken, wurden keine anderen Strahlen- oder Schadstoffexpositionen sowie berufliche Belastungen und Lebensstilfaktoren (sitzende Tätigkeit, Stress etc.) berücksichtigt. Auch die Anzahl und die Art der verwendeten Mobiltelefone sowie die Lokalisation im Standby-Betrieb wurden nicht erfasst. Die Darstellung der Ergebnisse als Konfidenzintervalle ohne Angabe der Mittelwertsdifferenzen in der Publikation ist schlecht nachvollziehbar. Die beobachteten Assoziationen sollten in einer Fall-Kontrollstudie an Patienten und Gesunden mit detaillierten Angaben zur jeweiligen Mobiltelefonbenutzung sowie zu anderen Einflussfaktoren überprüft werden.

Finanzierung: keine Angaben

Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, Landolt HP, Achermann P.

Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance.

J Sleep Res 2007; 16 (3): 253-258

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Dosis-Wirkungsbeziehung im Zusammenhang mit Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Leistungen und das EEG im Schlaf.

Kollektiv: 15 Männer, 20 bis 26 Jahre, alle Rechtshänder und Nichtraucher. Die Rekrutierung erfolgte an der Universität und der ETH in Zürich. Ausgeschlossen wurden Personen mit Schlaf-Apnoe oder anderen Schlafstörungen. 13 Personen benutzten ein Mobiltelefon (<1 Std./Woche).

Exposition: Der Kopf befand sich zwischen zwei planaren Antennen. Die Exposition resp. Scheinexposition erfolgte auf der linken Seite, fand vor dem Schlafengehen statt und dauerte 30 Minuten. Das Signal war gepulst und ähnelte demjenigen eines GSM-Mobiltelefons (Frequenz: 900 MHz, Modulationsfrequenzen: 2, 8, 217 und 1736 Hz, Pulsbreite: 0.577 ms). Die spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Gewebe betrug entweder 0.2 oder 5 W/kg.

Methode: In dieser randomisierten und doppelt verblindeten Cross-over-Studie absolvierten alle Probanden drei Sitzungen, jeweils im Abstand von einer Woche. Jeder Durchgang bestand aus einer Adaptationsnacht und einer experimentellen Nacht mit dreissigminütiger Exposition resp. Scheinexposition vor dem Schlaf und anschliessender EEG-Aufzeichnung über acht Stunden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels linear gemischten Modellen und Varianzanalyse, die Korrektheit der Antworten in den kognitiven Tests wurde unter Korrektur für multiple Testung in Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtests analysiert.

Resultat: Im Non-REM-Schlaf war ein dosisabhängiger Anstieg der EEG-Aktivität im Frequenzbereich der schnellen Schlafspindeln zu beobachten (13.5-13.75 Hz, $p < 0.03$). In Bezug auf den REM-Schlaf und die Schlafarchitektur zeigten sich keine Veränderungen im Zusammenhang mit der Exposition, und weder die

Wachzeiten noch das Bewegungsverhalten im Schlaf waren verändert. Die Reaktionsgeschwindigkeit nahm in einem Arbeitsgedächtnistest signifikant ab (1-back, $p < 0.004$), in zwei anderen Tests war eine nichtsignifikante Abnahme zu beobachten (2-back-Test: $p < 0.07$; Wahlreaktionstest: $p < 0.09$). Im Test der einfachen Reaktionszeit und im 3-back-Test zeigte sich keine Expositionseinfluss. Auch die Korrektheit der Antworten veränderte sich in keinem Test in Abhängigkeit von der Expositionsdosis.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren sprechen die Ergebnisse für eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der GSM-Exposition und den Auswirkungen auf das EEG in der Non-REM-Phase und die kognitiven Funktionen.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, sind die Ergebnisse der bisherigen Studien zur kognitiven Leistung nicht einheitlich. Auch mit ihren eigenen früheren Resultaten sind sie nicht deckungsgleich (Regel et al., Neuroreport 2007: 18 (8), 803-807). Dies könnte daran liegen, dass standardisierte und validierte Tests zur Untersuchung der Hochfrequenzeffekte fehlen. Studien mit kleinen Probandenzahlen könnten auch eine ungenügende statistische Power haben, da bei den kognitiven Leistungen mit einer hohen intra- und interindividuellen Variabilität zu rechnen ist.

Finanzierung: Swiss Research Foundation on Mobile Communication, Federal Office of Public Health, Swiss National Science Foundation

Regel SJ, Gottselig JM, Schuderer J, Tinguely G, Retey JV, Kuster N, Landolt HP, Achermann P.
Pulsed radio frequency radiation affects cognitive performance and the waking electroencephalogram.
Neuroreport 2007; 18 (8): 803-807

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment zu Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf das Gehirn und Untersuchung, welche Bedeutung die Pulsmodulation für das Auftreten der Effekte hat.

Kollektiv: 24 Männer im Alter von 19 bis 25 Jahren, alle Rechtshänder. Die Rekrutierung erfolgte an der Universität und der ETH in Zürich. 18 Teilnehmer benutzten ein Mobiltelefon (<1 Std./Woche).

Exposition: Der Kopf befand sich zwischen zwei planaren Antennen (Entfernung: 11,5 cm). Die Exposition erfolgte auf der linken Seite und dauerte 30 Minuten. Frequenz: 900 MHz, Höchstwert der spezifischen Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Gewebe: 1 W/kg. Das gepulste Signal simulierte ein GSM-Mobiltelefon mit Modulationsfrequenzen bei 2, 8, 217 und 1736 Hz und einer Pulsbreite von 0.577 ms.

Methode: In dieser randomisierten und doppelt verblindeten Cross-over-Studie absolvierten alle Probanden drei Durchgänge, jeweils im Abstand von einer Woche: pulsmoduliertes Signal, kontinuierliches Signal und Scheinexposition. Die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. Während der Exposition führten die Probanden zwei Serien von kognitiven Tests durch. Das EEG wurde vor und direkt nach der Exposition aufgezeichnet sowie 30 und 60 Minuten nach Expositionsende. Die statistische Analyse erfolgte mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest für die kognitiven Fähigkeiten und linear gemischten Modellen für die EEG-Aufzeichnungen. Wenn erforderlich, wurde eine Korrektur für multiples Testen vorgenommen (Bonferroni-Holm).

Resultat: Im einfachen Reaktionstest und im Wahlreaktionstest zeigten sich keine expositionsabhängigen Unterschiede. In zwei Arbeitsgedächtnis-Tests (2-back, 3-back) war die Reaktionsgeschwindigkeit bei pulsmoduliertem Signal vermindert ($p < 0.002$), bei kontinuierlichem Signal bestanden keine signifikanten

Unterschiede. Die Korrektheit der Antworten unterschied sich nur im 3-back-Test signifikant: Der Anteil richtiger Antworten war unter gepulstem Signal höher als bei kontinuierlichem Signal oder Scheinexposition ($p < 0.004$). Im EEG mit geschlossenen Augen zeigte sich im Vergleich zur Scheinexposition 30 Minuten nach dem gepulsten Signal eine Zunahme der Aktivität bei 10.5 Hz und 11 Hz ($p < 0.01$), und 60 Minuten nach der Exposition eine Aktivitätsabnahme bei 12 Hz ($p < 0.03$). Die Reihenfolge der Expositionen hatte keinen Einfluss auf die EEG-Veränderungen. Für das EEG bei offenen Augen und bei kontinuierlichem Signal waren keine Unterschiede zu beobachten.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, sind die Resultate ein weiterer Beleg für nichtthermische biologische Effekte der gepulsten Hochfrequenzstrahlung. Die Veränderungen der kognitiven Leistung und des EEGs sind allerdings diskret und die physiologischen Mechanismen dahinter nicht bekannt. In Hinsicht auf ihre gesundheitliche Relevanz sollten die Ergebnisse zurückhaltend interpretiert werden.

Bemerkungen: In der Studie sind viele methodische Anforderungen erfüllt. Eine Untersuchung der Dosisabhängigkeit der beobachteten Expositionseffekte findet sich in Regel et al., Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. J Sleep Res 2007; 16 (3), 253-258.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation, Federal Office of Public Health

Hug K, Rösli M, Rapp R.

Magnetic field exposure and neurodegenerative diseases - recent epidemiological studies.

Sozial- und Präventivmedizin 2006; 51 (4): 210-220

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Stromleitungen		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa
<u>Studientyp:</u>		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Mehrere epidemiologische Studien haben Hinweise auf ein erhöhtes Risiko neurodegenerativer Erkrankungen bei Personen mit beruflicher Exposition gegenüber niederfrequenten elektromagnetischen Feldern geliefert. Eine Übersicht über diese Studien wurde im Jahr 2003 von der ICNIRP publiziert. In der vorliegenden Übersichtsarbeit werden die seither publizierten Studienresultate zu dieser Fragestellung dargestellt und diskutiert.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive. In einigen Studien stammten die Teilnehmer aus der Allgemeinbevölkerung, in den anderen aus stark exponierten Berufsgruppen.

Exposition: Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern im Beruf. Frequenzbereich: 3 bis 300 Hz.

Methode: Die Literaturrecherche erfolgte in den Online-Datenbanken PubMed, ISI Web of Knowledge, DIMDI und COCHRANE sowie in spezialisierten Datenbanken und Fachzeitschriften. In der Übersicht berücksichtigt wurden epidemiologische Studien aus dem Publikationszeitraum von Januar 2000 bis Juli 2005. Wegen der ausgeprägten Unterschiede im Studiendesign und in der Methodik wurde keine kombinierte Auswertung der Resultate im Sinne einer Metaanalyse durchgeführt.

Resultat: Im untersuchten Zeitraum fanden sich acht epidemiologische Studien zum Thema Magnetfeldexposition und neurodegenerative Erkrankungen. Ihre Ergebnisse bestätigen frühere Beobachtungen eines Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und Demenzrisiko. Hinsichtlich amyotropher Lateralsklerose bestätigen sie das bereits mehrfach beobachtete erhöhte Risiko bei Elektrikern und Elektronikern sowie bei Schweissern, zeigen aber keinen eindeutigen Zusammenhang mit der Höhe der Magnetfeldexposition. In Bezug auf die Parkinson-Krankheit wurden nur vereinzelt erhöhte Risiken bei beruflicher

Magnetfeldexposition beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die epidemiologische Evidenz für einen Zusammenhang zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und dem Risiko von Demenzerkrankungen in den letzten fünf Jahren zugenommen hat. Der Einfluss potenzieller Störfaktoren sollte in gezielt angelegten Studien überprüft werden.

Bemerkungen: Ein Editorial von L. Kheifets, Los Angeles, ist in der selben Ausgabe der Zeitschrift erschienen (Sozial- und Präventivmedizin 2007; 51(4): 183-184).

Finanzierung: keine Angaben

Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, Mirshekar-Syahkal D, Rasor P, Deeble R, Fox E.

Does Short-Term Exposure to Mobile Phone Base Station Signals Increase Symptoms in Individuals who Report Sensitivity to Electromagnetic Fields? A Double-Blind Randomised Provocation Study.

Environmental Health Perspectives 2007; 115 (11): 1603-1608

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie und Doppelblindstudie zu kurzfristigen Auswirkungen von Basisstationssignalen auf das Wohlbefinden von Personen mit und ohne "elektromagnetische Hypersensibilität" (EHS).

Kollektiv: 58 Personen, die sich als hypersensibel gegenüber elektromagnetischen Feldern bezeichneten und 121 Kontrollpersonen. 44 Personen mit EHS und 115 Kontrollpersonen absolvierten sowohl die Provokationsstudie als auch die Doppelblindstudie. Die Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte über Inserate und Mund-zu-Mund-Propaganda. Die Untersuchungen fanden an der Universität von Essex, Grossbritannien, statt.

Exposition: GSM- und UMTS-Signale, wie sie von Mobilfunkbasisstationen emittiert werden. Beim GSM-Signal handelte es sich um eine Kombination aus 900 und 1800 MHz, jeweils mit einer Leistungsflussdichte von 5 mW/m². Das UMTS-Signal hatte eine Frequenz von 2200 MHz und eine Leistungsflussdichte von 10 mW/m². Die Basisstationsantenne befand sich 5 m von den Probanden entfernt.

Methode: Alle Teilnehmer durchliefen vier Sitzungen, jeweils im Abstand von einer Woche: einen Provokationstest mit drei Expositionsbedingungen (GSM-, UMTS- oder Scheinexposition), jeweils 15 Minuten ohne Verblindung und 5 Minuten mit Verblindung (zur Überprüfung der Wahrnehmungsfähigkeit). Die nächsten drei Durchgänge erfolgten unter doppelt verblindeten Bedingungen mit jeweils 50-minütiger GSM-, UMTS- oder Scheinexposition (Registrierung der Symptome). Die Expositionsreihenfolge wurde zufällig festgelegt, war aber nicht ganz ausgeglichen, weil die ursprünglich angestrebte Gesamtzahl von 264 Probanden nicht erreicht wurde. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Tests und Varianzanalysen (ANOVA). Die Resultate wurden für multiple Testung korrigiert (Bonferroni).

Resultat: Die Personen mit EHS waren im Durchschnitt jünger (46.1 vs. 54.5 J., p<0.01) und hatten seltener eine

chronische Erkrankung als die Kontrollpersonen (21.4 vs. 38.3%, $p < 0.05$). Während der nicht verblindeten Provokation berichteten mehr EHS-Patienten über Beschwerden als Kontrollpersonen. Unter Doppelblindbedingungen wurde in der Gruppe der Sensiblen bei UMTS-Exposition ein höheres Ausmass an Nervosität beobachtet als bei Scheinexposition. In weiteren Analysen zeigte sich, dass bei einem grösseren Teil der Sensiblen die UMTS-Exposition in der ersten Sitzung stattgefunden hatte und der Unterschied auf die Reihenfolge zurückzuführen war. In der Kontrollgruppe zeigten sich keine expositionsabhängigen Unterschiede. Das GSM-Signal führte in keiner der beiden Gruppen zu Veränderungen des Wohlbefindens. In Bezug auf den Blutvolumenpuls (=Mass für den Blutfluss in peripheren Arterien) zeigten sich keine Differenzen. Die elektrische Leitfähigkeit der Haut war in beiden Studienteilen und unabhängig von der Art der Exposition bei Personen mit EHS höher. Die Herzfrequenz lag in der EHS-Gruppe während der offenen Provokation höher, ansonsten bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den eigenen Resultaten und früheren Studien, dass die kurzfristige Exposition gegenüber Mobilfunksignalen sich weder auf das Wohlbefinden noch auf körperliche Beschwerden von Personen mit EHS auswirkt. Auch die Wahrnehmung der Basisstationssignale war in der sensiblen Gruppe nicht besser als in der Kontrollgruppe. Andere Ursachen der EHS-Symptome sollten erforscht werden, um den betroffenen Personen Behandlungsmöglichkeiten anbieten zu können.

Bemerkungen: Gemäss den Angaben im Methodenteil sollten ursprünglich 132 Probanden pro Gruppe rekrutiert werden, um einen Unterschied von $d=0.40$ mit einer statistischen Power von 90% nachweisen zu können. Ausgewertet wurden die Daten von 44 Probanden mit EHS und 115 Kontrollpersonen. Der dadurch verursachte Verlust an Power wird nicht diskutiert. Auch die Unterschiede im Alter und im Gesundheitszustand der beiden Gruppen werden in der Diskussion nicht erwähnt. In einer späteren Ausgabe der "Environmental Health Perspectives" sind drei Kommentare zu dieser Publikation und eine Antwort der Autoren veröffentlicht worden (Env Health Perspect 2008; 116(2): A62-A65). Unter anderem wird diskutiert, ob die Verwendung von Bonferroni-Korrekturen in Replikationsstudien und bei stark korrelierten Endpunkten angezeigt ist. Insgesamt bestehen in den Resultaten Hinweise auf Unterschiede in der sensiblen Gruppe in Bezug auf Anspannung, Erregung und Angstgefühl bei UMTS-Exposition im Vergleich zur Scheinexposition. Die Ergebnisse der Studie zur kognitiven Leistung und zu den Herz-/Kreislaufparametern sind publiziert in Eltiti et al., Bioelectromagnetics 2009.

Finanzierung: Mobile Telecommunication and Health Research Program (UK)

Salahaldin AH, Bener A.

Long-term and frequent cellular phone use and risk of acoustic neuroma.

Int Tinnitus J 2006; 12 (2): 145-8

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Reihensstudie zur Häufigkeit des Akustikusneurinoms im arabischen Emirat Katar.

Kollektiv: 10 Frauen und 3 Männer (Alter: 43 bis 66 Jahre), bei denen zwischen 2004 und 2005 in einer der beiden Kliniken der katarischen Hauptstadt Doha ein Akustikusneurinom diagnostiziert worden war.

Exposition: Alle Patienten benutzten ein Mobiltelefon. Zehn Personen telefonierte seit mehr als fünf Jahren durchschnittlich 14 Mal pro Tag. Die übrigen verwendeten das Telefon beruflich und führten täglich über fünf Gespräche von mindestens 20 Minuten Dauer.

Methode: Gesammelt wurden Daten zum Krankheitsverlauf der Patienten, zur Diagnostik und zum Mobiltelefongebrauch.

Resultat: Es wurde eine Prävalenz von 17.2 Akustikusneurinom-Erkrankungen pro Million Einwohner berechnet. In Nordwest-England wurden zwischen 10 und 14 Erkrankungen pro Million beobachtet, in andern Studien deutlich niedrigere Erkrankungsraten.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die Akustikusneurinom-Erkrankungsrate in Katar etwas höher ist als in anderen Ländern. Sie weisen darauf hin, dass ein landesweites Register und allgemeine Behandlungspläne eingeführt werden sollten.

Bemerkungen: Die Studie enthält keinerlei Auswertungen zum Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Akustikusneurinom-Risiko. Die hohe Prävalenz könnte dadurch entstanden sein,

dass es sich um spezialisierte Kliniken in der Hauptstadt handelt, die nicht für das ganze Land repräsentativ sind.

Finanzierung: keine Angaben

Oftedal G, Straume A, Johnsson A, Stovner LJ.
Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study.
Cephalalgia 2007; 27 (5): 447-455

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie zum Auftreten von Kopfschmerzen im Zusammenhang mit der Mobiltelefonexposition bei Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität.

Kollektiv: 17 Probanden (davon 12 Männer), die Beschwerden während oder kurz nach der Benutzung von Mobiltelefonen angaben. Die Rekrutierung erfolgte von Februar bis September 2005 in Trondheim, Norwegen, über Zeitungsinserate und Medienberichte. Zur Auswahl standen ursprünglich 42 Personen.

Exposition: Das Signal wurden von einem GSM-Mobiltelefon generiert und an zwei Antennen ('base station antenna') übertragen, die an der Wand des Untersuchungsraums angebracht waren. Die Antennen befanden sich 8.5 cm vom Kopf entfernt, exponiert wurde jeweils die zum Telefonieren bevorzugte Kopfseite. Frequenz: 902.4 MHz, Pulsrate: 217 Hz, max. Sendeleistung: 2 W. Höchstwert der spezifischen Absorptionsrate gemittelt über 1 g Gewebe: 1.0 W/kg, über 10 g Gewebe: 0.8 W/kg.

Methode: In einem offenen Provokationstest wurde zuerst das Auftreten von Beschwerden überprüft. Die eigentliche Testung erfolgte unter Doppelblindbedingungen. Die Exposition resp. Scheinexposition dauerte 30 Minuten, die Reihenfolge der Expositionen war zufällig. Während der Exposition sahen die Teilnehmer Dokumentarfilme auf Video, und es wurden Puls und Blutdruck registriert. Jeder Proband konnte bis zu vier Expositionspaare absolvieren. Zwischen den Durchgängen lag ein Abstand von mindestens zwei Tagen. Das Auftreten von Kopfschmerzen und "anderen Symptomen" wurde in zwei visuellen Analogskalen vor und direkt nach der Exposition sowie in den sieben auf die Exposition folgenden Stunden erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit t-Tests für gepaarte Daten und Varianzanalysen. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Raumtemperatur, Tageszeit, Anzahl an Mobiltelefongesprächen am Untersuchungstag und Medikamenteneinnahme. Die statistische Power zum Nachweis eines Unterschieds in der Grössenordnung einer

halben Standardabweichung wurde bei 60 Testpaaren mit 96% berechnet.

Resultat: Insgesamt wurden 65 Paare von Exposition und Scheinexposition durchgeführt, also 130 Sitzungen. Bei 68% der Testungen traten im Verlauf Kopfschmerzen oder Unbehagen auf, es zeigte sich kein Zusammenhang mit der Reihenfolge der Expositionen. Bei Scheinexposition war die Symptomzunahme etwas deutlicher, der Unterschied war für kein Symptom statistisch signifikant. Hinsichtlich Wahrnehmungsfähigkeit bestand keine signifikante Korrelation zwischen den Angaben der Probanden und den tatsächlichen Expositionen. In Bezug auf Herzfrequenz und Blutdruck waren ebenfalls keine statistisch signifikanten Expositionseffekte zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keine Evidenz dafür, dass die Mobiltelefonexposition bei Personen mit selbstberichteter Hypersensibilität gegenüber Mobiltelefonen Kopfschmerzen oder andere Beschwerden verursacht. Es wurde keine Veränderung der Herzfrequenz oder des Blutdrucks beobachtet.

Bemerkungen: Insgesamt sprechen die Ergebnisse gegen eine Verursachung von Beschwerden durch die Mobiltelefonexposition. Die Expositionsanordnung entsprach nicht ganz der normalen Gesprächssituation (Mobiltelefon als Signalgenerator und zwei an der Wand befestigte Antennen). Weitere Auswertungen zum Kopfschmerz sind publiziert in Stovner et al., Acta Neuro Scand 2008: 117 (Suppl. 188): 67-71.

Finanzierung: Research Council of Norway, Norwegian Post and Telecommunication Authority, Telenor, Netcom.

Jauchem JR.

Effects of low-level radio-frequency (3kHz to 300GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: A review of the recent literature.

Int J Hyg Environ Health 2008; 211 (1-2): 1-29

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Immunsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf das HerzKreislaufsystem, das Immunsystem, die Fertilität und andere Körperfunktionen.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive aus epidemiologischen und experimentellen Studien.

Exposition: Hochfrequenzexposition (3 kHz bis 300 GHz) durch Rundfunksender, Radar, Mobiltelefone und andere Quellen. Ebenfalls berücksichtigt wurden berufliche Hochfrequenzbelastungen.

Methode: Die Literatursuche für die narrative Übersichtsarbeit erfolgte in diversen elektronischen Datenbanken (u.a. PubMed, EMBASE und BIOSIS) und umfasste den Zeitraum von Mitte 1998 bis Anfang 2006. Zusätzlich wurde in Journals und in Referenzlisten von Hand nach Publikationen gesucht. Arbeiten ohne Peer-Review-Verfahren dienten als Hintergrundinformation oder zur Diskussion der Originalarbeiten. Berücksichtigt wurden quantitative und qualitative Ergebnisse, es gab keine strikten Einschlusskriterien. Nicht englischsprachige Publikationen wurden einbezogen, wenn ein Abstract auf englisch vorhanden war.

Resultat: In einigen epidemiologischen Studien wurden Veränderungen der Herz-Kreislauffunktionen bei Hochfrequenzexposition beobachtet (z.B. niedrigere 24-Std-Herzfrequenz oder gestörter Tagesrhythmus). In Laborstudien an Probanden zeigten sich keine deutlichen Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf verschiedene kardiovaskuläre Parameter. Die Resultate zu Effekten der unterschiedlichen Hochfrequenzexpositionen auf die Fertilität und Auswirkungen auf die Nachkommen waren nicht einheitlich. Verschiedene Studien an Radar- und Rundfunkarbeitern ergaben Veränderungen der Immunglobulinkonzentration und der Lymphozytenzahl im Blut. Es wurden keine starken Assoziationen zwischen der Hochfrequenzexposition und negativen Auswirkungen auf die Gesundheit beobachtet. Die meisten

Veränderungen waren klein und nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Der Autor sieht in dieser und in früheren Übersichtsarbeiten nur eine schwache Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzexposition und den hier behandelten Körperfunktionen.

Bemerkungen: Die Literaturzusammenstellung erscheint sehr umfassend, und es werden viele methodische Aspekte bei der Durchführung und Interpretation von Studien diskutiert. Leider werden die Studienresultate zu den jeweiligen Körpersystemen nicht zusammengefasst, lediglich im Abstract finden sich Resümees und Schlussfolgerungen. Es werden sehr verschiedene Expositionsarten (auch natürliche Felder) und Gesundheitsendpunkte abgehandelt.

Eine frühere Übersichtsarbeit des Autors zu anderen Endpunkten ist publiziert in: Jauchem JR., A literature review of medical side effects from radio-frequency energy in the human environment: involving cancer, tumors, and problems of the central nervous system. J Microw Power Electromagn Energy. 2003;38(2):103-123.

Finanzierung: keine Angaben

Verschaeve L.

Genetic effects of radiofrequency radiation (RFR).

Toxicol Appl Pharmacol 2005; 207 (2 Suppl): 336-41

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Tiere

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse von Studien an Zellen, Tieren und Menschen zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Erbsubstanz (DNS).

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Experimentelle Hochfrequenzexpositionen in Zell- und Tierversuchen, berufliche Belastung bei Untersuchungen an Menschen.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Die vorliegenden Studien an Zellen, Tieren und Menschen haben zu kontroversen Ergebnissen geführt. Die meisten Studien weisen nicht auf eine direkte Schädigung der Erbsubstanz bei nichtthermischer Hochfrequenzexposition hin. Die Expositionsbedingungen sind allerdings unterschiedlich, und teilweise fehlen genaue Angaben zur Dosimetrie oder zu Temperaturmessungen. Auch die Untersuchungen an beruflich exponierten Personen hatten methodische Schwächen, u.a.: Nichtberücksichtigung von Störfaktoren und zu geringe Stichprobengrösse.

Schlussfolgerung: Da die Datenlage zu kontrovers ist, um genotoxische Effekte der Hochfrequenzstrahlung ausschliessen zu können, empfiehlt der Autor gross angelegte Forschungsprogramme unter kontrollierten Bedingungen und mit ausreichender Stichprobengrösse.

Finanzierung: keine Angaben

Svendsen AL, Weihkopf T, Kaatsch P, Schüz J.

Exposure to magnetic fields and survival after diagnosis of childhood leukemia: a German cohort study.

Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2007; 16 (6): 1167-1171

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Überprüfung der Hypothese, dass die häusliche Magnetfeldbelastung den Krankheitsverlauf von Kindern mit Leukämie beeinflusst. Hinweise auf einen Zusammenhang hatte eine amerikanische Studie ergeben (Foliart et al.: Magnetic field exposure and long-term survival among children with leukaemia. Br J Cancer 2006; 94 (1), 161-164).

Kollektiv: 595 Kinder (<15 J.) mit akuter lymphatischer Leukämie aus drei Fall-Kontrollstudien, die zwischen 1992 und 2001 in drei verschiedenen Regionen in Deutschland durchgeführt wurden. Die Studienregionen waren Niedersachsen, Berlin bzw. das Gebiet der ehemaligen Bundesrepublik (Westdeutschland).

Exposition: Die Magnetfeldexposition wurde in 24-Stunden-Messungen in den Schlafzimmern der Kinder erfasst (Zeitraum der Messungen: November 1997 bis Dezember 1999). Als Expositionsmass galt der Median der 24-Stunden-Messung, die Expositionskategorien waren: <0.1 µT, 0.1 bis 0.2 µT, >0.2 µT.

Methode: Die Teilnahmerate in den Fallgruppen der drei Studienkomponenten variierte zwischen 59 und 66%. Zusätzliche Risiko- und Einflussfaktoren wurden mittels Fragebögen erfragt. Der Krankheitsverlauf wurde in den ersten fünf Jahren nach der ersten Therapie von den Kinderkliniken jährlich an das Deutsche Kinderkrebsregister gemeldet, danach in Abständen von drei Jahren. Im Erwachsenenalter erfolgte das Monitoring bezüglich Rückfall, Tod oder Auftreten eines Sekundärtumors nach jeweils fünf Jahren. Im Februar 2006 lag das längste Follow-up bei 14.6 Jahren, der Median betrug 9.5 Jahre. Die statistische Auswertung zum Sterberisiko erfolgte mittels Cox proportional hazards-Modellen unter Korrektur für Alter, Geschlecht und Diagnosejahr. Als zusätzliche Einflussfaktoren untersucht wurden: Jahreszeit der Messungen, Sozialstatus und Wohnregion. Diese Faktoren hatten keinen Einfluss auf die Risikoschätzer und wurden daher im endgültigen Modell nicht

berücksichtigt. Zusätzlich zur Gesamtauswertung wurde eine nach Risikogruppen stratifizierte Analyse durchgeführt.

Resultat: Es zeigte sich ein statistisch signifikant erhöhtes Sterberisiko für Kinder in der mittleren Expositionskategorie (Hazard Ratio: 2.6, 95%-CI: 1.3-5.2, basierend auf neun Todesfällen). In der am stärksten belasteten Gruppe ($>0.2 \mu\text{T}$) ereigneten sich vier Todesfälle, und die Hazard Ratio betrug 1.6 (95%-CI: 0.6-4.4). Die nach Risikogruppen stratifizierte Auswertung ergab relative Risiken von 2.8 (95%-CI: 1.2-6.2) und 3.0 (95%-CI: 0.9-9.8) für die beiden Expositionskategorien (7 resp. 3 Todesfälle).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Ergebnisse ähnlich sind wie diejenigen der amerikanischen Kohortenstudie (Foliart et al. 2006). Sie sprechen für ein höheres Sterberisiko bei leukämiekranken Kindern mit höherer häuslicher Magnetfeldbelastung. Die Fallzahlen sind allerdings in beiden Studien klein, und ein biologischer Wirkmechanismus ist nicht bekannt.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, wurden die Magnetfeldmessungen in dem Haus durchgeführt, in dem die Kinder vor der Leukämiediagnose am längsten gewohnt hatten. Es könnte also sein, dass während der Follow-up-Zeit in den Jahren nach der Therapie nicht mehr dieselbe Exposition bestand. Möglich ist auch, dass nicht alle Todesfälle auf die Leukämieerkrankung zurückzuführen waren, da die Todesursachen nicht vollständig erfasst wurden. Die Wahrscheinlichkeit beider Ereignisse ist allerdings nicht hoch.

Finanzierung: Universität Mainz, Danish Cancer Society. Publikationskosten teilweise gedeckt durch Seitenhonorar.

Otto M, von Mühlendahl KE.

Electromagnetic fields (EMF): Do they play a role in children's environmental health (CEH)?.

Int J Hyg Environ Health 2007; 210 (5): 635-644

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche	Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Bahnstrom	Nicht bestimmt	Europa
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender	Nicht bestimmt	Europa
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
<u>Studientyp:</u>		
Frequenz: statisch		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über die Auswirkungen elektromagnetischer Felder verschiedener Frequenzbereiche auf die Gesundheit. Ein Schwerpunkt ist die Gesundheit von Kindern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive, auch Zell- und Tierstudien.

Exposition: Elektrische und magnetische Felder verschiedenen Ursprungs, Frequenzbereich: 0 Hz bis 300 GHz.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Zu gesundheitlichen Auswirkungen der statischen elektrischen Felder gibt es noch kaum Studien. Statische Magnetfelder führen bei hohen Intensitäten (>2 Tesla) zu Schwindel und Übelkeit. Das Erdmagnetfeld variiert zwischen 30 und 70 μT , Expositionen mit stärkeren Intensitäten sind meistens kurz (Magnetschwebbahn: 10 bis 100 mT, MRI-Untersuchungen: 0.5 bis 2 T). Niederfrequente Magnetfelder wurden aufgrund der in epidemiologischen Studien beobachteten Assoziation mit Kinderleukämie im Jahr 2001 von der IARC als "möglicherweise karzinogen" eingestuft. Ein biologischer Wirkmechanismus ist noch nicht identifiziert worden. Hinsichtlich Zusammenhängen mit anderen Krankheiten sind die Ergebnisse nicht einheitlich. Die von der ICNIRP empfohlenen Grenzwerte für den Hochfrequenzbereich orientieren sich an den thermischen Effekten der Strahlung und enthalten einen Sicherheitsfaktor von 50. In Bezug auf nichtthermische Auswirkungen von schwacher Hochfrequenzstrahlung besteht eine Kontroverse, die hoffentlich durch die Ergebnisse der laufenden Forschungsprogramme behoben werden kann. Bei der Verwendung von Mobiltelefonen entstehen unter ungünstigen Sendebedingungen relativ starke Felder. In der Interphone-Studie hat sich in einzelnen Ländern für manche Tumortypen ein erhöhtes Risiko im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung gezeigt: verdoppeltes Risiko für gleichseitige Akustikusneurinome in Schweden und verdoppeltes Gliomrisiko in

Deutschland (Konfidenzintervall: 0.94-5.11). Die Ergebnisse der Gesamtauswertung stehen noch aus. Für eine höhere Empfindlichkeit von Kindern gegenüber Hochfrequenzstrahlung liegen zur Zeit keine wissenschaftlichen Argumente vor, es ist aber noch wenig über die dielektrischen Eigenschaften des heranwachsenden Gehirns bekannt. Auch die Entstehung der elektromagnetischen Hypersensibilität ist nicht geklärt.

Schlussfolgerung: Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass nieder- und hochfrequente elektromagnetische Felder für Kinder höchstwahrscheinlich kein Hauptproblem im Bereich der Umweltmedizin sind. Sie empfehlen eine Verbesserung der Risikokommunikation, um eine "prioritätenbasierte Wahrnehmung" der Umweltrisiken zu etablieren.

Bemerkungen: In der Übersichtsarbeit fehlen Angaben zum Vorgehen bei der Literaturrecherche und zu ihrer Vollständigkeit. Es werden auch Publikationen ohne Peer-Review-Verfahren und Internetberichte von Forschungsprogrammen zitiert. Daher ist die Vollständigkeit und die Objektivität der Darstellung nicht beurteilbar. Die Einschätzung der Empfehlungen in den "concluding remarks" erfolgt ohne Abstützung auf wissenschaftliche Literatur.

Finanzierung: keine Angaben

Lajunen HR, Keski-Rahkonen A, Pulkkinen L, Rose RJ, Rissanen A, Kaprio J.

Are computer and cell phone use associated with body mass index and overweight? A population study among twin adolescents.

BMC Public Health (online publication) 2007; 7 (24)

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Physiologische oder biochemische Parameter
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittserhebung zum Zusammenhang von Mobiltelefon- und Computerbenutzung mit dem Body Mass Index resp. dem Auftreten von Übergewicht bei Jugendlichen.

Kollektiv: Im Rahmen einer finnischen Kohortenstudie an Zwillingsfamilien beantworteten 4098 Jugendliche im Alter von 17.5 Jahren einen Fragebogen zur Benutzung von Computern und Mobiltelefonen (Teilnahmerate: 90%).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung. Die Benutzungskategorien wurden anhand der monatlichen Telefonrechnung unterteilt in: <10 Euro, 10 bis 20, 20 bis 35, 35 bis 85 und >85 Euro.

Methode: Die Zwillingsstudie umfasste fünf Geburtskohorten von 1983 bis 1987, die Befragungen fanden von Herbst 2000 bis Frühling 2005 statt. Zusätzlich lagen die Antworten der Eltern zu Beginn der Studie vor, als die Kinder 11 bis 12 Jahre alt waren. Der Body Mass Index (BMI) wurde gemäss Teilnehmerangaben (Grösse/Gewicht²) berechnet. Als potenzielle Störfaktoren berücksichtigt wurden: Geschlecht, körperliche Aktivität, Bildungsniveau und Berufsklasse der Eltern. Die statistische Auswertung erfolgte mittels linearer und logistischer Regression.

Resultat: Die Prävalenz des Übergewichts lag insgesamt bei 8%. Ein Mobiltelefon benutzten 94%, und einen Computer 86% der Jugendlichen. Statistisch signifikante Assoziationen ergaben sich für Jugendliche, die einen Computer ohne Internetanschluss besaßen: Die Odds Ratio für Übergewicht lag bei 2.3 (95%-CI: 1.4 to 3.8), der BMI war im Durchschnitt um 0.57 kg/m² höher (95%-CI: 0.15 to 0.98). Im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung zeigte sich ein positiver Trend für den BMI (Beta: 0.18, 95%-CI: 0.06-0.30), es bestand

keine signifikante Assoziation in Bezug auf das Übergewicht.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die globale Übergewichtsepidemie mit der Benutzung moderner Technologien zusammenhängen könnte. Das Körpergewicht ist mit der Verwendung von Computern, und möglicherweise auch von Mobiltelefonen assoziiert. Diese Ergebnisse sollten in Längsschnittstudien unter Einbezug anderer Freizeitaktivitäten genauer untersucht werden.

Bemerkungen: In der Studie geht es nicht um die Hochfrequenzexposition der Mobiltelefone, sondern um Unterschiede im Verhalten von Benutzern und Nichtbenutzern. Es ist naheliegend, dass die Verwendung eines Computers stärker mit dem Übergewicht bei Jugendlichen assoziiert ist als die Mobiltelefonbenutzung. Methodisch ist die Abschätzung sowohl des BMI als auch des Telefongebrauchs mit einigen Unsicherheiten verbunden. Eingehende Anrufe wurden offensichtlich nicht erfasst, weil sie in Finnland gratis sind.

Finanzierung: National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism; Academy of Finland; Yrjö Jahnsson Foundation; European Union Contract

Oertle M, Lehmann H, Fritschi P, Muller M, Berz R.

Electromagnetic fields in hospitals: wireless-LAN as a risk factor?.

Schweiz Rundsch Med Prax 2006; 95 (23): 933-941

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Darstellung der Hochfrequenzexposition durch WLAN (Wireless Local Area Network) und andere drahtlose Kommunikationsgeräte in einem Krankenhaus.

Kollektiv: Medizinisches Personal des Spitals Thun (Kanton Bern).

Exposition: WLAN: Frequenz zwischen 2.4 und 2.5 GHz, maximale Leistung der Accesspoints: 100 mW. In 350 m Entfernung befand sich eine grössere Mobilfunkanlage und 160 m Entfernung eine Mobilfunkstation mit geringer Sendeleistung.

Methode: Die Messungen umfassten den Frequenzbereich von 5 Hz bis 3 GHz. Sie fanden an einem Arbeitsplatz des Pflegepersonals innerhalb der Station und in einem Patientenzimmer während des Alltagsbetriebs statt. Während der Messung wurde zusätzlich zur normalen Exposition ein maximaler Datentransfer vorgenommen.

Resultat: Darstellung der Grenzwertregelungen in der Schweiz. Die Messungen ergaben, dass im Schwesternarbeitszimmer - bedingt durch die Lage zum Accesspoint - die WLAN-Immissionen dominierten (Wurzelquadratsumme der Peaks für diesen Frequenzbereich: 0.365 V/m). Im Patientenzimmer überwog die Mobilfunkexposition (0.134 V/m für GSM 1800 und 0.117 V/m für UMTS).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, erreichen die gemessenen Feldstärken (auch im Niederfrequenzbereich) nur wenige Prozentanteile des Immissionsgrenzwertes (<1%). Auch der vorsorgliche Anlagegrenzwert wird deutlich eingehalten.

Lowenthal RM, Tuck DM, Bray IC.

Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study.

Intern Med J 2007; 37 (9): 614-619

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung, ob bei Personen, die weniger als 300 m von einer Freileitung entfernt wohnen, ein erhöhtes Risiko für Leukämien, Lymphome oder ähnliche Krankheiten (des Knochenmarks oder der Blutzellen) besteht.

Kollektiv: Alle Patienten, bei denen zwischen 1972 und 1980 in Tasmanien (=australische Insel, 450 000 Einwohner) eine myelo- oder lymphoproliferativer Erkrankung diagnostiziert wurde. Alter: 0 bis 94 Jahre. Die Kontrollpersonen wurden aus den obligatorischen Wählerverzeichnissen zufällig ausgewählt und den Patienten individuell nach Geschlecht und Alter zum Diagnosezeitpunkt zugeordnet.

Exposition: Freileitungen mit 88, 110 und 220 kV Spannung.

Methode: Die Patientendaten stammten von histopathologischen und hämatologischen Laboratorien in Tasmanien. Die Erfassung der Erkrankungen kann als vollständig betrachtet werden. Die Patienten wurden bis auf wenige Ausnahmen in persönlichen Interviews befragt, die Kontrollpersonen erhielten einen schriftlichen Fragebogen per Post. Die Angaben der Patienten zu ihren Wohnadressen bis zum Zeitpunkt der Diagnose wurden mit geographischen Karten zur Stromversorgung verknüpft. Daraus wurde die gesamte Wohndauer in der Nähe einer Freileitung (ab drei Monaten) berechnet. Bei Entfernungen unter 300 m wurde die exakte Distanz aus Strassenkarten oder durch Messungen vor Ort ermittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Sozialstatus (drei Berufsgruppen-Kategorien), Tätigkeit in Berufen mit erhöhtem Risiko (Farmer, Giesser, Bergarbeiter, Coiffeure) und Anzahl der Wohnadressen.

Resultat: Informationen lagen für 854 Fall-Kontroll-Paare vor, zur Auswertung gelangten 768 erwachsene Paare. Die Analyse ergab eine statistisch nicht signifikante Erhöhung des Erkrankungsrisikos bei Personen, die in der Nähe einer Freileitung gewohnt hatten. Für Entfernungen unter 50 m lag die Odds Ratio bei 2.06 (95%-CI: 0.87-4.91), für die Distanz von 51 bis 300 m betrug sie 1.30 (95%-CI: 0.88-1.91). Wenn alle Personen im Umkreis von 300 m zusammen genommen wurden, ergab sich im Vergleich zu weiter entfernt Wohnenden ein relatives Risiko von 1.4 (95%-CI: 0.98-2.00). Bei getrennter Auswertung der beiden Krankheitsgruppen lag die Odds Ratio für lymphoproliferative Erkrankungen (Non-Hodgkin- und Hodgkin-Lymphom, Multiples Myelom, akute und chronische lymphatische Leukämie) bei 1.33 (95%-CI: 0.89-1.99) und für myeloproliferative Erkrankungen (akute und chronische myeloische Leukämie, chronische myeloproliferative Krankheiten) bei 1.67 (95%-CI: 0.77-3.61). Wenn nur Paare berücksichtigt wurden, die immer in Tasmanien gewohnt hatten, verstärkte sich der Zusammenhang. In den Subgruppenanalysen bestand ein signifikanter Zusammenhang für Personen, die im Alter von 0 bis 15 Jahren maximal 300 Meter von einer Freileitung entfernt gewohnt hatten (OR=3.23, 95%-CI: 1.26-8.29). Wenn die beiden grossen Erkrankungskategorien getrennt ausgewertet wurden, bestand diese Assoziation nur noch für die Gruppe der lymphoproliferativen Krankheiten (Non-Hodgkin- und Hodgkin-Lymphom, Multiples Myelom, akute und chronische lymphatische Leukämie).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem Wohnen in der Umgebung von Freileitungen und dem Risiko von lympho- oder myeloproliferativen Erkrankungen bei Erwachsenen. Dabei könnte die Exposition in der frühen Kindheit eine besondere Bedeutung haben.

Bemerkungen: Die Risikoschätzer der Gesamtauswertung sind zwar erhöht, aber statistisch nicht signifikant. In einzelnen Subgruppenanalysen ergaben sich signifikante Werte, die statistische Unsicherheit ist aber gross. Der Grund für die Unsicherheit sind wahrscheinlich die kleinen Fallzahlen, die allerdings nicht genau angegeben werden. Da in den Auswertungen verschiedene Kategorien für den Expositionszeitraum und das Alter bei Exposition gebildet wurden, besteht die Gefahr der Selektion "positiver" Resultate. Grundlegende Informationen zur Verteilung der demographischen Charakteristika in den Teilnehmergruppen fehlen. Kinder und Jugendliche wurden zwar erfasst, in der Analyse dann aber nicht berücksichtigt (Altersgrenze?). Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden weitere Risikofaktoren wie Röntgenuntersuchungen und -therapien oder Schadstoffexpositionen wie Chemikalien, Nikotin etc. Trotz einiger methodischer Limitationen scheinen die Ergebnisse der Studie doch auf einen gewissen Zusammenhang hinzuweisen.

Finanzierung: David Collins Leukaemia Foundation, Clifford Craig Medical Research Trust, Royal Hobart Hospital Medical Research Foundation, University of Plymouth (UK)

Karipidis KK, Benke G, Sim MR, Kauppinen T, Giles G.
Occupational exposure to ionizing and non-ionizing radiation and risk of glioma.
Occupational Medicine 2007; 57 (7): 518-524

Stichwörter	Kollektiv: Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber ionisierender oder nichtionisierender Strahlung und dem Risiko, an einem Gliom zu erkranken.

Kollektiv: Personen im Alter von 20 bis 70 Jahren, die im australischen Bundesstaat Victoria wohnten (Melbourne oder eine von vier anderen Städten) und bei denen zwischen Juli 1987 und Dezember 1991 ein Gliom diagnostiziert wurde. Die Diagnosedaten stammten aus den Krankenakten von 14 Spitälern in Melbourne mit neurochirurgischen Abteilungen und wurden mit dem Krebsregister des Bundesstaates verglichen. Die Kontrollpersonen wurden aus obligatorischen Wählerverzeichnissen der selben Wohnregionen zufällig ausgesucht, so dass die Verteilung von Alter und Geschlecht mit der Fallgruppe übereinstimmte. An der Studie beteiligten sich 416 Patienten und 422 Kontrollpersonen (Teilnahmeraten: 66 bzw. 65%). Für zwei Fälle und eine Kontrollperson fehlten Information zur beruflichen Tätigkeit.

Exposition: Die Expositionsabschätzung basierte auf der Berufs-Expositionsmatrix FINJEM des Finnish Institute of Occupational Health (Kauppinen et al. 1998). Die Matrix enthält Expositionsschätzungen für fünf Zeitperioden zwischen 1960 und 2003. Sie basiert auf Messungen, Stichprobenerhebungen und Expertenschätzungen. FINJEM klassifiziert 74 Berufe mit ELF-, vier mit RF- und 102 mit UV-Exposition. Eine Belastung mit ionisierender Strahlung wird für 19 Berufsgruppen beziffert. Die Matrix enthält das Produkt aus dem Anteil exponierter Arbeiter in jedem Beruf und dem durchschnittlichen Expositionsniveau pro Jahr. Um die persönliche Belastung der Teilnehmer abzuschätzen, wurde dieser Wert mit der entsprechenden Dauer der Berufstätigkeit multipliziert. Für die Hochfrequenzexposition und die ionisierende Strahlung wurde zusätzlich die Beurteilung eines berufsmedizinischen Experten eingeholt.

Methode: Die Teilnehmer füllten einen schriftlichen Fragebogen aus und wurden in einem Interview zu ihrer beruflichen Laufbahn befragt. Gesammelt wurden Informationen zu jeder Tätigkeit mit einer Mindestdauer von drei Monaten seit dem Alter von 12 Jahren. Bei 182 Patienten (44%) musste auf die Angaben von Angehörigen zurückgegriffen werden, weil die Patienten entweder zu krank oder bereits verstorben waren. Von den Kontrollpersonen konnten 98% persönlich befragt werden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression und Wald-Tests zur Untersuchung von Trends. Für die ELF- und die UV-Belastung wurden geschlechtsspezifische Analysen durchgeführt, für die Hochfrequenzexposition waren die Fallzahlen zu klein. Die Anzahl der Ausbildungsjahre wurde als Indikator für den Sozialstatus berücksichtigt.

Resultat: In Bezug auf die Gesamtexposition gemäss FINJEM im Zeitraum von 1985 bis 1994 ergaben sich für keine der vier Expositionsarten statistisch signifikant erhöhte Gliomrisiken. Die höchste Odds Ratio bestand für Hochfrequenzexposition in der mittleren Kategorie (11 bis $<52 \text{ W/m}^2\text{-Jahre}$) und lag bei 1.80 (95%-CI: 0.53 -6.13). Der zweithöchste Risikoschätzer zeigte sich in der Gruppe mit mittelgradiger UV-Exposition (471 bis $<2123 \text{ J/m}^2\text{-Jahre}$) und betrug 1.43 (95%-CI: 0.97-2.11). In der geschlechtsspezifischen Auswertung bestätigte sich diese Risikoerhöhung nur für Männer (p für Trend=0.03; OR in der mittleren UV-Expositionsklasse: 1.91 (95%-CI: 1.17-3.14). Wenn die Klassifizierung anhand der Teilnehmerangaben erfolgte, lagen die Odds Ratios für die Hochfrequenzexposition generell unter eins. Bei Verwendung der Expertenschätzung waren die relativen Gliomrisiken in allen drei Hochfrequenzkategorien erhöht, aber statistisch nicht signifikant.

Schlussfolgerung: In den Studienresultaten sehen die Autoren keinen Hinweis auf erhöhte Gliomrisiken bei Personen mit beruflicher Exposition gegenüber hoch- oder niederfrequenter nichtionisierender Strahlung oder gegenüber ionisierender Strahlung. Dagegen zeigte sich für Männer mit UV-Strahlen-Exposition ein erhöhtes Gliomrisiko, das in weiteren Studien untersucht werden sollte.

Bemerkungen: Die Untersuchung erfüllt die wesentlichen methodischen Anforderungen, die ausserberuflichen Belastungen wurden allerdings nicht beachtet. Die Ergebnisse zur Hochfrequenzstrahlung sind zurückhaltend zu interpretieren, weil nur wenige Studienteilnehmer beruflich exponiert waren. Abgesehen von hochdosierten Röntgenstrahlen zu therapeutischen Zwecken sind kaum Risikofaktoren für Gliome bekannt. Daher ist es unwahrscheinlich, dass Störfaktoren wie Zigarettenrauchen oder Alkoholkonsum eine bedeutende Rolle spielen. Eine Studie der selben Arbeitsgruppe zum Gliomrisiko bei beruflicher ELF-Exposition unter Verwendung einer amerikanischen Berufs-Expositionsmatrix sowie gemäss Teilnehmerangaben und Expertenschätzungen ergab ebenfalls kein erhöhtes Risiko (Karipidis et al.: Occupational exposure to low frequency magnetic fields and the risk of low grade and high grade glioma. Cancer Causes Control 2007; 18(3): 305-13).

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia; Victorian Health Promotion Foundation; Alfred Hospital

Karipidis KK, Benke G, Sim MR, Kauppinen T, Krickler A, Hughes AM, Grulich AE, Vajdic CM, Kaldor J, Armstrong B, Fritschi L.

Occupational exposure to ionizing and non-ionizing radiation and risk of non-Hodgkin lymphoma.

Int Arch Occup Environ Health 2007; 80 (8): 663-70

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber ionisierender oder nichtionisierender Strahlung und Non-Hodgkin-Lymphomen.

Kollektiv: Personen im Alter von 20 bis 74 Jahren, die zwischen 1. Januar 2000 und 31. August 2001 im zentralen Krebsregister von New South Wales (Australien) wegen einer Neuerkrankung an Non-Hodgkin-Lymphom registriert wurden. Ausgeschlossen wurden Patienten, die sehr schwer erkrankt oder bereits verstorben waren. Von 842 kontaktierten Personen beteiligten sich 717 (85%) an der Studie. Da bei 23 die Diagnose nicht eindeutig gesichert werden konnte, gelangten die Daten von 694 Patienten zur Auswertung. Die Kontrollpersonen wurden aus obligatorischen Wählerverzeichnissen zufällig ausgesucht, so dass die Verteilung von Alter, Geschlecht und Wohnregion mit der Fallgruppe übereinstimmte. Von 1136 Kontrollpersonen beteiligten sich 694 (61%).

Exposition: Die Expositionsabschätzung basierte auf der Berufs-Expositionsmatrix FINJEM des Finnish Institute of Occupational Health (Kauppinen et al. 1998). Die Matrix enthält den Anteil exponierter Arbeiter in jedem Beruf und den durchschnittlichen Expositionsgrad. Dieser Wert wurde mit der entsprechenden Dauer der Berufstätigkeit multipliziert.

Methode: Die Teilnehmer füllten einen schriftlichen Fragebogen aus und wurden in einem 60-minütigen Interview befragt. Gesammelt wurden detaillierte Informationen zu jeder Tätigkeit mit einer Dauer von mindestens einem Jahr sowie zu diversen beruflichen, umweltbedingten, immunologischen und infektiologischen Risikofaktoren für Non-Hodgkin-Lymphome. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden Alter, Geschlecht und Wohnregion (New

South Wales oder Australian Capital Territory) sowie ethnische Zugehörigkeit. Zusätzlich korrigiert wurde für andere berufliche Expositionen wie Holzstaub, Pestizide und Lösungsmittel.

Resultat: Es zeigten sich keine statistisch signifikant erhöhten Erkrankungsrisiken in Abhängigkeit von der Exposition gegenüber hoch- oder niederfrequenter Strahlung. In Bezug auf Niederfrequenzstrahlung ergab sich für die am stärksten exponierte Gruppe (3.1 bis 160.4 μ T-Jahre) eine korrigierte Odds Ratio von 1.17 (95%-CI: 0.84-1.62). Im Hochfrequenzbereich bestand ein nichtsignifikanter Risikoanstieg mit zunehmender Exposition (p für Trend: 0.10). Die Auswertung für ionisierende Strahlung ergab keinen Einfluss auf das Risiko eines Non-Hodgkin-Lymphoms. Für die Belastung durch UV-Strahlung wurden in den obersten Expositionskategorien signifikant erhöhte Erkrankungsrisiken berechnet (ca. 1.5-fach).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die Resultate nicht für einen Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber ionisierender Strahlung oder niederfrequenter, nichtionisierender Strahlung sprechen. Bei der Hochfrequenzexposition bestand eine statistisch nichtsignifikante Risikoerhöhung, die in weiteren Studien abgeklärt werden sollte. Das gilt auch für die UV-Belastung, für die eine schwache Assoziation beobachtet wurde.

Bemerkungen: Die Untersuchung erfüllt die wesentlichen methodischen Anforderungen. Es wurden viele potenzielle Störfaktoren berücksichtigt, allerdings blieben die ausserberuflichen Expositionen unbeachtet. Auch der Sozialstatus und der Nikotinabusus wurden nicht in die Analysen einbezogen, weil sich in früheren Auswertungen kein Zusammenhang mit dem Non-Hodgkin-Lymphom gezeigt hatte. Weitere Einschränkungen ergeben sich durch die Verwendung einer Berufs-Expositionsmatrix, die zum Beispiel nur vier Berufsgruppen mit Hochfrequenzbelastung enthielt. Eine deutliche Fehlklassifikation des Expositionsstatus könnte kleine Erkrankungsrisiken verschleiern. Auch ein Selektionsbias wird von den Autoren als möglich eingestuft (Unterschiede bezüglich Schweregrad der Erkrankung und ethnischer Herkunft).

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia and The Cancer Council.

Stankowski S, Kessi A, Becheiraz O, Meier-Engel K, Meier M.
Low frequency magnetic fields induced by car tire magnetization.
Health Phys 2006; 90 (2): 148-53

Stichwörter

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der niederfrequenten Magnetfelder im Auto, die durch die Magnetisierung der Reifen (Felgen und Stahlgürtel) entstehen.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder im Auto durch magnetisierte Reifen. Frequenz: 10 bis 200 Hz.

Methode: Die Messungen erfolgten in stillstehenden und in fahrenden Autos sowie an einzelnen Reifen auf Rollenprüfständern. Es wurden verschiedene Geschwindigkeiten (20, 40, 60, 80 und 120 km/h) und verschiedene Fahrzeugtypen untersucht. Die Magnetfelder wurden an verschiedenen Stellen im Innenraum und an der Reifenoberfläche gemessen (Messgerät: NARDA EFA200). Zusätzlich wurde der Effekt eines neu entwickelten Entmagnetisiergerätes getestet. Dieses Gerät bestand aus einer Entmagnetisierungsspule mit Metallflügeln.

Resultat: In fahrenden Autos wurden im Fussbereich der Vordersitze und auf dem Rücksitz teilweise beträchtliche Magnetfelder gemessen. Die Feldstärke lag im Mittel bei 3 Mikrottesla (μT), maximal bei bis zu 10 μT . Bei gezielter Magnetisierung der Reifen liessen sich an der Reifenoberfläche Feldstärken von bis zu 100 μT messen. Durch die Entmagnetisierung der Pneus und Felgen sanken die Magnetfelder deutlich ($<5 \mu\text{T}$), und die Messwerte blieben auch bei erneuter Benutzung der Reifen über Monate auf niedrigem Niveau.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die hier gemessenen Magnetfeldstärken höher sind als in früheren Studien. Das könnte auf die Verwendung von kleineren und leichteren Fahrzeugtypen zurückzuführen sein. Obwohl die in Autos gemessenen Werte deutlich unter den von der ICNIRP empfohlenen Grenzwerten lagen, sind einfache Massnahmen wie die Entmagnetisierung zur Reduktion der Magnetfelder empfehlenswert.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health (BAG)

Kimata H.

Enhancement of allergic skin wheal responses by microwave radiation from mobile phones in patients with atopic eczema/dermatitis syndrome.

Int Arch Allergy Immunol 2002; 129 (4): 348-50

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Immunsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die allergeninduzierte Hautreaktion bei Patienten mit allergischer Erkrankung.

Kollektiv: 26 Patienten mit atopischem Ekzem/Dermatitis-Syndrom, davon 14 Frauen, Alter: 21 bis 52 Jahre.

Exposition: Mobiltelefon, das mit einer Schnur ungefähr 4 cm unter dem Kinn am Hals der Probanden befestigt war. Es wurden verschiedene Mobilfontypen verwendet, und alle Probanden wurden gleichzeitig getestet. Die Exposition dauerte 60 Minuten.

Methode: Die Exposition fand für alle Probanden in der ersten Sitzung statt, die Scheinexposition (ohne Anrufe auf den Mobiltelefonen) erfolgte eine Woche später. Während der einstündigen Exposition betrachteten die Teilnehmer einen Videofilm mit Wetterinformationen. Die Durchführung erfolgte einfach verblindet. Vor und nach der Exposition resp. Scheinexposition wurde ein Haut-Prick-Test mit Hausstaubmilben- und Zedernpollen-Allergen durchgeführt. Zusätzlich wurde die Blutkonzentration an Substanz P und vasoaktivem intestinalem Peptid (VIP) bestimmt.

Resultat: Bei Scheinexposition zeigten sich keine Unterschiede bei der Quaddelbildung in den beiden Prick-Tests vor und nach der Exposition. In der Sitzung mit aktiviertem Mobiltelefon waren die Quaddeln nach der Exposition statistisch signifikant grösser als vorher ($p < 0.01$). Auch die Plasmakonzentration an Substanz P und VIP war nach der Mobiltelefonexposition signifikant höher.

Schlussfolgerung: Der Autor sieht in den Resultaten einen Hinweis darauf, dass die Hochfrequenzexposition von Mobiltelefonen die allergeninduzierte Quaddelbildung verstärkt. Es besteht auch ein Zusammenhang mit der

Ausschüttung von Substanz P und vasoaktivem intestinalem Peptid. Da die Exposition nicht der normalen Gesprächssituation entsprach, sollten die Ergebnisse überprüft werden.

Bemerkungen: Diese einfach verblindete Studie erfüllt einige grundlegende Anforderungen an eine experimentelle Untersuchung nicht: Die Reihenfolge der Expositionen war nicht ausgeglichen und es wurde keine Dosimetrie durchgeführt (Vergleichbarkeit der Telefontypen? SAR?). Angaben zur statistischen Auswertung fehlen (Testart? Korrektur für multiple Testung?). Die sehr knappe Darstellung erlaubt keine Beurteilung der Resultate.

Finanzierung: keine Angaben

Hung CS, Anderson C, Horne JA, McEvoy P.

Mobile phone 'talk-mode' signal delays EEG-determined sleep onset.

Neurosci Lett 2007; 421 (1): 82-86

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Effekte der Mobiltelefonexposition auf das EEG und den Schlaf in den unterschiedlichen Betriebsarten des Telefons (Gespräch, Empfang, Standby). Bedeutung der niederfrequenten Modulation des Signals.

Kollektiv: 10 Männer, Durchschnittsalter: 22 +/- 2.7 Jahre. Alle Probanden waren Rechtshänder und benutzten ihr Mobiltelefon weniger als eine Stunde pro Tag.

Exposition: GSM-900-Mobiltelefon (Nokia 6310e) in Gesprächs-, Empfang- und Standbymodus. Das Mobiltelefon war neben dem rechten Ohr angebracht, die Exposition dauerte jeweils 30 Minuten. SAR-Werte für die drei Betriebsarten (gemittelt über 10 g): 0.133, 0.015 und <0.001 mW/g. Frequenz der Pulsmodulation: 8 und 217 Hz im Gesprächsmodus; 2, 8 und 217 Hz im Empfangsmodus; 1 bis 31 Hz im Standbybetrieb.

Methode: Einfach verblindete Cross-over-Studie. Alle Probanden absolvierten im Abstand von jeweils einer Woche vier Sitzungen mit den verschiedenen Expositionssignalen: Gesprächsmodus, Empfangsmodus, Standby und Scheinexposition. Die Reihenfolge war zufällig und innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Nach der Exposition folgte eine 90-minütige Ruhephase mit Aufzeichnung des EEGs, insbesondere der Aktivität im Frequenzband von 1 bis 4 Hz (Delta), die für die Einschlafphase charakteristisch ist. Zudem wurde die Zeit bis zum Einschlafen erfasst "sleep-onset latency"), und die Teilnehmer schätzten vor, während und nach der Exposition ihre Schläfrigkeit auf einer Skala ein. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen (ANOVA) unter Korrektur für multiple Testung.

Resultat: Nach der Exposition im Gesprächsmodus war die Zeit bis zum Einschlafen statistisch signifikant länger als bei Empfangsmodus resp. Scheinexposition: 48.8 +/- 7.9 Min. versus 22.1 +/- 6.1 Min. resp. 23.8 +/- 4.6 Minuten (p=0.03). Nach der Exposition im Standbymodus ergab sich kein signifikanter Unterschied (32.9 +/- 8.5

Minuten). Die Aktivität des EEG-Frequenzbands 1 bis 4 Hz nahm nach der Gesprächsmodus-Exposition nicht signifikant zu, bei allen anderen Betriebsarten zeigte sich ein Anstieg innerhalb von 60 Minuten Ruhephase ($p < 0.006$). Die Angaben zur Schläfrigkeit unterschieden sich nicht in Abhängigkeit vom Expositionsmodus.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass nach der Exposition im Gesprächsmodus im Vergleich zum Empfangsmodus, zum Standbybetrieb und zur Scheinexposition Unterschiede in Bezug auf die Einschlafzeit und die EEG-Aktivität bestanden. Möglicherweise sind diese Differenzen auf die unterschiedlichen niederfrequenten Komponenten der Pulsmodulation der Expositionssignale zurückzuführen.

Bemerkungen: Die Studie erfüllt die meisten methodischen Anforderungen, wurde aber nicht unter doppelt verblindeten Bedingungen durchgeführt. Dies schwächt die Aussagekraft der Resultate ab. Wie die Autoren in der Diskussion schreiben, könnten die Unterschiede neben der Pulsmodulation auch auf die verschiedenen hohen SAR-Werte der drei Expositionsarten zurückzuführen sein (im Gesprächsmodus neunmal höher als im Empfangsmodus). In einem Experiment von Regel et al. 2007 zeigte sich allerdings keine Dosisabhängigkeit der Expositionseffekte auf die Schlaflatenz. Huber et al. 2000 verwendeten in ihren Experimenten ein "basisstationsähnliches Signal", dessen niederfrequente Komponenten bei 2, 8 und 217 Hz lagen und damit dem hier verwendeten Empfangsmodus entsprachen. In beiden Studien wurde bei dieser Exposition keine Veränderung der Schlaflatenz beobachtet. In Studien mit Expositionssignalen, die nur eine Pulsfrequenz von 217 Hz aufwiesen, waren die Befunde nicht einheitlich, eine Studie zeigte eine Verkürzung der Schlaflatenz (Mann 1996). Die Autoren der vorliegenden Studie mutmassen, dass die 8-Hz-Pulsung allein oder in Kombination mit der 217-Hz-Komponente für die gesteigerte Wachheit nach der Exposition im Gesprächsmodus verantwortlich sein könnte. Gemäss Abb. 1 in der Publikation scheinen die Unterschiede 60 Minuten nach der Exposition nicht mehr zu bestehen. Eine Überprüfung der Befunde unter Doppelblindbedingungen ist empfehlenswert.

Finanzierung: keine Angaben

Arns M, Van Lijntelaar G, Sumich A, Hamilton R, Gordon E.

Electroencephalographic, personality, and executive function measures associated with frequent mobile phone use.

Int J Neurosci 2007; 117 (9): 1341-60

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Land:

Zentralnervensystem

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Gehirnfunktion und von Persönlichkeitsmerkmalen bei Personen mit langjähriger oder häufiger Mobiltelefonbenutzung. Identifizierung von geeigneten Messgrössen der Gehirnfunktion und von potenziellen Einflussfaktoren.

Kollektiv: 300 Probanden ohne neurologische Erkrankungen oder Suchtkrankheiten, alle Rechtshänder.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Fragebogenangaben der Teilnehmer. Als Indikator für die Intensität der Benutzung galt das Produkt: Anzahl Anrufe pro Tag x durchschnittliche Anrufdauer x Gesprächszeit pro Tag. Es wurden drei Benutzerkategorien à 100 Personen gebildet: kein Mobiltelefongebrauch, "mittlere Intensität", "hohe Intensität".

Methode: An der Querschnittsstudie beteiligten sich sechs Kliniken in New York, Rhode Island, Nijmegen (NL), London, Adelaide und Sydney. Die Daten und der Fragebogen zur Mobiltelefonbenutzung stammten von der australischen "Brain Resource International Database" (<http://www.brainnet.org.au>). Die Persönlichkeitsmerkmale wurden mittels NEO-FFI (Five Factor Inventory) erfasst. Die EEG-Aufzeichnung erfolgte im Sitzen bei offenen und bei geschlossenen Augen (jeweils 2 Minuten). Die neuropsychologische Untersuchung beinhaltete fünf Aufmerksamkeits- und Verarbeitungstests, ausgewertet wurde die Anzahl korrekter Antworten. Der statistische Vergleich erfolgte mittels Varianzanalysen (one-way und multivariat) unter Anwendung von Bonferroni-Korrekturen für multiple Testung.

Resultat: Hinsichtlich Alter, Geschlecht und Ausbildung (in Jahren) bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Benutzergruppen. Im Persönlichkeitsfragebogen zeigte sich für die Gruppe mit der stärksten

Mobiltelefonbenutzung eine statistisch signifikant grössere Extraversion als bei den Nichtbenutzern ($p=0.013$). Auch die Kategorie "Offenheit" unterschied sich signifikant zwischen den Benutzergruppen ($p=0.031$) und wurde in die Analysemodelle einbezogen. In einem Test zur Informationsverarbeitung (Wort-Farbe-Interferenz) zeigte sich eine Differenz zugunsten der Vielbenutzer, die nach Korrektur für multiple Testung statistisch nicht mehr signifikant war. In den EEG-Aufzeichnungen wurde kein signifikanter Haupteffekt der Mobiltelefonbenutzung beobachtet, es bestanden aber einige Unterschiede in einzelnen Frequenzbändern und Ableitungen.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Ergebnisse als leichte Verlangsamung der EEG-Aktivität in beiden Mobiltelefonbenutzer-Gruppen. Die Verlangsamung manifestierte sich in einer erhöhten Delta- und Theta-Aktivität und einer reduzierten Alpha-Aktivität. Die Veränderungen lagen im normalen Schwankungsbereich. Ausserdem war die Mobiltelefonbenutzung mit einer besseren Leistung in einem neuropsychologischen Wort-Farbe-Interferenztest assoziiert sowie mit einer stärkeren Extraversion und einer geringeren Offenheit im Persönlichkeitstest. Zur Überprüfung des Kausalzusammenhangs empfehlen die Autoren Studien, in denen Probanden über einen bestimmten Zeitraum beobachtet werden (im Gegensatz zur hier durchgeführten Querschnittserhebung).

Bemerkungen: Einige methodische Fragen bleiben in dieser Publikation offen: Unklar ist, wie die Teilnehmer rekrutiert wurden, wie sie sich auf die Studienzentren verteilten und wie gut sie hinsichtlich anderer Expositionen und Risikofaktoren vergleichbar waren. Ebenfalls nicht erwähnt wird, ob die Auswertung der EEGs und der Tests ohne Kenntnis der Mobiltelefonbenutzung erfolgte. Auch das Ausmass der Exposition ist unscharf definiert, da nichts über die Art der Mobiltelefone, die Benutzung von Headsets oder die zum Telefonieren bevorzugte Kopfseite bekannt ist. Bei der Auswertung wurden sehr viele statistische Tests durchgeführt, so dass einige zufällige Differenzen entstanden sein könnten.

Finanzierung: BIAL Foundation (portugiesische Forschungsstiftung mit Industriebeteiligung)

Röösli M, Lörtscher M, Egger M, Pfluger D, Schreier N, Lörtscher E, Locher P, Spoerri A, Minder C.
Mortality from Neurodegenerative Disease and Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields: 31
Years of Observations on Swiss Railway Employees.
Neuroepidemiology 2007; 28 (4): 197-206

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Sterblichkeit (allgemein)
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Sterblichkeit aufgrund von neurodegenerativen Erkrankungen bei Bahnangestellten in der Schweiz.

Kollektiv: Alle Männer, die zwischen 1972 und 2002 bei den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) als aktive oder pensionierte Mitarbeiter im Personal- oder Pensionskassenverzeichnis registriert waren. Berufsgruppen: Zugführer, Rangierlokführer, Zugbegleiter, Stationsvorsteher. Die Kohorte bestand aus 20'141 Männern, der Beobachtungszeitraum umfasste 464'129 Personen-Jahre.

Exposition: Eisenbahnstrom, Frequenz: 16.7 Hz. Für alle Berufsgruppen wurde anhand von Messungen (1993/1994 und 2003/2004) und Modellierungen eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung pro Jahr berechnet. Bei den Kalkulationen wurden Faktoren wie die unterschiedlichen Motor- und Zugtypen sowie die Fahrzyklen und die Auslastung der Züge berücksichtigt. Für Stationsvorsteher wurde anhand von Messungen in verschiedenen Bahnhofsgebäuden eine durchschnittliche Belastung von 1 μ T ermittelt.

Methode: Mithilfe eines Wahrscheinlichkeitsverfahrens wurden die auf den Sterbeurkunden vermerkten Todesursachen den Registerdaten der Bahnangestellten zugeordnet (ohne Kenntnis des jeweiligen Berufs oder Expositionsstatus). Primäre Endpunkte der Kohortenstudie waren Todesfälle an seniler Demenz (inkl. Alzheimer-Krankheit), Morbus Parkinson, Amyotropher Lateralsklerose (ALS) und Multipler Sklerose. Berücksichtigt wurden entsprechende Diagnosen als Haupttodesursache oder als Begleiterkrankung. Der statistische Vergleich zwischen verschiedenen Berufsgruppen und zwischen den Belastungskategorien gemäss kumulativer Exposition seit Beginn der Berufstätigkeit (in μ T-Jahren) erfolgte mittels Cox-Proportional-Hazard-Modellen. Ausserdem wurde die Evidenz für einen Schwellenwert ($>10 \mu$ T) oder einen Latenzzeiteffekt untersucht. Alle Modelle waren

für die Zeit vor und nach 1995 stratifiziert (Änderung der Krankheitsklassifikation) und berücksichtigten die Zeitperiode sowie das Alter der Personen.

Resultat: Die mittlere Jahresbelastung für alle Zugführer betrug circa 21 μT , wobei bis in die 1960er Jahre in alpinen Regionen Motoren mit deutlich höheren Magnetfeldern eingesetzt wurden als im Flachland. Bei Rangierlokführern bestanden ansteigende Expositionen von 3.6 bis 6.0 μT im Zeitraum von 1940 bis 2000. Die Magnetfeldbelastung von Zugbegleitern lag bis 1980 unter 2 μT und nahm dann aufgrund der Einführung von neuen Wagentypen zu. Bei Stationsvorstehern war ein Anstieg von 0.3 auf 1.0 μT zu verzeichnen. Eine Belastung über 100 μT trat nur bei Zugführern auf. Im Vergleich zur Referenzgruppe der Stationsvorsteher hatten Zugführer ein statistisch grenzwertig signifikant erhöhtes Demenzrisiko (Hazard Ratio=1.96, 95%-CI: 0.98-3.92). Für die Alzheimer-Erkrankung ergab sich ein relatives Risiko von 3.14 (95%-CI: 0.90-11.04). In Bezug auf die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) war das Risiko bei Zugführern (HR=1.31, 95%-CI: 0.31-5.59) und Rangierlokführern (HR=3.11, 95%-CI: 0.61-15.90) ebenfalls nicht signifikant erhöht, allerdings mit statistischer Unsicherheit, da insgesamt nur 15 Todesfälle auftraten. In der kontinuierlichen Auswertung bedeutete ein Unterschied von 10 μT -Jahren eine Zunahme in der Demenzmortalität um 5.7% (95%-CI: 1.3-10.4). Für die Alzheimer-Krankheit ergab sich ein Anstieg um 9.4% (95%-CI: 2.7-16.4) und für die ALS eine statistisch nicht signifikante Erhöhung um 2.1% (95%-CI: -6.8 bis 11.7) pro 10 μT -Jahre. In Bezug auf Morbus Parkinson und Multiple Sklerose wurde keine expositionsabhängige Zunahme des Sterberisikos beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen einige Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldexposition bei Bahnangestellten und dem Risiko einer senilen Demenz, inklusive Alzheimer-Erkrankung. Dabei scheint die Belastung in der jüngeren Vergangenheit (<20 J.) eine grössere Bedeutung zu haben als frühere Expositionen. Für einen Zusammenhang mit der Amyotrophen Lateralsklerose (ALS) ergaben sich schwache Hinweise, andere neurodegenerative Erkrankungen (Morbus Parkinson, Multiple Sklerose) waren nicht mit der Magnetfeldbelastung assoziiert.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, könnte es zu einer Unterschätzung des Zusammenhangs durch Fehlklassifikationen bezüglich Diagnose oder Magnetfeldbelastung gekommen sein. Insgesamt handelt es sich bei Bahnangestellten aber um eine gut definierte und stabile Population, und die Expositionsabschätzung beinhaltete umfangreiche Messungen und Modellierungen. Bezüglich ALS und Multipler Sklerose sind die Ergebnisse weniger aussagekräftig als für Demenz oder Parkinson, weil trotz der langen Beobachtungsdauer nur wenige Todesfälle auftraten. Einige Risikofaktoren der Alzheimer-Demenz konnten nicht berücksichtigt werden, u.a. genetische Prädisposition, Bluthochdruck, Atherosklerose, Diabetes, Rauchen sowie Pestizid- und Lösungsmittelexposition. Eine Assoziation zwischen Magnetfeldbelastung und Demenz wurde schon in mehreren Studien beobachtet. Zusammenhänge mit der ALS beschränkten sich auf die Berufsgruppen der Elektriker und Schweisser, bei denen neben der Magnetfeldbelastung noch andere Expositionen als Ursachen in Betracht kommen.

Die Resultate der Kohortenstudie zum Risiko von Leukämien und Gehirntumoren sind publiziert in: Rösli et al., Leukaemia, Brain Tumours and Exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields: Cohort Study of Swiss Railway Employees. Occup Environ Med 2007; 64 (8), 553-559. Die Ergebnisse zu Herz-/Kreislaufkrankungen finden sich in: Rösli et al., Environmental Health (online publication) 2008; 7 (35), doi:10.1186/1476-069X-7-35.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health; Swiss Federal Office of Transport

Pearce MS, Hammal DM, Dorak MT, McNally RJ, Parker L.

Paternal occupational exposure to electro-magnetic fields as a risk factor for cancer in children and young adults: a case-control study from the North of England.

Pediatr Blood Cancer 2007; 49 (3): 280-286

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen beruflicher Magnetfeldexposition des Vaters und dem Krebsrisiko ihrer Kinder.

Kollektiv: 4727 Personen in Nordengland, bei denen zwischen 1968 und 2000 eine Krebserkrankung festgestellt wurde und die im "Northern Region Young Persons' Malignant Disease Registry (NRYPMR) erfasst waren. Alter zum Diagnosezeitpunkt: 0 bis 25 Jahre.

Exposition: Berufliche Magnetfeldbelastung des Vaters. Die Angaben zum Beruf stammten von den Geburtsurkunden und ermöglichten eine Einteilung in fünf Sozialstatus-Kategorien. Ausserdem wurde anhand der Berufsbezeichnungen die Wahrscheinlichkeit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern oder anderer Strahlung abgeschätzt.

Methode: Es wurden zwei Kontrollgruppen gebildet: a) Für jede Krankheitsgruppe wurden von allen anderen Patienten des NRYPMR Kontrollpersonen mit passendem Geschlecht und Geburtsjahr ausgesucht. b) Für jeden Fall wurden ebenfalls mit passendem Geschlecht und Geburtsjahr 100 Kontrollpersonen aus dem Geburtenregister der Region Cumbria ausgewählt, die nicht im Kindesalter an Krebs erkrankt waren. Die statistische Analyse erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression.

Resultat: Der Vergleich mit der Kontrollgruppe des Krebsregisters ergab, dass Kinder von Vätern mit beruflicher Strahlenexposition ein statistisch signifikant höheres Leukämierisiko hatten (OR: 1.31, 95%-CI: 1.02-1.69). Das galt insbesondere für lymphatische Leukämien (OR: 1.39, 95%-CI: 1.04-1.86). Insgesamt hatten 51 Kinder mit lymphatischer Leukämie beruflich exponierte Väter, davon arbeiteten 34 als Elektriker. Für diese Untergruppe

mit überwiegend nichtionisierender Strahlenbelastung war die Assoziation mit lymphatischer Leukämie noch deutlicher (OR: 1.59, 95%-CI: 1.12-2.26). Weitere Subgruppenanalysen ergaben, dass sich der beobachtete Zusammenhang auf Knaben beschränkte, bei denen die Diagnose im Alter von 0 bis 6 Jahren gestellt worden war (OR: 1.95, 95%-CI: 1.25-3.02). In anderen Altersgruppen und für Mädchen war der Unterschied nicht signifikant. Der Vergleich mit der Kontrollgruppe des Geburtsregisters ergab ähnliche Resultate, ebenso die Auswertung nach Ausschluss von Familien, die in der Nähe des Atomkraftwerks Sellafield wohnten. Es zeigte sich keine Assoziation mit dem Risiko von Neuroblastomen oder Gehirntumoren.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie ein signifikant erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern beobachtet wurde, deren Väter wahrscheinlich eine berufliche EMF-Exposition hatten. Der Zusammenhang bestand vor allem für Knaben. Zudem wurden - bei kleinen Fallzahlen - Hinweise auf eine Assoziation mit Chondrosarkomen (=maligne Knochentumoren) und Nierenzellkarzinomen beobachtet.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen Angaben darüber, für welche Einflussfaktoren die statistischen Analysen adjustiert wurden. Eine Korrektur für multiple Testung wurde nicht vorgenommen, obwohl viele (Subgruppen-)Analysen durchgeführt wurden. Die Expositionsabschätzung erfolgte anhand von Berufsbezeichnungen, so dass Fehlklassifikationen möglich sind. Die Ergebnisse werden allerdings dadurch gestützt, dass die Vergleiche mit beiden Kontrollgruppen zu ähnlichen Ergebnissen führten.

Finanzierung: Children with Leukaemia; North of England Children's Cancer Research Fund; Newcastle Hospitals NHS Trust

Bowman JD, Touchstone JA, Yost MG.

A population-based job exposure matrix for power-frequency magnetic fields.

J Occup Environ Hyg 2007; 4 (9): 715-728

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Erstellung einer Berufsexpositionsmatrix für epidemiologische Studien, in denen Auswirkungen der beruflichen Magnetfeldbelastung untersucht werden.

Kollektiv: Häufige Berufsgruppen in der Gesamtbevölkerung der USA.

Exposition: Berufliche Exposition gegenüber niederfrequenter elektromagnetischer Strahlung (Frequenz: 40 bis 1000 Hz).

Methode: Die Magnetfeldmessungen am Arbeitsplatz von sieben Erhebungen wurden kombiniert und mit Expositionsdaten zu weiteren Berufen aus wissenschaftlichen Publikationen ergänzt. Die Messwerte stammten zu 97% von individuellen Messungen über eine ganze Arbeitsschicht (mittels EMDEX-Monitor), als Expositionsmaß wurde der zeitgewichtete Mittelwert verwendet. Bei Einzelpunktmessungen (3% der Daten) diente der Mittelwert von jeweils 15 Messungen als Expositionsmaß. Die Berufsbezeichnungen wurden gemäss SOC-System codiert (Standard Occupational Classification 1980). Bereits vorhandene Codierungen aus anderen Studien (BOC, ISCO) wurden in SOC übertragen. Den Berufscodes wurden die Expositionsmasse aus den einzelnen Datenquellen zugeordnet und daraus wiederum ein arithmetischer und ein geometrischer Mittelwert errechnet. Für Berufsbezeichnungen ohne Messwerte wurden Expositionsmasse von ähnlichen Berufen abgeleitet. Die Gültigkeit der Berufsexpositionsmatrix wurde mittels Varianzanalyse (ANOVA) überprüft.

Resultat: Die Berufsexpositionsmatrix in der primären SOC-Version (4-stellige Codes) umfasste 251 Berufskategorien mit Messungen, 287 mit abgeleiteten Werten und 127 ohne Expositionsschätzung. Am stärksten belastet waren Elektroinstallateure und -reparature (geometrischer Mittelwert der Magnetfeldexposition: 0.88 μ T) sowie andere Elektroberufe. Ebenfalls eine hohe Belastung hatten Holzfäller (0.76 μ T) und

Nähmaschinenarbeiterinnen ($0.68 \mu\text{T}$). Die Analysen ergaben, dass sich die Gesamtschätzung weder durch die abgeleiteten Werte, noch durch die Einzelmessungen stark veränderte. Bei Anwendung auf das Kollektiv einer arbeitsmedizinischen Studie zum Risiko neurodegenerativer Erkrankungen im Zusammenhang mit der beruflichen Magnetfeldexposition lieferte die Matrix Schätzwerte für fast 95% der Teilnehmer (Park et al. 2005).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die Berufsexpositionsmatrix viele Berufskategorien abdeckt und für die Magnetfeldbelastung der arbeitenden Bevölkerung in USA repräsentativ ist. Sie weisen aber darauf hin, dass innerhalb von Berufsgruppen eine beträchtliche Variabilität besteht und die Exposition je nach Ort und auch im Zeitverlauf stark variieren kann.

Finanzierung: University of California, San Francisco (?)

Hours M, Bernard M, Montestrucq L, Arslan M, Bergeret A, Deltour I, Cardis E.
Cell Phones and Risk of brain and acoustic nerve tumours: the French INTERPHONE case-control study.
Rev Epidemiol Sante Publique 2007; 55 (5): 321-332

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern. Französischer Teil der multizentrischen INTERPHONE-Studie.

Kollektiv: Personen im Alter von 30 bis 59 Jahren, die in Paris oder Lyon wohnten und bei denen zwischen Februar 2001 und August 2003 ein Gehirntumor diagnostiziert worden war. Kontrollpersonen wurden zufällig aus den Wählerverzeichnissen gezogen und den Patienten nach Geschlecht, 5-Jahres-Altersgruppe und Wohnort zugeordnet.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Die Angaben der Teilnehmer wurden in persönlichen Interviews erhoben. Der statistische Vergleich der Tumorrisiken in den verschiedenen Benutzergruppen erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. In den Modellen wurde der Sozialstatus und die Rauchgewohnheiten der Teilnehmer berücksichtigt. In der Analyse zum Gliomrisiko wurde zusätzlich für den Zivilstand korrigiert und in den Auswertungen zum Akustikusneurinom für die Lärmexposition.

Resultat: Registriert wurden 160 Patienten mit Gliom, 190 mit Meningeom und 140 mit Akustikusneurinom. Die Teilnahmerate lag bei 60%, 78.4% und 80.7%. Als Kontrollen beteiligten sich 639 Personen (74.7%). Die Gesamtauswertung ergab keine statistisch signifikant erhöhten Tumorrisiken für Mobiltelefonbenutzer: Die Odds Ratio für Akustikusneurinome lag bei 0.92 (95%-CI: 0.53-1.59), für Meningeome bei 0.74 (95%-CI: 0.43-1.28) und für Gliome bei 1.15 (95%-CI: 0.65-2.05). In den Gruppen mit längerer oder intensiverer Mobiltelefonbenutzung zeigten sich tendenziell erhöhte Risiken, an einem Gliom zu erkranken. Für ein

zusätzliches Jahr der Mobiltelefonbenutzung betrug die Odds Ratio 1.11 (95%-CI: 0.96-1.29).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, wurden in dieser Studie keine erhöhten Hirntumorrisiken bei Mobiltelefonbenutzern beobachtet. Die statistische Power war allerdings begrenzt. Die Risikozunahme in Gruppen mit stärkerer oder längerer Benutzung von Mobiltelefonen sollte in den internationalen Auswertungen der INTERPHONE-Studie überprüft werden.

Bemerkungen: Einschränkungen in der Aussagekraft der Studie ergeben sich durch die kleinen Fallzahlen in den Gruppen mit stärkerer oder langjähriger Mobiltelefonbenutzung. Zudem war die Erfassung der Patienten mit Meningeom oder Gliom in der Region der Ile-de-France nicht vollständig (Selektionsbias möglich). Bezüglich Gliomrisiko wurde in der gepoolten Auswertung der INTERPHONE-Daten aus fünf nordeuropäischen Ländern ein ähnlicher Trend beobachtet (Lahkola et al. 2007): Für die ipsilaterale und mindestens zehnjährige Mobiltelefonbenutzung lag das Gliomrisiko bei 1.39 (95%-CI: 1.01-1.92). Auch in der deutschen Teilstudie (Schüz et al. 2006) ergab sich für Personen mit mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung ein relatives Gliomrisiko von 2.20 (95%-CI: 0.94-5.11). Eine Beurteilung dieser Assoziation ist erst nach Abschluss der Gesamtauswertungen möglich. Zu beachten ist auch die Verwendung von analogen Mobiltelefonen, die bei langjährigen Benutzern häufig ist.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, International Union against Cancer (mit Funding von Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association) und nationale Finanzierungsquellen (Association pour la recherche sur le cancer; Mobilfunkbetreiber: Orange, SFR, Bouygues Télécom).

Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, McBride ML, Roman E, Feychting M, Kheifets L, Lightfoot T, Mezei G, Simpson J, Ahlbom A.

Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia: an extended pooled analysis.

Am J Epidemiol 2007; 166 (3): 263-269

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Leukämierisikos von Kindern im Zusammenhang mit der nächtlichen Magnetfeldexposition in der Wohnung. Vergleich zwischen nächtlicher Belastung und Messung der 24-/48-Stunden-Exposition.

Kollektiv: 1842 Kinder mit Leukämie und 3099 Kontrollkinder von vier Fall-Kontrollstudien aus Deutschland, Grossbritannien, Kanada und USA (Alter: 0 bis 14 Jahre). Die Studien fanden zwischen 1988 und 1996 statt, die Teilnahmeraten lagen in beiden Gruppen zwischen 50 und 65%. Von den Patienten waren 90.6% an akuter lymphatischer Leukämie erkrankt.

Exposition: In allen vier Studien waren am Wohnort der Kinder Magnetfeldmessungen über mindestens 24 Stunden durchgeführt worden. Aus diesen Messwerten wurden Mediane oder geometrische Mittelwerte für die nächtliche Exposition (22 Uhr bis 6 Uhr) berechnet. Die Expositionskategorien lagen bei $<0.1 \mu\text{T}$, 0.1 bis $<0.2 \mu\text{T}$, 0.2 bis $<0.4 \mu\text{T}$ und $>0.4 \mu\text{T}$.

Methode: In der logistischen Regression zur Berechnung der Odds Ratios im Vergleich zur niedrigsten Expositionskategorie wurden als zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt: Geschlecht, Altersgruppe, Sozialstatus, Land und Region (in der deutschen Studie). Zusätzlich wurde eine Dosis-Wirkungsbeziehung und das Erkrankungsrisiko vorab definierter Subgruppen untersucht. Zur Überprüfung der Übereinstimmung zwischen nächtlicher Magnetfeldexposition und 24-/48-Stunden-Messung dienten gewichtete Kappa-Koeffizienten.

Resultat: Die Übereinstimmung zwischen der nächtlichen Magnetfeldexposition und den 24-/48-Stunden-

Messungen war gut (Kappa-Koeffizient: 0.8 für Patienten, 0.76 für Kontrollkinder). Für die nächtliche Magnetfeldbelastung ergaben sich in den Expositionskategorien 0.1 bis $<0.2 \mu\text{T}$, 0.2 bis $<0.4 \mu\text{T}$ und $>0.4 \mu\text{T}$ Odds Ratios von 1.11 (95%-CI: 0.91-1.36), 1.37 (95%-CI: 0.99-1.90) und 1.93 (95%-CI: 1.11-3.35). Bei Verwendung der 24-/48-Stunden-Messwerte lagen die Odds Ratios bei 1.09 (95%-CI: 0.89-1.32), 1.20 (95%-CI: 0.89-1.63) und 1.98 (95%-CI: 1.18-3.35). In Deutschland und in USA waren die Risikoschätzer bei Verwendung der nächtlichen Exposition höher, in Grossbritannien bestand kein Unterschied zwischen den beiden Expositionsparametern, und in Canada zeigte sich bei Verwendung der 24-/48-Stunden-Messung ein etwas stärkerer Zusammenhang. Für beide Expositionsparameter war ein statistisch signifikanter linearer Anstieg des Leukämierisikos mit zunehmender Magnetfeldbelastung zu beobachten ($p=0.02$ für die 24-/48-Stunden-Messung und $p=0.04$ für die nächtliche Messung).

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass der Unterschied zwischen der nächtlichen Magnetfeldexposition und der 24-/48-Stunden-Messung in den Daten aus Deutschland am deutlichsten ausgeprägt war. In der gepoolten Auswertung aller vier Studien zeigten sich wenig Unterschiede zwischen den beiden Expositionsparametern. Insgesamt unterstützen die Ergebnisse nicht die Hypothese, dass das Leukämierisiko bei Kindern stärker mit der nächtlichen Magnetfeldexposition assoziiert ist als mit 24-/48-Stunden-Messungen. Zudem scheint die Magnetfeldbelastung während der Nacht keine grössere biologische Relevanz zu haben als die Ganztagesbelastung.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, sind die länderspezifischen Differenzen am ehesten auf Zufallsvariabilität zurückzuführen, nicht auf systematische Unterschiede zwischen den Studien. Einschränkungen in der Aussagekraft der Resultate ergeben sich durch die generell niedrigen Teilnahmeraten (Selektionsbias) und die kleinen Fallzahlen in den obersten Belastungskategorien. Insgesamt sprechen die Ergebnisse aber gegen eine grössere Relevanz der nächtlichen Exposition gegenüber der Ganztagesbelastung.

Finanzierung: Electric Power Research Institute, California

Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, Brüggemeyer H, Philipp J, Spix C, Blettner M, Schüz J.
Leukämie bei Kindern in der Umgebung von Sendestationen des Rundfunks - Anforderungen an das Studiendesign.

Umweltmed Forsch Prax 2007; 12 (4): 213-223

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Kinder und Jugendliche	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik Tumoren: Leukämien, Lymphome
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie für eine Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Leukämierisikos bei Kindern in der Umgebung von Radio- und Fernsehsendern in Deutschland.

Kollektiv: Kinder unter 15 Jahren, die von 1984 bis 2003 im Deutschen Kinderkrebsregister wegen einer Leukämiediagnose erfasst wurden. Die Kontrollkinder wurden über die Einwohnermeldeämter aus der historischen Wohnbevölkerung unter Berücksichtigung der Bevölkerungsverteilung auf die einzelnen Gemeinden gezogen.

Exposition: 17 Mittelwellensender und 8 UKW-/Fernsehsender mit Standort in Westdeutschland. Das Studiengebiet umfasste bei den Mittelwellensendern jeweils den verdoppelten 1-V/m-Radius (120 dB(mV/m)), bei den UKW-/Fernsehsendern den theoretischen Radius von 90 dB(µV/m).

Methode: Es handelt sich um eine Registerstudie ohne Befragung der Kinder oder ihrer Eltern und ohne Expositionsmessungen in den Wohnhäusern. Die Hochfrequenzexposition wurde für alle Wohnadressen mithilfe von Wellenausbreitungsmodellen abgeschätzt. Dabei wurden berücksichtigt: Strahlungsleistung der Sendeanlage, horizontales und vertikales Strahlungsdiagramm, Montagehöhe der Antenne, Betriebszeiten und Modulationsparameter. Als potenzielle Störfaktoren gelten Geschlecht, Alter und Wohnregion.

Resultat: Für die Sendergebiete der Mittelwellensender wurden insgesamt 1481 Kinder mit einer primären Leukämie identifiziert, für die UKW-/Fernsehsendergebiete 749 Kinder. Die häufigste Erkrankung war die akute lymphatische Leukämie. Die Fallzahlen stellen aus statistischer Sicht eine gute Grundlage für den Nachweis eines erhöhten Risikos dar, falls eines vorhanden sein sollte (angenommene Odds Ratio: 1.5). Jedem Patienten werden

drei Kontrollkinder mit passendem Geschlecht und Alter, Senderregion und Meldezeitpunkt zugeordnet.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, entspricht das gewählte Studiendesign in hohem Masse den Erfordernissen der Fragestellung. Das Vorgehen erlaubt eine individuelle Expositionsabschätzung, und die Repräsentativität der Ergebnisse ist nicht vom Teilnahmeverhalten abhängig, weil keine Befragung stattfindet. Die Hauptphase der Studie hat Ende 2006 begonnen, erste Ergebnisse werden ab Ende 2007 erwartet.

Bemerkungen: Ergebnisse der Hauptstudie sind publiziert in Merzenich et al.: Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio broadcast transmitters. Am J Epidemiol 2008; 168 (10), 1169-1178.

Finanzierung: Bundesamt für Strahlenschutz, im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms

Heinrich S, Ossig A, Schlittmeier S, Hellbrück J.

Elektromagnetische Felder einer UMTS-Mobilfunkbasisstation und mögliche Auswirkungen auf die Befindlichkeit - eine experimentelle Felduntersuchung.

Umweltmed Forsch Prax 2007; 12 (3): 171-180

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Feldstudie zum Einfluss einer UMTS-Mobilfunkbasisstation auf die Befindlichkeit von Personen, deren Arbeitsplatz sich in der unmittelbaren Umgebung der Antenne befindet.

Kollektiv: 95 Probanden (67 Männer und 28 Frauen), die im Hauptgebäude des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz (LfU) in Augsburg arbeiteten. Alter: 26 bis 62 Jahre, Median: 40 Jahre. Das Experiment fand von Mitte September bis Mitte Dezember 2003 statt (insgesamt 70 Arbeitstage).

Exposition: UMTS-Mobilfunkbasisstation, die sich auf dem Dach des Bürogebäudes befand und vom Netzbetreiber (T-Mobile GmbH) vor der Inbetriebnahme drei Monate lang zu Forschungszwecken zur Verfügung gestellt wurde. Mittlere Frequenz: 2167.1 MHz, Bandbreite: 5 MHz, Sendeleistung: ca. 20 W, Montagehöhe: 22 m. Der Neigungswinkel der Hauptstrahlrichtung (Downtilt) wurde für das Experiment auf 8° eingestellt, um eine stärkere Befeldung der darunterliegenden Büroräume zu gewährleisten. Die Basisstation war in den drei Studienmonaten an gleich vielen Tagen an- bzw. abgeschaltet, und der Betriebszustand blieb jeweils ein, zwei oder drei Tage lang gleich. Daraus ergaben sich sechs verschiedene Versuchsbedingungen je nach Betriebszustand (an, aus) und Dauer (ein bis drei Tage). Messungen der UMTS-Exposition in den Büros aller Probanden wurden am Wochenende bei eingeschalteter Sendeanlage durchgeführt. Die Werte variierten zwischen 0.05 und 0.53 V/m, der Mittelwert betrug 0.10 V/m (SD: 0.09 V/m).

Methode: Die Studie wurde unter Doppelblindbedingungen durchgeführt: Der Betriebszustand der Antenne wurde per Computer gesteuert, und eine Softwareeinstellung stellte sicher, dass kein UMTS-Mobiltelefon mit der Basisstation Kontakt aufnehmen konnte. Zusätzlich wurde die Basisstation vom Stromzähler des Gebäudes getrennt. Die Befragung zum Befinden erfolgte an den 70 Arbeitstagen jeweils morgens und abends via Online-Fragebogen (Skala von 1 bis 5). In der Woche vor Studienbeginn wurde eine Vorbefragung durchgeführt, die

unter anderem Fragen nach der selbstberichteten Elektrosensibilität und -sensitivität enthielt. Als Parameter für die Auswirkungen auf die Befindlichkeit diente die Beschwerdenscore-Differenz zwischen der Morgen- und der Abendbefragung. Zusätzlich wurde ein abendlicher Gesamtbeschwerdenscore gebildet. Die statistische Auswertung erfolgte in linearen Modellen mit verschiedenen Expositionsparametern (ein/aus, kumuliert, subjektiv) und potenziellen Einflussfaktoren (Wetterlage, Wochentag, Geschlecht, selbsteingeschätzte Elektrosensitivität und -sensibilität).

Resultat: Von insgesamt etwa 300 Mitarbeitern des LfU nahmen 104 Personen teil. Davon wurden 95 Probanden in die Auswertung aufgenommen, die an mindestens 25% der Untersuchungstage den Online-Fragebogen morgens und abends ausgefüllt hatten. Generell nahmen die Beschwerden im Verlauf eines Arbeitstages nur sehr wenig zu (z.B. Kopfschmerzen im Mittel um 0.16 Skalenpunkte). Auch die Unterschiede zwischen den Beschwerdenscoredifferenzen während der beiden Betriebszustände der Mobilfunkbasisstation waren marginal. Die Auswertungen ergaben weder für die tatsächliche, noch für die kumulierte Exposition einen statistisch signifikanten Einfluss auf den abendlichen Gesamtbeschwerdenscore ($p=0.166$ resp. 0.102). Der Differenzscore wurde von diesen beiden Expositionsparametern ebenfalls nicht signifikant beeinflusst ($p=0.080$ resp. 0.422). Lediglich für die subjektiv empfundene Exposition bestand in Bezug auf beide Beschwerdenscores ein signifikanter Zusammenhang (jeweils $p<0.0001$). Von den potenziellen Störfaktoren hatte die Elektrosensitivität (=selbstberichtetes Auftreten von Beschwerden im Zusammenhang mit EMF) einen signifikanten Einfluss auf den abendlichen Gesamtbeschwerdenscore ($p=0.036$), nicht aber auf den Differenzscore. Zudem waren beide Beschwerdenscores von der zeitlichen Abfolge der Untersuchungstage abhängig. Die Einschätzung der Teilnehmer, ob die Basisstation an- oder abgeschaltet war, zeigte keinen Zusammenhang mit dem tatsächlichen Betriebszustand der Antenne. Die Wetterlage (Hoch- oder Tiefdruck) dagegen beeinflusste die Beschwerdenscoredifferenz von wetterfühligen Personen signifikant: die Beschwerden nahmen an Tagen mit Lufttiefdruck stärker zu als bei Lufthochdruck ($p<0.05$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sich die Methodik dieser doppelt verblindeten Pilotstudie als geeignet erwies, um eine repräsentative Untersuchung durchzuführen. Es wurde kein Zusammenhang zwischen der Exposition durch die UMTS-Mobilfunkbasisstation und den Befindlichkeitsstörungen der Teilnehmer beobachtet. Allerdings berichteten die Probanden über signifikant stärkere Beschwerden, wenn sie davon ausgingen, dass die Basisstation eingeschaltet war.

Bemerkungen: Das Doppelblinddesign dieser Pilotstudie und die Messung der UMTS-Exposition in den untersuchten Büroräumen bedeuten wesentliche Verbesserungen gegenüber früheren Feldstudien zur Auswirkung von Mobilfunkbasisstationen auf die Befindlichkeit. Wie die Autoren anmerken, kann aus den Resultaten aufgrund der geringen Stichprobengrösse und deren nicht ausreichender Repräsentativität keine allgemeingültige Aussage über den Zusammenhang abgeleitet werden. In der Publikation fehlen Angaben zur statistischen Power sowie zum absoluten Ausmass der Beschwerden bei den Teilnehmern vor und nach der Exposition. Die aufgeführten Differenzen im Beschwerdescore zwischen morgens und abends erscheinen sehr gering (maximaler Mittelwert: 0.152), bei den meisten Probanden scheint sich das Befinden also kaum geändert zu haben. Zudem war die von der Mobilfunkbasisstation verursachte Exposition mit maximal 0.53 V/m niedrig. Die Angaben zur statistischen Auswertung und zu den Ergebnissen der Expositionsmessung sind in der Publikation sehr knapp gehalten.

Finanzierung: Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Eikmann T, Herr C.

Können Handys Krebs auslösen? - eine Medienkontroverse zeigt die Problematik der öffentlichen Mobilfunkdiskussion.

Umweltmed Forsch Prax 2007; 12 (1): 5-7

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kommentar zur Reaktion der deutschen Medien auf die Publikation von Lahkola et al. 2007, in der die Ergebnisse von fünf INTERPHONE-Teilstudien aus nordeuropäischen Ländern veröffentlicht wurden.

Methode: Editorial in der Fachzeitschrift der deutschen Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin.

Resultat: Die Autoren weisen darauf hin, dass Lahkola et al. 2007 bei regelmässiger Mobiltelefonbenutzung insgesamt kein erhöhtes Hirntumorrisiko beobachtet haben. Von 1521 Hirntumorpatienten gaben 77 an, seit mehr als zehn Jahren ein Mobiltelefon bevorzugt an der Kopfseite zu benutzen, an der sich später der Tumor entwickelt hatte. Für diese Untergruppe war das relative Tumorrisiko im Vergleich zu Personen ohne Mobiltelefonbenutzung um 30% erhöht. Diese Beobachtung spricht nach Meinung der Autoren für einen so genannten Berichterbias, da Hirntumorpatienten dazu neigen könnten, die erkrankte Seite als zum Telefonieren bevorzugte Seite anzugeben.

Schlussfolgerung: Die Kommentatoren kritisieren die Berichterstattung in den deutschen Medien wegen der "Tendenz, fachlich zu diskutierende Teilergebnisse zu reellen Gesundheitsrisiken hochzuschreiben". Sie halten eine Erhöhung des Krebsrisikos durch Handynutzung für unwahrscheinlich und verweisen auf den Nutzen der Mobilfunktechnologie in der Telemedizin. Zudem fordern sie die Fachgesellschaft der Umweltmediziner dazu auf, Expertinnen und Experten zu unterstützen, die sich an öffentlichen Veranstaltungen beteiligen und die wissenschaftliche Einschätzung zu Mobilfunk und Gesundheit darlegen.

Kommission Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin.

Empfehlung des Robert Koch-Instituts: Melatonin in der umweltmedizinischen Diagnostik im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern.

Umweltmed Forsch Prax 2007; 12 (3): 181-184

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Alle, generell	<u>Zielgrösse:</u> Melatonin und andere Hormone
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone Stromleitungen	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Kommentar oder Diskussion		

Zusammenfassung

Ziel: Stellungnahme der Kommission des Robert-Koch-Instituts zum diagnostischen Wert der Melatoninbestimmung bei umweltmedizinischen Fragestellungen im Zusammenhang mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Die Melatoninsekretion der Zirbeldrüse variiert im Tagesverlauf (Anstieg gegen 22 Uhr, Abfall ab ca. 6 Uhr). Sie ist intraindividuell relativ konstant, kann aber bei verschiedenen Personen sehr unterschiedlich sein. Diese Unterschiede lassen sich nur zum Teil auf das Lebensalter zurückführen. Der wichtigste Einflussfaktor auf die Melatoninsekretion sind Unterbrechungen der Dunkelheit in der Nacht, da die Einwirkung von Licht auf die Netzhaut die Sekretion stark vermindert. Weitere Einflussfaktoren sind Medikamente, Nahrungsmittel und koffeinhaltige Getränke.

Schlussfolgerung: Die Kommission hält Melatonin aufgrund der Messunsicherheiten und der vielfältigen sonstigen Einflüsse auf die Sekretion nicht für einen validierten Biomarker, um biologische Wirkungen von elektromagnetischen Feldern bei einzelnen Patienten oder Bevölkerungsgruppen zu untersuchen.

Bemerkungen: Es handelt sich um einen Nachdruck des Originalartikels: Melatonin in der umweltmedizinischen Diagnostik im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern (EMF). Mitteilung der Kommission "Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin". Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz (2005): 48, 1406-1408. © Springer Medizin Verlag 2005.

Tahvanainen K, Nino J, Halonen P, Kuusela T, Alanko T, Laitinen T, Lansimies E, Hietanen M, Lindholm H.
Effects of cellular phone use on ear canal temperature measured by NTC thermistors.
Clin Physiol Funct Imaging 2007; 27 (3): 162-172

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Elektrohypersensibilität, Beschwerden Hautreaktionen Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblinde Cross-over-Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Gehörgangstemperatur und auf kardiovaskuläre Funktionen. Frühere Ergebnisse der Studie sind publiziert in Tahvanainen et al.: Cellular phone use does not acutely affect blood pressure or heart rate of humans. Bioelectromagnetics 2004; 25 (2), 73-83.

Kollektiv: 30 Probanden, davon 15 Frauen. Durchschnittsalter: 39.5 +/- 10.3 Jahre.

Exposition: 35-minütige Exposition gegenüber einem Mobiltelefon (Nokia 6150) mit 900 oder 1800 MHz, maximale Sendeleistung: 2 resp. 1 W, mittlere Leistung: 0.25 resp. 0.125 W. Die Probanden trugen einen Helm mit zwei Mobiltelefonen, das aktive befand sich jeweils auf der dominanten Körperseite. Auf der gegenüberliegenden Seite war ein inaktives Mobiltelefon ohne Batterie angebracht (Scheinexposition). Die maximale SAR über einem Gewebewürfel von 7 x 7 x 7 cm betrug 1.58 W/kg bei 900 MHz und 0.70 W/kg bei 1800 MHz.

Methode: Alle Probanden wurden im Abstand von einer Woche mit beiden Expositionssignalen getestet (900 und 1800 MHz). Jede Testung bestand aus 35 Minuten Exposition und 35 Minuten Scheinexposition. Die Reihenfolge der Signale und Expositionsarten war doppelt randomisiert. Während der Exposition bzw. Scheinexposition führten die Probanden Herz-/Kreislauf-Tests durch (kontrollierte Atmung, spontane Atmung, Tilt-Test, Valsalva-Manöver). Registriert wurden EKG, Blutdruck, Atmung und Gehörgangstemperatur. Der statistische Vergleich zwischen Exposition und Scheinexposition erfolgte mittels Student-t-Tests für gepaarte Daten. Das Signifikanzniveau lag bei $p < 0.05$.

Resultat: Die Gehörgangstemperatur war bei beiden Signalfrequenzen im exponierten Ohr verglichen zur Scheinexposition signifikant höher. Die Temperaturdifferenz betrug maximal 1.2 +/- 0.5 °C bei 900 MHz und 1.3

+/- 0.7 °C bei 1800 MHz. Auch nach der Exposition war die Temperatur auf der exponierten Seite höher. Es bestanden keine Unterschiede bezüglich Beschwerden während der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Evidenz für einen Anstieg der Gehörgangstemperatur bei Mobiltelefonexposition. Sie führen den Temperaturanstieg auf die Erwärmung der Batterie des Mobiltelefons und die Weiterleitung der Wärme an der Haut zurück und betrachten sie als unabhängig von der Hochfrequenzstrahlung.

Bemerkungen: Da das inaktive Mobiltelefon keine Batterie enthielt, lässt sich für die vorliegenden Experimente nicht beurteilen, ob die beobachtete Erwärmung auf die Batterie oder die Hochfrequenzstrahlung zurückzuführen war. Es könnte sich auch um eine Kombination beider Effekte handeln.

Finanzierung: Partially supported by granting from the National Technology Agency (TEKES), Helsinki

Alanko T, Hietanen M.

Occupational exposure to radiofrequency fields in antenna towers.

Radiat Prot Dosimetry 2007; 123 (4): 537-539

Stichwörter

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hochfrequenzexposition bei Monteuren von Rund- und Mobilfunksendeanlagen.

Kollektiv: Antennenmonteure. Es wurden Messungen an zwei mittelhohen Sendeanlagen in Finnland durchgeführt. Die Sender hatten keine sehr hohe Sendeleistung.

Exposition: Erste Sendeanlage: 82 m hoch, GSM 900 und 1800 sowie Lokalradio- und Amateurfunkantennen. Zweite Sendeanlage: 62 m hoch, nur Antennen für GSM 1800.

Methode: Die Messung erfolgte mit einem Breitbandmessgerät (EMR-300), die Leistungsflussdichte wurde im Abstand von 4 Sekunden an verschiedenen Stellen der Sendetürme gemessen.

Resultat: Am ersten Sendeturm wurden auf Höhe der Mobilfunkantennen Leistungsflussdichten von $<0.1 \text{ W/m}^2$ und 0.2 W/m^2 gemessen. In der Nähe der Lokalradio-Antenne war die Leistungsflussdichte höher, sie lag maximal bei 0.4 W/m^2 . Die beiden Mobilfunkantennen (GSM 1800) der zweiten Sendeanlage wiesen eine maximale Leistungsflussdichte von 0.9 W/m^2 auf, während der Durchführung von Wartungsarbeiten lag sie bei 2.3 W/m^2 . Die Exposition der Arbeiter war deutlich höher, wenn sie sich an der Aussenseite des Sendeturms befanden.

Schlussfolgerung: Alle gemessenen Leistungsflussdichten lagen unter den Grenzwertempfehlungen der ICNIRP (22.5 W/m^2 für 900 MHz resp. 45 W/m^2 für 1800 MHz). Die Autoren weisen darauf hin, dass die Abschätzung der Exposition schwierig ist, da sich oft unterschiedliche Antennen auf einem Sendemasten befinden. Empfohlen wird der Einsatz von Personendosimetern.

Finanzierung: keine Angaben

Paredi P, Kharitonov SA, Hanazawa T, Barnes PJ.
Local vasodilator response to mobile phones.
Laryngoscope 2001; 111 (1): 159-162

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen
Herzkreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Hauttemperatur am Hinterkopf und in der Nasenregion.

Kollektiv: 11 Probanden, davon 10 Männer. Durchschnittsalter: 32 +/- 5 Jahre.

Exposition: 30-minütiger Anruf auf dem Mobiltelefon (Motorola Star Tac 130). Die Probanden hielten das Telefon in der Hand.

Resultat: Die Hauttemperatur stieg bei aktivem Mobiltelefon um 1.5 +/- 0.3 °C an und nach 6 Minuten um 2.3 +/- 0.2 °C.

Schlussfolgerung: Die Autoren führen den beobachteten Temperaturanstieg auf die Hochfrequenzexposition zurück.

Bemerkungen: Offenbar handelt es sich um eine nicht verblindete Studie ohne Scheinexposition. Es lässt sich nicht beurteilen, ob der Temperaturanstieg durch die Hochfrequenzstrahlung entstand oder durch die Erwärmung der Telefonbatterie.

Finanzierung: keine Angaben

McKinney PA, Fear NT, Stockton D, UK Childhood Cancer Study Investigators.

Parental occupation at periconception: findings from the United Kingdom Childhood Cancer Study.

Occup Environ Med 2003; 60 (12): 901-909

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Beruflich Exponierte	Messungen, Dosimetrie,
Exposition:	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
	Kinder und Jugendliche	Tumoren: Hirntumoren
Feldart: elektrisch		Tumoren: Leukämien, Lymphome
Feldart: magnetisch		Tumoren: weitere
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		Zentralnervensystem
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	Wirkungsdauer:	Land:
Stromleitungen	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen beruflichen Expositionen der Eltern mit verschiedenen physikalischen und chemischen Belastungen und dem Risiko ihrer Kinder, Krebserkrankung zu bekommen. Teil der United Kingdom Childhood Cancer Study.

Kollektiv: Kinder im Alter von 0 bis 14 Jahren, bei denen zwischen 1991 und 1996 eine bösartige Erkrankung oder bestimmte gutartige Tumoren festgestellt worden waren. Alle Teilnehmer wohnten zum Zeitpunkt der Diagnose in England, Schottland oder Wales. Für jedes erkrankte Kind wurden zwei Kontrollkinder aus dem Register des entsprechenden Gesundheitsamtes ausgewählt, die bezüglich Geschlecht, Alter und geographischer Region übereinstimmten.

Exposition: Erfasst wurde unter anderem die berufliche Belastung durch ionisierende Strahlung, durch Lösungsmittel und andere Chemikalien sowie durch Luftschadstoffe, Metaldämpfe und "elektromagnetische Felder". Einige Berufsgruppen wurden nach ihrem Tätigkeitsbereich eingestuft, z.B. Landwirtschaft, Lederarbeiter, Baugewerbe, Gesundheitswesen. In persönlichen Interviews wurden alle Berufe erfasst, welche die Eltern über mehr als sechs Monate ausgeübt hatten: Berufsbezeichnung, Aufgaben, Branche und Zeitraum. Die 371 Berufe wurden kodiert (Standard Occupational Classification 1990) und zu 31 Berufsgruppen zusammengefasst, die bezüglich bestimmter Belastungen als homogen eingeschätzt wurden. Unterschieden wurde zwischen "definitiver" und "möglicher" Exposition.

Methode: Zur Auswertung kamen berufliche Expositionen der Eltern zum Zeitpunkt der Konzeption (Beruf ein Jahr vor dem Geburtsdatum), der Geburt und der Diagnose des Kindes. Das relative Erkrankungsrisiko wurde mittels nicht konditionaler logistischer Regression unter Korrektur für Alter, Geschlecht und Studienregion. Als

Referenzgruppe zu den Exponierten dienten jeweils Berufsgruppen mit unwahrscheinlicher oder unbekannter Exposition, die Berufe mit "möglicher" Belastung wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Die Analyse der einzelnen Tumorarten erfolgte unter Einbezug aller Kontrollkinder. In einer zusätzlichen Analyse wurde der Sozialstatus berücksichtigt. Dadurch änderten sich die Resultate kaum.

Resultat: Insgesamt wurden die Eltern von 3838 Kindern mit einer Krebserkrankung befragt, davon 1737 mit Leukämie, und von 7629 Kontrollkindern (Teilnahmerate: 87 resp. 64%). Ionisierender Strahlung waren zum Zeitpunkt der Konzeption nur drei Väter von leukämiekranken Kindern und von 13 Kontrollkinder exponiert (OR: 1.03, 95%-CI: 0.29-3.65). Statistisch signifikant erhöhte Leukämierisiken ergaben sich für Kinder, deren Väter im Beruf Auspuffabgasen und/oder inhalierten Kohlenwasserstoffen ausgesetzt waren (OR: 1.33, 95%-CI: 1.09-1.61 resp. 1.48, 95%-CI: 1.19-1.84). Für die väterliche Belastung mit elektromagnetischen Feldern zum Zeitpunkt der Konzeption lag die Odds Ratio bei 1.23 (95%-CI: 1.00-1.55; 108 exponierte Fälle). Für Kinder, deren Mütter in diesem Zeitraum im Beruf elektromagnetischen Feldern ausgesetzt waren, zeigte sich kein erhöhtes Leukämierisiko. In Bezug auf Gehirn- oder andere Tumoren bestand weder für die EMF-Exposition der Väter, noch für die der Mütter ein erhöhtes Risiko.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend halten die Autoren fest, dass in dieser Studie kein deutlicher Hinweis auf ein erhöhtes Krebsrisiko für Kinder beobachtet wurde, deren Eltern im Beruf verschiedenen Expositionen ausgesetzt waren. Möglicherweise besteht ein schwacher Zusammenhang mit der Belastung durch Autoabgase.

Bemerkungen: In dieser Studie wurden sehr viele verschiedene Berufsbelastungen untersucht. Elektromagnetische Felder standen nicht im Mittelpunkt, es finden sich keine Informationen zur Definition und zur Quantifizierung der Belastung (Hoch- und niederfrequent? Ohne ionisierende Strahlung? Welche Schwellenwerte?). Das Ergebnis zum Leukämierisiko wird im Text nicht erwähnt, lediglich der negative Befund für Gehirn- und andere Tumore. Ebenfalls nicht diskutiert werden die sehr kleinen Fallzahlen bei der ionisierenden Strahlung, aber auch bei anderen Expositionen der Mütter. Die Gruppierung der Berufe nach Exposition oder nach Berufsgruppen ist etwas unklar.

Finanzierung: u.a.: Cancer Research Campaign, Imperial Cancer Research Fund, Leukaemia Research Fund, Electricity Association, Irish Electricity Supply Board, National Grid Company, Westlakes Research, Foundation for Children with Leukaemia, Scottish Office, Scottish Power.

Bamiou DE, Ceranic B, Cox R, Watt H, Chadwick P, Luxon LM.

Mobile telephone use effects on peripheral audiovestibular function: A case-control study.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (2): 108-117

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die äusseren Haarzellen des Innenohrs bei Personen mit und ohne selbstberichteter Hypersensibilität.

Kollektiv: Fallgruppe: sechs Männer und drei Frauen, die im Zusammenhang mit der Benutzung von Mobiltelefonen über Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit oder Verwirrtsein klagten, Durchschnittsalter: 36.7 Jahre. Kontrollgruppe: zwölf Männer und neun Frauen ohne solche Beschwerden, Durchschnittsalter: 34.7 Jahre.

Exposition: Mobiltelefonexposition: a) GSM 900 MHz, Pulsfrequenz: 217 Hz, Durchschnittsleistung: 0.25 W. b) kontinuierliches Signal: 882 MHz, nicht moduliert, Durchschnittsleistung: 0.25 W. Maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) für beide Signale: 1.3 W/kg, im Mittel: 0.3 W/kg. c) Scheinexposition. Die Expositionsdauer betrug jeweils 30 Minuten.

Methode: Doppelblinde Expositionsstudie an Patienten und Probanden. Untersucht wurde die Funktion des Gehör- und Gleichgewichtsorgans mittels transienter evozierter otoakustischer Emissionen (TEOAO) und Videookulographie zur Identifizierung eines klinisch signifikanten Nystagmus (=Augenzittern). Die TEOAOs wurden durch Klickreize hervorgerufen. Die beiden Untersuchungen fanden im Abstand von zwei bis vier Wochen statt. In jeder Sitzung durchliefen die Teilnehmer alle drei Expositionsphasen zweimal, das Mobiltelefon befand sich einmal am linken und einmal am rechten Ohr (in randomisierter Reihenfolge). Die Aufzeichnung der TEOAOs resp. der Videookulographie erfolgte zu Beginn der Untersuchung und direkt nach jeder Exposition. Für den statistischen Vergleich der TEOAO-Amplituden wurde eine Varianzanalyse (General Linear Model Repeated Measures ANOVA) verwendet.

Resultat: Die Auswertungen ergaben weder bei Personen mit Hypersensibilität, noch bei Personen ohne

Beschwerden statistisch signifikante Unterschiede in der TEOAO-Amplitude zwischen den Expositionsarten (rechtes Ohr: $p=0.659$, linkes Ohr: $p=0.542$). Während des ganzen Experiments wurde kein klinisch relevanter Nystagmus beobachtet, eine statistische Auswertung war daher nicht möglich. Zwei Kontrollpersonen zeigten einen geringgradigen Spontannystagmus nach der Scheinexposition und eine Kontrollperson nach der rechtsseitigen Exposition mit kontinuierlichem Signal. In Bezug auf die Einschätzung der Expositionssituation bestand kein Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen. Ein signifikanter Unterschied war, dass die Personen mit Beschwerden im Durchschnitt häufiger ein Mobiltelefon benutzten als die Kontrollpersonen ($p=0.011$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie keine Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Funktion der äusseren Haarzellen des Innenohrs oder des Gleichgewichtsorgans beobachtet haben. Sie weisen darauf hin, dass die Messungen erst kurz nach der Expositionsende anfangen und dass wegen Rekrutierungsschwierigkeiten nur eine kleine Anzahl von Personen untersucht werden konnten.

Bemerkungen: Auch die früheren experimentellen Studien zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das Gehör- und Gleichgewichtsorgan des Menschen haben kaum Effekte beobachtet (u.a. Ozturan 2002, Parazzini 2005, Uloziene 2005). Allerdings wurden jeweils nur kleine Probandengruppen untersucht.

Finanzierung: Link Mobile Telecommunications and Health Research Programme (UK Department of Health and the mobile telecommunications industry)

Deepinder F, Makker K, Agarwal A.

Cell phones and male infertility: dissecting the relationship.

Reprod Biomed Online 2007; 15 (3): 266-270

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Fruchtbarkeit von Männern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Mobiltelefongebrauch.

Methode: Übersichtsartikel mit kurzen Zusammenfassungen von vier Studien: Agarwal 2007, Fejes 2005, Eroglu 2006, Kilgallon und Simmons 2005.

Resultat: In den vier referierten Studien zeigten sich Beeinträchtigungen der Spermaqualität im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung. Allerdings bestanden bei allen Studien gravierende methodische Mängel. Nicht berücksichtigt wurden z.B. Lebensstilfaktoren, berufliche Expositionen und andere Hochfrequenzbelastungen durch Radiosender, PDAs, Bluetoothgeräte und Computer. Insgesamt ist die Datenlage nicht einheitlich, da in anderen Studien keine oder nur unbedeutende Effekte beobachtet wurden. Auch die Ergebnisse von Zell- und Tierexperimenten sind nicht konsistent.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass Studien mit besserer methodischer Qualität nötig sind, um die Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das reproduktive System zu untersuchen.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Übersichtsarbeit. Die Publikation enthält keine Angaben zum Vorgehen und zur Vollständigkeit der Literaturrecherche.

Finanzierung: keine Angaben

Arnetz B, Akerstedt T, Hillert L, Lowden A, Kuster N, Wiholm C.

The Effects of 884 MHz GSM Wireless Communication Signals on Self-reported Symptoms and Sleep - An Experimental Provocation Study.

PIERS Online 2007; 3 (7): 1148-1150

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf unspezifische Beschwerden und auf den Schlaf.

Kollektiv: 38 Personen (davon 22 Frauen), die Beschwerden im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung angaben, und 33 Personen (davon 14 Frauen) ohne solche Beschwerden. Alter: 18 bis 45 Jahre.

Exposition: Expositionseinheit mit GSM-Signal, Frequenz: 884 MHz, ca. 20 cm von der linken Kopfseite entfernt. Mittelwert der spezifischen Absorptionsrate: 1.4 W/kg.

Methode: Alle Probanden durchliefen drei Expositionssitzungen von jeweils drei Stunden Dauer: Eingewöhnung, Scheinexposition und Hochfrequenzexposition. Während der Exposition absolvierten die Probanden verschiedene neuropsychologische Tests, das EEG wurde im Anschluss an die Exposition während einer Nacht im Schlaflabor aufgezeichnet.

Resultat: Nach der Hochfrequenzexposition lag die Dauer bis zur Tiefschlafphase (Stadium 3) im Durchschnitt bei 0.37 Stunden (SD=0.33), nach der Scheinexposition bei 0.27 Stunden (SD=0.12). Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p=0.0037$). Das Schlafstadium 4 war unter realer Exposition ebenfalls statistisch signifikant kürzer als bei Scheinexposition (37.2 Minuten (SD=28) versus 45.5 Minuten (SD=28), $p=0.0019$). In vorläufigen Ergebnissen zeigte sich, dass in der Probandengruppe ohne selbstberichtete Hypersensibilität ein grösserer Anteil während der Hochfrequenzexposition über Kopfschmerzen klagte als in der Gruppe mit unspezifischen Beschwerden. Die Teilnehmer konnten den Expositionsstatus nicht überzufällig häufig korrekt identifizieren.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus ihren Ergebnissen, dass Zusammenhänge zwischen der Hochfrequenzexposition und den untersuchten Variablen bestehen. Weitere Auswertungen sollen folgen.

Bemerkungen: Das Journal "PIERS Online" veröffentlicht Beiträge von der Veranstaltungsreihe "Progress in Electromagnetics Research Symposium" und wird auf der Website als peer-reviewed deklariert, ist aber nicht in PubMed gelistet. Die Publikation ist sehr kurz und lässt sich daher kaum beurteilen. Die Resultate zum Kopfschmerz sind vorläufig und werden nicht detailliert angegeben (Grösse der Differenz? Signifikanz?). Zudem fehlen Informationen zu Art und Anzahl der statistischen Tests und zum zeitlichen Abstand zwischen den Expositionssitzungen. Eine Verlängerung der Zeit bis zum Tiefschlaf hatte sich auch in einer früheren Studie gezeigt (Loughran 2005). Einige andere Experimente hatten dagegen bei Mobiltelefonexposition auf eine Verkürzung der Latenzzeit bis zur ersten Tiefschlafphase hingewiesen. Weitere Auswertungen zu dieser Studie sind zu finden in Hillert et al.: The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: an experimental provocation study. Bioelectromagnetics 2008; 29 (3), 185-96.

Finanzierung: Mobile Manufacturers Forum (MMF)

Knafl U, Lehmann H, Riederer M.

Electromagnetic field measurements using personal exposimeters.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (2): 160-162

doi: 10.1002/bem.20373

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messungen und Empfehlungen zur Benutzung von Personendosimetern zur Messung der Hochfrequenzexposition in epidemiologischen Studien.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Felder aus verschiedenen Strahlungsquellen.

Methode: Messreihe in einem Labor der Swisscom Innovations, Bern.

Resultat: Die beiden Personendosimeter, die in letzter Zeit entwickelt wurden, unterscheiden sich in mehreren Punkten. Einer davon ist die Messung, wenn das Gerät nicht am Körper getragen wird ("free field measurements"). Das Gerät ESM140 (Maschek) hat eine einzelne Dipolantenne, das DSP120 (Antennessa) drei orthogonale Antennen. Daher zeigt das DSP120 einen isotropen Empfang, während bei ESM140 die Richtung der Messsonde relativ zum inzidenten Feld eine Rolle spielt. Zusätzlich zu beachten sind: Polarisierung, Isolation, die Empfindlichkeit des Geräts sowie inhomogene und nichtkontinuierliche Expositionssituationen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass Personendosimeter geeignet sind, um in epidemiologischen Studien Informationen über verschiedene Expositionsgruppen zu erhalten. Sie empfehlen aber eine sorgfältige Auswertung der Messdaten unter Zuhilfenahme von Simulationen, um die Qualität der Klassifizierung zu verbessern.

Finanzierung: keine Angaben

Haarala C, Takio F, Rintee T, Laine M, Koivisto M, Revonsuo A, Hämäläinen H.

Pulsed and continuous wave mobile phone exposure over left versus right hemisphere: effects on human cognitive function.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (4): 289-295

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zur Auswirkung verschiedener Mobiltelefonexpositionen auf die kognitive Leistungsfähigkeit.

Kollektiv: 36 Männer, Durchschnittsalter: 23.81 Jahre (SD=2.44), alle Rechtshänder.

Exposition: Signalgenerator mit linearem Leistungsverstärker, verbunden mit der Antenne eines Mobiltelefons (Nokia 6110). Verwendet wurde a) ein kontinuierliches Signal mit 902 MHz und 0.25 W Leistung, b) ein gepulstes Signal mit der gleichen Frequenz und einer Pulsierung von 217 Hz, Pulsweite 0.577 ms, durchschnittliche Sendeleistung: 0.25 W. Das Mobiltelefon befand sich 20 mm vom Kopf entfernt, alle Probanden wurden bei rechts- und linksseitiger Exposition getestet. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) betrug gemittelt über 1g Gewebe 1.1 W/kg, über 10 g Gewebe 0.738 W/kg. Der Spitzenwert lag bei 1.18 W/kg.

Methode: Alle Probanden durchliefen drei Expositionssitzungen im Abstand von jeweils einer Woche: kontinuierliches Signal, gepulstes Signal und Scheinexposition. In jeder Sitzung wurden nacheinander beide Gehirnhemisphären exponiert. Während beiden Expositionen absolvierten die Probanden zweimal neun neuropsychologische Tests. Die Reihenfolge der Expositionsarten und Tests war ausgeglichen. Jede Expositionssitzung dauerte ca. 90 Minuten. Eine zusätzliche Kontrollgruppe von 16 Männern wurde ohne Expositionsvorrichtung getestet, um einen Einfluss der Ausrüstung auf die kognitive Leistung zu untersuchen. Die statistische Auswertung erfolgte durch nichtparametrische Tests.

Resultat: Die kognitive Leistung der Probanden unterschied sich in keinem Reaktions- oder Aufmerksamkeitstest zwischen den drei Expositionsarten. Auch die Lokalisation des Mobiltelefons (rechts oder links) hatte keinen Einfluss, und die Korrektheit der Antworten war ebenfalls nicht verändert. Es zeigten sich

keine signifikanten Differenzen in der Leistung der Test- und Kontrollpersonen.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass weder die Hochfrequenzexposition selbst, noch die Signalmodulation oder die Expositionsseite einen Einfluss auf die kognitive Leistung der Probanden hatte. Dies steht in Übereinstimmung mit vergleichbaren anderen Studien (z.B. Russo et al. 2006). Über langfristige Auswirkungen der Exposition können keine Aussagen gemacht werden.

Bemerkungen: Wesentliche Anforderungen an das Versuchsdesign sind erfüllt (doppelblind, ausgeglichene Reihenfolge, Crossover-Design, kontrollierte Exposition). Wie die Autoren selbst anmerken, ergibt sich eine Einschränkung durch das Fehlen von Berechnungen zur statistischen Power. Begründet wird dies mit dem Hinweis auf die Durchführung von nichtparametrischen Tests. Insgesamt ergeben die neueren Experimente mit verbesserter Methodik kaum Hinweise auf einen Einfluss der Mobiltelefonexposition auf die kognitive Leistung.

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk e.V.; University of Turku

Unterlechner M, Sauter C, Schmid G, Zeitlhofer J.

No effect of an UMTS mobile phone-like electromagnetic field of 1.97 GHz on human attention and reaction time.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (2): 145-153

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu Auswirkungen der mobiltelefonähnlichen UMTS-Exposition auf die kognitive Leistung (Aufmerksamkeit und Reaktionszeit).

Kollektiv: 20 Frauen und 20 Männer im Alter von 21 bis 30 Jahren.

Exposition: Die Expositionsanordnung entsprach derjenigen in der Studie von Schmid et al. 2005. Das UMTS-Signal wurde von einem Generator erzeugt und über Antennen an einem Kopfhörer in zwei verschiedenen Intensitäten appliziert. Es wurde nur die linke Kopfseite exponiert. Das Testsignal hatte eine Frequenz von 1.97 GHz und WCDMA-FDD-Modus (vgl. Ndoumbé Mbonjo Mbonjo et al. 2004). Modellmessungen und Berechnungen ergaben eine durchschnittliche, über 10 g gemittelte SAR von 0.37 W/kg für die höhere Expositionsintensität. Die niedrigere Intensität war als ein Zehntel davon definiert, die Scheinexposition lag mindestens 50 dB unter der niedrigeren Belastung.

Methode: Es wurden vier Aufmerksamkeitstests aus dem "Wiener Testsystem" verwendet. Alle Teilnehmer absolvierten drei Testsitzungen im Abstand von jeweils 10 bis 12 Tagen. In jeder Sitzung wurden alle vier Tests unter den drei Expositionsbedingungen durchgeführt (hoch, niedrig, Scheinexposition), die Gesamtdauer betrug 1.5 Stunden. Die Reihenfolge der Expositionen und Tests wurde pseudozufällig bestimmt. Die Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA), bei multiplen Vergleichen wurde eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt.

Resultat: Die Auswertung ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede in den Testresultaten in Abhängigkeit von der Exposition. Das galt sowohl für die Reaktionszeiten als auch für die Anzahl korrekter Antworten. Der Vergleich zwischen den einzelnen Untersuchungstagen zeigte in einem Aufmerksamkeitstest eine

Abnahme der Reaktionszeiten und einen Anstieg der Anzahl korrekter Antworten. In den geschlechtsspezifischen Analysen waren ebenfalls keine Expositionseffekte zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keinen Hinweis auf akute Auswirkungen der mobiltelefonähnlichen UMTS-Exposition auf die Aufmerksamkeit oder die Reaktionsgeschwindigkeit. Langzeiteffekte können nicht beurteilt werden.

Bemerkungen: Wesentliche Anforderungen an das Studiendesign sind erfüllt. Die Autoren erwähnen die Übereinstimmung der Resultate mit denjenigen der "TNO-Studie" (Zwamborn et al. 2003) und der Replikationsstudie (Regel et al. 2006), in denen die UMTS-Exposition unter Fernfeldbedingungen untersucht wurde. Nur in der TNO-Studie zeigte sich während der Exposition in einem Gedächtnis-Vergleichstest eine signifikant gesteigerte Geschwindigkeit.

Finanzierung: keine Angaben. Das Expositionssystem wurde von der Forschungsgemeinschaft Funk zur Verfügung gestellt.

Fritzer G, Goder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, Hinze-Selch D, Aldenhoff JB.

Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (4): 316-325

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Kurz (Tage bis Wochen)	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen einer mobiltelefonähnlichen Exposition auf den Schlaf (EEG, Stadien) und die kognitive Leistungsfähigkeit.

Kollektiv: Zehn Männer in der Expositionsgruppe und zehn Männer in der Scheinexpositionsgruppe.
Durchschnittsalter: 28.5 resp. 28.32 Jahre.

Exposition: Gepulstes GSM-Signal, 900 MHz. Die Antenne bestand aus drei Lambda/2-Dipolen und befand sich 30 cm oberhalb des Kopfes der Probanden. Die Spitzenleistung lag bei 28.5 W, woraus ein maximaler SAR-Wert von 1 W/kg im Kopf resultierte. Die über 1 g gemittelte SAR lag bei 0.875 W/kg.

Methode: Alle zwanzig Probanden verbrachten acht Nächte im Schlaflabor. Die Zuteilung zu den beiden Gruppen erfolgte randomisiert, Alter und Bildungsniveau wurden angeglichen. Die erste Nacht diente der Adaptation, in der zweiten wurde als "Baseline" eine Polysomnographie ohne Exposition aufgezeichnet. In den darauffolgenden sechs Nächten wurden die Probanden während der ganzen Schlafperiode exponiert (zwischen 22 Uhr und 6:45 Uhr). Die neuropsychologische Testung erfolgte in der Referenznacht sowie in der ersten und letzten Expositionsnacht, jeweils vor und nach der Exposition. Bei einer angenommenen Effektgrösse von 1.32 für die wichtigsten Variablen des Schlafs und der kognitiven Leistung, einer statistischen Power von 80% und einem Signifikanzniveau von $p=0.05$ ergab sich in der Fallzahlberechnung eine Mindestgrösse von 10 Probanden pro Gruppe. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Einfaktor-Varianzanalyse für wiederholte Messungen oder mittels Mann-Whitney-U-Test.

Resultat: In der exponierten Gruppe zeigte sich für keinen der 17 klassischen Schlafparameter (Schlafeffizienz, Latenz bis zum Einschlafen, Anteil und Dauer der REM-Phasen etc.) ein signifikanter Unterschied zwischen der

Referenznacht und der ersten oder der letzten Expositionsnacht. Auch in den neuropsychologischen Tests und im Schlaf-EEG war kein Einfluss der mobiltelefonähnlichen GSM-Exposition zu beobachten. In der Spektralanalyse des EEG zeigten sich bei Auswertung des REM- und NonREM-Schlafes insgesamt keine signifikanten Unterschiede. Die Analyse der ersten beiden Schlafzyklen ergab ebenfalls keine bemerkbaren Unterschiede zwischen der Referenznacht und der ersten Expositionsnacht.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass keine signifikanten Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die kognitive Leistungsfähigkeit, das Verhalten und das EEG im Schlaf beobachtet wurden.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, war die Anzahl der Probanden in der Expositionsgruppe klein ($n=10$). Gemäss ihren Berechnungen bestand damit eine Wahrscheinlichkeit von 80%, einen Effekt nachweisen zu können. Dabei wurden allerdings Effektgrössen von mindestens 1.32 vorausgesetzt. Aus der Publikation geht nicht hervor, ob es sich um eine einfach oder doppelt verblindete Studie handelte. Zudem sind in Abb. 3 für die Differenzen im Frequenzspektrum des EEG in den ersten beiden Schlafphasen einige p-Werte statistisch signifikant (bei ca. 10 Hz und 30 Hz). Auf diese Veränderungen wird im Text nicht eingegangen.

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk e.V., Bonn

Croft RJ, Hamblin DL, Spong J, Wood AW, McKenzie RJ, Stough C.

The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (1): 1-10

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der wiederholt beobachteten Erhöhung der Alpha-Aktivität im EEG (8 bis 12 Hz) während oder nach Mobiltelefonexposition. Wiederholung der Studie von Curcio et al. 2005 an einem grösseren Studienkollektiv. Die Ergebnisse der Auswertungen zur kognitiven Leistung und zu den ereignisbezogenen Potenzialen wurden in Hamblin et al. 2006 publiziert.

Kollektiv: 120 Probanden von 18 bis 69 Jahren (Durchschnitt: 31, SD: 13 Jahre). 46 Männer und 74 Frauen, 108 Rechtshänder. Aufgrund von technischen und organisatorischen Schwierigkeiten gelangten die Daten von 94 bis 109 Personen in die verschiedenen Auswertungen.

Exposition: GSM-Mobiltelefon, das mit einer Plastikhalterung an der rechten oder linken Kopfseite angebracht war (je 60 Probanden). Frequenz: 895 MHz, mittlere Leistung: 250 mW, Spitzenleistung: 2 W, Pulsfrequenz: 217 Hz, Pulsbreite: 576 µs. Die durchschnittliche SAR gemittelt über 10g Gewebe betrug 0.11 W/kg. Während der aktiven Exposition (30 Min.) sendete das Mobiltelefon mit maximaler Leistung.

Methode: Das Experiment erfolgte doppelt verblindet und nach einem Crossover-Design. Alle Probanden nahmen an zwei Untersuchungen im Abstand von einer Woche teil. Das Ruhe-EEG wurde vor und nach der neuropsychologischen Testung abgeleitet (je 10 Minuten). Während dieser Zeit sassen die Versuchspersonen mit offenen Augen entspannt in einem Sessel. Die Exposition dauerte insgesamt 30 Minuten. Die Reihenfolge der Expositionen sowie der exponierten Gehirnhälfte war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Die mittlere Alpha-Aktivität wurde für jede Seite einzeln ermittelt. Die statistische Analyse erfolgte mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests, weil sich die Daten nicht in eine Normalverteilung transformieren liessen. In den hypothesengestützten Analysen (Alpha-Erhöhung während der Exposition) wurde keine Korrektur vorgenommen, die explorativen Auswertungen (u.a. Alpha-Erhöhung nach der Exposition) wurden für multiples

Testen korrigiert (Dubey/Armitage & Parmer Methode).

Resultat: Während der Hochfrequenzexposition war die Alpha-Aktivität statistisch signifikant stärker ausgeprägt als bei Scheinexposition ($p=0.022$), und die Differenz zwischen ipsi- und kontralateraler Seite war grösser ($p=0.066$). Es zeigte sich kein Einfluss von Alter, Geschlecht und Mobiltelefonbenutzung auf die Ergebnisse. Nach Expositionsende bestand insgesamt kein Unterschied zwischen Exposition und Scheinexposition, allerdings war die Alpha-Aktivität auf der Gegenseite schwächer als auf der exponierten Seite.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, bestätigen die Resultate frühere Befunde einer gesteigerten Alpha-Aktivität im Ruhe-EEG unter Mobiltelefonexposition. Die gesundheitliche Bedeutung dieser Veränderungen kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht beurteilt werden. Die Alpha-Aktivität im EEG wurde zunächst mit Ruhephasen des Gehirns in Zusammenhang gebracht, neuere Erkenntnisse scheinen aber auf komplexere neuronale Verarbeitungsprozesse hinzuweisen.

Bemerkungen: Die Ergebnisse dieser Doppelblindstudie mit einem grösseren Kollektiv unterstützen die bisherige Evidenz für Veränderungen der Alpha-Aktivität unter Mobiltelefonexposition. Die Resultate zur Postexpositionsphase sind anhand der Darstellung in der Publikation allerdings schlecht nachvollziehbar.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia

Hamblin DL, Anderson V, McIntosh RL, McKenzie RJ, Wood AW, Iskra S, Croft RJ.
EEG electrode caps can reduce SAR induced in the head by GSM900 mobile phones.
IEEE Trans Biomed Eng 2007; 54 (5): 914-20

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Physiologische oder biochemische
Parameter
Studiendesign, Statistik
Zentralnervensystem
Land:
Nichteuropäische
Länder

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Einfluss der Elektrodenhaube auf die spezifische Absorptionsrate (SAR) in experimentellen Studien zur Untersuchung von EEG-Veränderungen bei Mobiltelefonexposition.

Exposition: Mobiltelefon (Nokia 6110), GSM-Signal, Frequenz: 900 MHz, maximale Sendeleistung: 2 W. Die Exposition dauerte 30 Minuten.

Methode: Verglichen wurden die über 10 g Gewebe gemittelten Spitzenwerte der SAR in drei Situationen: ohne Elektrodenhaube, mit "Electro-Cap" und mit "Quick-Cap". Die beiden Elektrodenhauben besaßen 64 Elektroden. Die Messungen fanden an einem antropomorphen Phantom statt.

Resultat: Im Vergleich zur Messung ohne Elektrodenkappe verursachte die "Electro-Cap" eine Reduktion der SAR um 14% und die "Quick-Cap" eine Abnahme um 18%. Das galt sowohl für den ganzen Kopf als auch für die Temporalregion. Der SAR-Spitzenwert im Kopf lag ohne Haube bei 0.674 W/kg, mit "Electro-Cap" bei 0.574 W/kg und mit "Quick-Cap" bei 0.552 W/kg. Für den Schläfenlappen des Gehirns ergaben sich Werte von 0.110 W/kg, 0.095 W/kg und 0.090 W/kg. Die Elektrodenkabel verursachten ebenfalls eine Reduktion der SAR.

Schlussfolgerung: Nach Einschätzung der Autoren ist die Abschwächung der SAR-Werte durch Elektrodenhaube und -kabel nicht gross genug, um Nullergebnisse früherer Studien zu erklären. Der Einfluss sollte aber in zukünftigen Studien beachtet werden.

Finanzierung: keine Angaben zum Funding; Ausrüstung von Telstra Research Laboratories und EMC Technologies

Krause CM, Pesonen M, Haarala Bjornberg C, Hämäläinen H.

Effects of pulsed and continuous wave 902 MHz mobile phone exposure on brain oscillatory activity during cognitive processing.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (4): 296-308

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition (pulsmoduliert/kontinuierlich) auf die Hirnströme während kognitiven Aktivitäten. Überprüfung und Erweiterung der eigenen Studienresultate (Krause et al. 2000a,b), die in einem früheren Replikationsversuch nicht bestätigt werden konnten (Krause et al. 2004). Es wurden zwei separate Experimente durchgeführt: eines mit akustischem Gedächtnistest und eines mit visuellem Test zum Arbeitsgedächtnis (n-back-Test).

Kollektiv: An beiden Experimenten nahmen 36 Männer teil, alle Rechtshänder. Für die Untersuchung mit dem akustischen Gedächtnistest betrug das Durchschnittsalter: 23.6 Jahre (SD=2.38), in der Studie mit dem visuellen Gedächtnistest lag es bei 22.9 Jahren (SD=2.4).

Exposition: Signalgenerator mit linearem Leistungsverstärker, verbunden mit der Antenne eines Mobiltelefons (Nokia 6110). Verwendet wurde a) ein kontinuierliches Signal mit 902 MHz und 0.25 W Leistung, b) ein gepulstes Signal mit der gleichen Frequenz und einer Pulsierung von 217 Hz, Pulsweite 0.577 ms, durchschnittliche Sendeleistung: 0.25 W. Das Mobiltelefon befand sich 20 mm vom Kopf entfernt, alle Probanden wurden bei rechts- und linksseitiger Exposition getestet. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) betrug gemittelt über 1g Gewebe 1.1 W/kg, über 10 g Gewebe 0.738 W/kg. Der Spitzenwert lag bei 1.18 W/kg.

Methode: Alle Probanden durchliefen drei Sitzungen im Abstand von jeweils einer Woche mit insgesamt sechs Expositionsarten: kontinuierliches Signal, gepulstes Signal und Scheinexposition, jeweils beide Gehirnhemisphären. Die kognitive Testung erfolgte während der Exposition, die Reihenfolge der Expositionsarten war ausgeglichen. Berechnet wurde der Quotient aus ereignisbezogener Desynchronisation (ERD) und ereignisbezogener Synchronisation (ERS). Die "Zeit-Frequenz-Repräsentationen" (TFRs) dieses Quotienten gaben die relativen Differenzen zwischen den durchschnittlichen Referenzintervallen und den Stimuli als

Funktion von Zeit und Frequenz an (in Prozent). Die statistische Auswertung der EEG-Parameter erfolgte mittels nichtparametrischem Quade-Test für jeden Stimulus (Signifikanzniveau: $p=0.05$). Die neuropsychologischen Ergebnisse wurden in Varianzanalysen verglichen.

Resultat: Bei Durchführung des akustischen Gedächtnistests waren unter pulsmoduliertem Expositionssignal statistisch signifikant grössere ERS- und kleinere ERD-Amplituden im Alpha-Frequenzbereich (bei ca. 8 Hz) zu beobachten als unter kontinuierlichem Signal. Der Vergleich mit der Scheinexposition ergab keine signifikanten Unterschiede. Im Vergleich zwischen rechts- und linksseitiger Exposition zeigten sich bei allen drei Expositionsarten einige unsystematische Unterschiede. Für den visuellen Arbeitsgedächtnis-Tets (n-back-Test) bestanden kaum Unterschiede zwischen den Expositionssituationen und -seiten. In beiden Tests zeigten sich keine Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Leistungen (Reaktionszeiten und Anzahl korrekter Antworten).

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die beobachteten Veränderungen als schwach und bezweifeln, dass es sich tatsächlich um Auswirkungen der Mobiltelefonexposition handelt. Sie weisen darauf hin, dass auch bei Scheinexposition Unterschiede zwischen der rechts- und linksseitigen Exposition bestanden. Daher gehen sie davon aus, dass die Effekte entweder nicht existent sind oder so anfällig gegenüber anderen Einflüssen, dass sie sich nicht systematisch erfassen lassen.

Bemerkungen: Die Studie erfüllt wesentliche methodische Anforderungen (doppelblind, ausgeglichene Reihenfolge, detaillierte Expositionsangaben). Auch bei Beschränkung auf fünf Elektrodenlokalisationen handelt es sich allerdings immer noch um eine Vielzahl von Auswertungen. Eine Korrektur für multiple Tests wurde nicht vorgenommen. Insgesamt sprechen die Resultate eher gegen einen Expositionseffekt, weil kein eindeutiges Muster erkennbar ist und auch bei Scheinexposition Unterschiede zwischen der rechts- und der linksseitigen Exposition beobachtet wurden. Möglicherweise ist die physiologische Variabilität der untersuchten Parameter so gross, dass diskrete Unterschiede höchstens bei sehr grossen Probandenzahlen nachgewiesen werden könnten.

Finanzierung: Forschungsgemeinschaft Funk e.V.; University of Helsinki

Challis LJ.

Mechanisms for interaction between RF fields and biological tissue.

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S98-S106

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zu Wechselwirkungen zwischen niedrig dosierten hochfrequenter elektromagnetischer Feldern und biologischem Gewebe.

Methode: Zusammenfassung und Diskussion experimenteller und theoretischer Arbeiten zum Wirkungsmechanismus.

Resultat: In Bezug auf nichtthermische Effekte werden verschiedene Wirkungsmechanismen diskutiert. Für manche von ihnen lässt sich aufgrund ihrer Komplexität schlecht abschätzen, ab welchen SAR-Werten mit biologischen Effekten zu rechnen wäre. Einige Modelle sollten weiter untersucht werden, unter anderem die Öffnung von Ionenkanälen durch die Verdrehung von Magnetitpartikeln, die Freisetzung freier Radikale und die Demodulierung der HF-Signale durch biologische Komponenten.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, Del Percio C, Rossini PM.
Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms.
Eur J Neurosci 2007; 25 (6): 1908-1913

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Synchronisierung der Hirnströme zwischen den beiden Hemisphären.

Kollektiv: 10 männliche Probanden (20 bis 36 Jahre), alle Rechtshänder.

Exposition: GSM-Mobiltelefon an der linken Kopfseite (Abstand: 15 mm). Frequenz: 902.4 MHz, Pulsfrequenz: 217 Hz, Sendeleistung: max. 2 W, durchschnittlich 0.25 W. Maximale SAR: 0.5 W/kg.

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Probanden durchliefen zwei Sitzungen im Abstand von einer Woche, die eine bei Mobiltelefonexposition, die andere bei Scheinexposition (je 45 Minuten). Zur Beurteilung der Kopplung zwischen den beiden Gehirnhemisphären wurde die EEG-Aktivität an frontalen, zentralen und parietalen Elektrodenpaaren verglichen. Berücksichtigt wurden verschiedene Frequenzbereiche (delta, theta, alpha 1-3), jeweils vor und nach der Exposition. Der statistische Vergleich der "ereignisbezogenen Kohärenz", definiert als Differenz zwischen den Kohärenzwerten in den Expositionsphasen und Baseline, erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen.

Resultat: Die Auswertungen ergaben bei GSM-Exposition statistisch signifikant niedrigere ereignisbezogene Kohärenzwerte zwischen den frontalen Elektroden im Alpha-2- und Alpha-3-Frequenzband ($p < 0.003$). In der Schläfenregion (temporal) war dagegen der Kohärenzwert im Alpha-2-Band bei GSM-Exposition höher als bei Scheinexposition. ($p < 0.04$).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Resultaten, dass die Mobiltelefonexposition die Kopplung zwischen den beiden Gehirnhemisphären im wachen Ruhezustand moduliert. Die Veränderungen zeigten sich für

den frontalen und temporalen Alpha-Rhythmus.

Bemerkungen: Ungewöhnlich ist, dass die Probanden während der Exposition/Scheinexposition im Versuchsraum umhergehen und sich mit dem Studienpersonal unterhalten konnten. Die Darstellung der Resultate ist unvollständig, es werden keine Differenzen angegeben, sondern nur die signifikanten p-Werte. Aufgrund der Abbildung hat man den Eindruck, dass auch in anderen Frequenzbereichen und Elektrodenlokalisationen ähnlich grosse Unterschiede bestanden wie an den im Text erwähnten (z.B.: Delta im Parietalbereich). Dies legt die Vermutung nahe, dass bestimmte Ergebnisse selektiv herausgegriffen und berichtet werden. Frühere Studien der gleichen Arbeitsgruppe sind publiziert in Ferreri et al. 2006 und Curcio et al. 2004, 2005.

Finanzierung: Telecom Italia

Anderson V, Rowley J.

Measurements of skin surface temperature during mobile phone use.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (2): 159-62

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hauttemperatur an der Seite des Gesichts bei Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Ein Proband, gleichzeitig auch einer der beiden Autoren der Publikation.

Exposition: Zwei analoge Mobiltelefone mit 835 MHz, max. mittlere Sendeleistung: 600 mW, und drei GSM-Mobiltelefone mit 900 MHz, max. mittlere Sendeleistung: 250 mW. Die Expositionsdauer lag bei 6 Minuten. Verglichen wurde auch zwischen Sendebetrieb und Standby-Modus des analogen Mobiltelefons.

Methode: Die Temperaturmessung erfolgte mittels Infrarotkamera. In der ersten Phase sendete das Telefon während 15 Minuten mit voller Leistung ("Aufwärmphase"). Danach hielt der Proband das Telefon sechs Minuten lang ans Ohr.

Resultat: Für die GSM-Mobiltelefone ergab sich ein maximaler Anstieg der Hauttemperatur um 2.3 °C, für die analogen Mobiltelefone um 4.5 °C. Bei ausgeschaltetem Analogtelefon kühlte sich die Haut im Vergleich zur Gegenseite um 0.7 °C ab (Wärmetransfer zum Gerät in Raumtemperatur). Bei voller Sendeleistung führte das selbe Telefon zu einem Temperaturanstieg um 2.6 °C, im Standby-Modus zu einem Anstieg um 2.0 °C.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass nur ein kleiner Teil des Anstiegs der Hauttemperatur durch die Hochfrequenzemission des Mobiltelefons verursacht wird. Der grösste Teil entsteht durch den Handapparat, vor allem die Batterie.

Bemerkungen: Der Vergleich zwischen verschiedenen Betriebsarten erfolgte nur für ein analoges Mobiltelefon. Zur Absicherung wären wiederholte Messungen wünschenswert. Zur Hauttemperatur bei Mobiltelefonexposition

vgl. die Publikation von Straume et al. 2005.

Inomata-Terada S, Okabe S, Arai N, Hanajima R, Terao Y, Frubayashi T, Ugawa Y.

Effects of high frequency electromagnetic field (EMF) emitted by mobile phones on the human motor cortex.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (7): 553-561

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf evozierte Potenziale im Gehirn, die durch transkranielle Magnetstimulation ausgelöst wurden.

Kollektiv: 10 Probanden, davon fünf Frauen. Alter: 22 bis 51 Jahre. Zusätzlich wurden zwei Patienten mit Multipler Sklerose untersucht. Von diesen beiden Patienten war bekannt, dass sich die Reizweiterleitung in den kortikospinalen Nervenbahnen nach einem heissen Bad verschlechterte ("hot bath effect").

Exposition: Mobiltelefonsimulator, Frequenz: 800 MHz, durchschnittliche Sendeleistung: 270 mW, Spitzenleistung: 0.8 W. Das Telefon wurde von den Probanden an das linke Ohr gehalten, die Antenne befand sich ca. 4 cm vom Kopf entfernt. Die Exposition dauerte 30 Minuten, die spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Gewebe lag bei 0.054 +/- 0.02 W/kg.

Methode: Die transkranielle Magnetstimulation (TMS) fand unmittelbar vor und nach der Mobiltelefonexposition statt. Dabei erfolgte die Stimulierung der Handregion der linken motorischen Grosshirnrinde mit einzelnen Pulsen. Zusätzlich wurde mit Doppelpulsen die intrakortikale Inhibition (SICI) untersucht. Weder die Probanden, noch die Untersucher, die die TMS durchführten, kannten den Expositionsstatus. Die statistische Auswertung erfolgte in t-Tests mit Korrektur für multiple Vergleiche sowie mittels Varianzanalyse (ANOVA). Bei den beiden Multiple-Sklerose-Patienten wurde das Experiment vor und nach einem heissen Bad durchgeführt.

Resultat: Die Latenzen und die Amplituden der evozierten Potenziale unterschieden sich vor und nach der Mobiltelefonexposition nicht statistisch signifikant. Auch für die kortikale Inhibition (SICI) war kein Einfluss der Exposition zu beobachten. Die Untersuchung der beiden Patienten mit Multipler Sklerose ergab ebenfalls keinen

Hinweis auf einen Effekt der Mobiltelefonexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie bei dreissigminütiger Mobiltelefonexposition keine Auswirkungen auf die evozierten Potenziale der motorischen Grosshirnrinde beobachtet haben. Dies galt auch für zwei Patienten mit Multipler Sklerose.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist die statistische Power der Studie aufgrund der kleinen Probandenzahl gering. Unklar sind die Angaben zum Signifikanzniveau: Nach der Korrektur für multiple Testung wird die Signifikanzgrenze einmal mit $p < .05$ angegeben und einmal mit " $p > .10$ ". Vor der Bonferroni-Korrektur habe dagegen ein Signifikanzniveau von $p < .0125$ bestanden. Zu erwarten wäre eine niedrigere Grenze nach der Korrektur. Ein Nachteil der transkraniellen Magnetstimulation ist, dass sie wegen eventueller Interferenzen nicht gleichzeitig mit der Mobiltelefonexposition durchgeführt werden kann. Die Testung von Patienten mit neurologischen Erkrankungen erscheint fragwürdig, weil die Resultate kaum interpretierbar sind (grosse Variabilität der verschiedenen Einflussfaktoren, kleine Fallzahlen etc.). Frühere Publikationen der selben Arbeitsgruppe: u.a. Arai et al. 2003, Yuasa et al. 2006, Terao et al. 2006. Zur Stimulation durch TMS gibt es bereits eine Studie von Ferreri et al., Ann Neurol 2006; 60 (2), 188-196. Darin wurde eine statistisch signifikant stärkere Erregbarkeit der Grosshirnrinde nach 45-minütiger Mobiltelefonexposition beobachtet.

Finanzierung: The Committee to Promote Research on the Possible Biological Effects of Electromagnetic Fields, the Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC), Japan. Research Project Grant-in-aid for Scientific Research from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan

Irlenbusch L, Bartsch B, Cooper J, Herget I, Marx B, Raczek J, Thoss F.

Influence of a 902.4 MHz GSM signal on the human visual system: Investigation of the discrimination threshold.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (8): 648-654

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment zu den Auswirkungen von mobiltelefonähnlicher Hochfrequenzexposition auf die visuelle Wahrnehmungsschwelle (Lichtempfindlichkeit).

Kollektiv: 33 Probanden, davon 12 Frauen. Alter: 19 bis 27, durchschnittlich 23.7 Jahre.

Exposition: Die Expositionsanordnung bestand aus einem Mobiltelefon mit Leistungsverstärker und Spiralantenne, das ein GSM-Signal mit einer Frequenz von 902.4 MHz und Pulsfrequenz von 217 HZ emittierte. Die Antenne befand sich direkt hinter dem Bildschirm. Die Sendeleistung betrug 5 W, die Leistungsflussdichte auf Höhe der Probanden lag bei 1 W/m². Für die Netzhaut des Auges wurde eine spezifische Absorptionsrate von 0.007 W/kg (gemittelt über 1g) berechnet. Gemittelt über 10 g ergab sich ein Wert von 0.003 W/kg.

Methode: Die Probanden sassen in 80 cm Entfernung vor einem Bildschirm. Auf den Bildschirm wurden nach einer Gewöhnungsphase von 10 Minuten Lichtblitze von zunehmender Helligkeit projiziert, die zunächst unterhalb der Wahrnehmungsschwelle lagen. Als visuelle Diskriminationsschwelle galt die Leuchtkraft (luminance), bei der ein Lichtblitz gerade wahrgenommen werden konnte. Unter einfach verblindeten Bedingungen wurden alle Probanden an zwei verschiedenen Tagen exponiert und scheinexponiert. Die Reihenfolge war ausgeglichen. Die visuelle Diskriminationsschwelle wurde an beiden Tagen über zwei Perioden von jeweils einer halben Stunde aufgezeichnet. Die GSM-Exposition erfolgte immer während der zweiten halben Stunde, bei Scheinexposition wurde zweimal ohne Befeldung untersucht. Aus den Durchschnittswerten für die Wahrnehmungsschwelle der beiden Perioden wurde ein Quotient gebildet (Vergleich zwischen der zweiten und der ersten halben Stunde). Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Tests für gepaarte Daten.

Resultat: Der Vergleich der mittleren visuellen Diskriminationsschwellen bei Exposition und Scheinexposition

ergab keine signifikanten Unterschiede ($p=0.79$). Auch der Quotient der beiden Diskriminationsschwellen unterschied sich nicht in Abhängigkeit von der Exposition ($p=0.81$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass durch die GSM-Exposition keine Veränderung der visuellen Diskriminationsschwelle hervorgerufen wurde.

Bemerkungen: Da die Exposition nicht aus einem Mobiltelefon in normaler Gesprächsposition bestand, ist die Übertragbarkeit auf die reale Situation fraglich. Die berechneten SAR-Werte am Auge sind sehr niedrig, für das Gehirn werden keine Werte angegeben.

Finanzierung: T-Systems, Centre of Technology

Schröttner J, Leitgeb N, Hillert L.

Investigation of electric current perception thresholds of different EHS groups.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (3): 208-213

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Elektrosensitivität (Wahrnehmungsschwelle für niederfrequente elektrische und magnetische Felder) bei drei Gruppen von Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (welche ihre Beschwerden auf elektromagnetische Strahlung zurückführen) und Vergleich der Wahrnehmungsschwellen dieser drei Gruppen unter sich und mit einer früheren Untersuchung in der Allgemeinbevölkerung.

Kollektiv: 37 Erwachsene von 27 bis 81 Jahren (25 Frauen, 12 Männer) aus einer Selbsthilfegruppe von EMF-Hypersensiblen; 29 Erwachsene von 32 bis 63 Jahren (23 Frauen, 6 Männer), welche auf ein Zeitungsinserat mit Aufruf nach EMF-hypersensiblen Personen reagiert oder sich bei den schwedischen Behörden gemeldet hatten, und 24 Personen von 37 bis 73 Jahren aus Österreich (15 Frauen, 9 Männer), welche ihre schweren Schlafstörungen Mobilfunkbasisstationen zuschrieben. Als Vergleichskollektiv dienten 708 Erwachsene zwischen 17 und 60 Jahren, davon 349 Männer und 359 Frauen aus Österreich (vgk.: Leitgeb et al.: Electrosensitivity and electromagnetic hypersensitivity. Bioelectromagnetics 2003: 24 (6), 387-94; Id.Nr. 1742).

Exposition: Mit einem speziell entwickelten Stimulator wurde einem von beiden Unterarmen der Versuchspersonen über EKG-Klebe-Elektroden niederfrequente Ströme (50 Hz) appliziert. Die Stromstärke wurde so lange linear gesteigert, bis die Probanden den Strom wahrnahmen und auf einen Stoppschalter drückten. Die Zuverlässigkeit der Probanden konnte geprüft werden, wenn sie den Knopf der falschen Seite drückten, willkürliches Drücken durch inkonsistente Ergebnisse in mehreren Messungen. Die Versuche erfolgten bei der Gruppe 2 im Department of Occupational and Environmental Health in Stockholm, bei der Gruppe 3 in der häuslichen Umgebung der Probanden (Österreich).

Methode: Experimentelle Studie mit doppelblinder Versuchsanordnung. Darstellung der kumulativen Häufigkeitsverteilung der Wahrnehmungsschwelle, gepoolt über die drei Gruppen und Vergleich mit derjenigen

der Stichprobe aus der Allgemeinbevölkerung. Wegen der bekannten tieferen Wahrnehmungsschwelle von Frauen im Vergleich zu Männern wurden die beiden Geschlechter erst getrennt analysiert. Die Resultate der Frauen wurden danach durch 0.77 geteilt, um die Ergebnisse der verschiedenen Kollektive vergleichbar zu machen. Da die Höhe der Wahrnehmungsschwelle keine Normalverteilung zeigte, wurden zum Gruppenvergleich nicht parametrische Tests angewendet (Mann-Whitney und Kolmogorov-Smirnov).

Resultat: Die Medianwerte der kumulierten Häufigkeitsverteilung der Wahrnehmungsschwellen lagen für die Stichprobe der Allgemeinbevölkerung bei 313 μA , für die Gruppe 1 bei 321 μA , für Gruppe 2 bei 188 μA und für Gruppe 3 bei 121 μA . Die Wahrnehmungsschwelle der Gruppe 1 (Selbsthilfegruppe) unterschied sich nicht von derjenigen der Stichprobe aus der Allgemeinbevölkerung. Die Wahrnehmungsschwellen der Gruppen 2 und 3 lagen signifikant tiefer als diejenigen der Allgemeinbevölkerung. 44% der Gruppe 2 und 60% der Gruppe 3 hatten eine tiefere Schwelle als 68% (Median plus eine Standardabweichung) aller Personen der Stichprobe der Allgemeinbevölkerung.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die Spanne der Wahrnehmungsschwelle in Gruppen mit berichteter elektromagnetischer Hypersensibilität gross ist und zum Teil stark mit derjenigen in der Allgemeinbevölkerung überlappt. Personen mit erhöhter Feldwahrnehmung kommen in solchen Gruppen aber häufiger vor als in der Allgemeinbevölkerung. Zur Messung der individuellen Wahrnehmungsschwelle genügt eine einzige Messung kaum.

Bemerkungen: Es werden keine Symptome untersucht, Aussagen über kausale Beziehungen der geklagten Beschwerden zu elektromagnetischen Feldern sind nicht möglich. Es ist offen, ob die Ergebnisse dieser Studie auch auf Elektrosensitivität gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (wie z.B. beim Mobilfunk) übertragbar sind. Die Gruppe 3, welche ihre Schlafstörungen auf Mobilfunkbasisstationen zurückführt, hatte den höchsten Anteil an Personen mit sehr niedriger Wahrnehmungsschwelle. Die Autoren vermuten, dass der allgemeine Zustand des Nervensystems eine wichtige Rolle spielt.

Finanzierung: Österreichisches Bundesamt für Landwirtschaft, Wald, Umwelt und Wasser; Bundesamt für Verkehr und Technologie; Schwedischer Rat für Lebensarbeitsforschung.

Mortazavi SMJ, Ahmadi J, Shariati M.

Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (4): 326-330

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Querschnitterhebung an iranischen Studierenden zur Untersuchung der Häufigkeit von unspezifischen Beschwerden bei jungen gesunden Personen und ihrer Zuschreibung zur Benutzung von Geräten, welche hochfrequente elektromagnetische Felder emittieren.

Kollektiv: 175 männliche und 343 weibliche Studierende an einer medizinischen und einer naturwissenschaftlichen Hochschule in Iran. Die Teilnehmer wurden unter den Bewohnern von Studentenheimen rekrutiert.

Exposition: Befragung nach der Verwendung von Bildschirmen (nur Kathodenstrahlröhren, Dauer in Minuten pro Tag in den letzten 3 Monaten, kategorisiert als oft oder immer - manchmal - nie). Benutzung von Schnurlostelefonen oder Mobiltelefonen (Marke, Verwendung mehr als 30s in den letzten 3 Monaten).

Methode: Die Studierenden wurden im Frühling 2005 mit einem Fragebogen nach ihrem Alter, Geschlecht, beruflicher Richtung, medizinischer Anamnese, nach der Verwendung von Bildschirmen, Schnurlostelefonen, Mobiltelefonen und nach den unspezifischen Symptomen Kopfschmerzen, Schwindel, Muskelschmerzen, Herzklopfen, Müdigkeit, Ohrensausen, Konzentrationsschwierigkeiten, Aufmerksamkeitsstörungen, Nervosität und lumbalen Schmerzen gefragt. Die Prävalenz der Symptomangaben wurde zwischen Männern und Frauen und zwischen den Benutzern von Bildschirmen, Schnurlos- und Mobiltelefonen und Nichtbenutzern mit dem Fischer Exact-Test verglichen.

Resultat: 66.2% der Teilnehmenden waren Frauen, 33.8% Männer. 26% der Frauen und 38.2% der Männer verwendeten ein Mobiltelefon, 36% beider Geschlechter ein Schnurlostelefon. 47.1% der Frauen und 74.3% der

Männer benutzten einen Bildschirm mit Kathodenstrahlröhre. Am häufigsten wurden von den Frauen Kopfschmerzen angegeben (60%), bei den Männern waren nur 14.1% davon betroffen. Die Männer gaben am häufigsten Müdigkeit (29.1%), Aufmerksamkeitsprobleme (28.6%) und Konzentrationsschwierigkeiten (27.4%) an. Signifikant häufiger gaben die Frauen neben Kopfschmerzen auch Schwindel und Nervosität an, signifikant weniger häufig Muskelschmerzen.

Personen, welche ein Schnurlostelefon verwendeten, gaben häufiger Konzentrationsschwierigkeiten (31.6%) und Aufmerksamkeitsstörungen (30.4%) an als Personen ohne Schnurlostelefon. Bei den übrigen Symptomen und bei Personen mit Bildschirmarbeit oder mit Mobiltelefonen gab es keine Unterschiede in der Beschwerdehäufigkeit.

Schlussfolgerung: Die Autoren erklären den fehlenden Zusammenhang zwischen selbst berichteter Belastung und Beschwerden mit dem Desinteresse der iranischen Massenmedien an diesem Thema.

Bemerkungen: Die Studie war nicht darauf angelegt, einen kausalen Zusammenhang zwischen Beschwerden und hochfrequenten Feldern von Geräten zu untersuchen, sondern die Attribution von Beschwerden zu hochfrequenten Feldern in der iranischen Bevölkerung. In den Auswertungen fehlen Angaben zur Häufigkeit der Beschwerden bei Personen ohne Benutzung von Schnurlostelefonen, Bildschirmen oder Mobiltelefonen. Es wurden einfache Vergleiche vorgenommen, keine multivariaten Analysen, nicht einmal eine Schichtung der Ergebnisse nach Geschlecht.

Finanzierung: keine Angaben

Martens L.

Electromagnetic safety of children using wireless phones: a literature review..

Bioelectromagnetics 2005; Suppl 7: S133-S137

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Studien, welche eine mögliche höhere Empfindlichkeit von Kindern auf hochfrequente Felder von Mobiltelefonen infolge von anatomischen, biophysikalischen oder biochemischen Unterschiede zum Erwachsenenorganismus untersucht haben; Formulierung von Forschungsempfehlungen.

Kollektiv: vorwiegend Studienergebnisse aus dem COST281-Projekt.

Methode: Narrative Aufzählung von Studienergebnissen zu Unterschieden zwischen Kindern und Erwachsenen in der Anatomie, in Bezug auf biophysikalische und biochemische Eigenschaften, von Unterschieden bei dielektrischen Eigenschaften und der spezifischen Absorptionsrate (SAR). Präsentation von Resultaten von Studien an Kindern oder Jungtieren zu biologischen Effekten und kognitiven Funktionen.

Resultat: Bis jetzt kann auf Grund der verfügbaren Ergebnisse nicht geschlossen werden, dass Kinder stärker oder schwächer auf hochfrequente Felder von mobilen Telefonen empfindlich seien. Die Ergebnisse sind immer noch inkonsistent, was die Absorption der Energie im Kopf von Kindern und Erwachsenen anbetrifft. Die meisten experimentellen Studien zeigen keine Auswirkungen der elektromagnetischen Strahlung von schnurlosen Apparaten auf die Entwicklung von Tieren und die kognitiven Funktionen von Kindern. Ergebnisse von wichtigen laufenden Studien könnten aber definitivere Aussagen ermöglichen. Es wird empfohlen, Untersuchungen an Kindern nach einheitlicheren Protokollen durchzuführen.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Übersicht.

Finanzierung: COST281

Barnett J, Timotijevic L, Shepherd R, Senior V.

Public responses to precautionary information from the Department of Health (UK) about possible health risks from mobile phones..

Health Policy 2007; 82: 240-250

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Risikowahrnehmung
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone		
	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa
<u>Studientyp:</u>		

Zusammenfassung

Ziel: Repräsentative Querschnittstudie im Vereinigten Königreich zur Untersuchung, ob eine vom Gesundheitsdepartement erstellte und verbreitet öffentlich erhältliche Broschüre über die möglichen Risiken von Mobiltelefonen wahrgenommen wurde, ihre Herkunft und der in ihr dargestellte vorsorgliche Ansatz zur Risikominimierung bei ungewissem Risiko verstanden wurde, und ob dieser vorsorgliche Ansatz eher zu höherer Besorgnis führt oder beruhigt.

Kollektiv: 1742 Personen von 18 und mehr Jahren (Durchschnitt 47 J.) in ganz Grossbritannien (65% der Angesprochenen).

Methode: Im November 2004 wurden die Teilnehmenden in einem direkten Interview mit 19 Fragen über die Broschüre befragt: Ob sie die Broschüre kennen, ob die 3 von 8 vorgegebenen Ratschläge von der Behörde empfohlen werden (Gespräch kurz halten, Kinder sollen unnötige Anrufe vermeiden, sich bei Neukauf nach SAR-Werten erkundigen), wie häufig sie ein Mobiltelefon benutzten, wie stark sie besorgt seien, nach ihrem Vertrauen in die Behörden, und ob die drei Anweisungen zur Verminderung des Risikos sie verunsicherten oder beruhigten (Skala mit 5 Kategorien). Der Einfluss von soziodemographischen und psychosozialen Faktoren wurde mit Chi-Quadrat- und T-Tests geprüft. Logistische Regressionsanalyse zur Identifikation der besten Prädiktoren für die korrekte Angabe der drei Fragen. Multivariate Varianzanalyse zur Untersuchung der Beziehung zwischen der Besorgnis über die Ungewissheit der Risiken, den richtigen Antworten bezüglich der drei Fragen und den Antworten zum vorsorglichen Ansatz der Behörden zur Risikominimierung. Berücksichtigte Einflussfaktoren: Alter, Schulbildung, Häufigkeit der Mobiltelefonverwendung, Eltern eines Kindes

Resultat: 15% haben die Broschüre irgendwo gesehen, ein grösserer Teil von denjenigen, welche selbst ein Mobiltelefon benutzen. 31% haben den Rat, das Gespräch kurz zu halten, richtig identifiziert, 26% den Rat, dass

Kinder auf unnötige Gespräche verzichten sollten. Nur 9% konnten den Rat bezüglich SAR-Werte beim Neukauf richtig identifizieren. 23% gab an, keiner der Ratschläge sei in der Broschüre aufgeführt, 53% ordnete keinen der Ratschläge richtig zu. Für 44% der Antwortenden war der Rat, die Gespräche kurz zu halten mit leicht oder stark erhöhter Besorgnis verbunden, für 24% mit Beruhigung, für 48% war der Rat zur Vermeidung unnötiger Gespräche bei Kindern mit mehr Besorgnis assoziiert, für knapp 30% mit mehr Beruhigung. Alle Zielgrößen waren praktisch unabhängig von den soziodemographischen Faktoren.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die vorsorglichen Ratschläge eher zu grösserer Besorgnis führten als zu Beruhigung. Eine grössere Bekanntheit solcher Broschüren könnte durch Beilage zu jedem neu gekauften Telefon erreicht werden.

Bemerkungen: Es wird nicht angegeben, wieviele der Antwortenden grundsätzlich wegen der Mobiltelefonie besorgt sind, d.h. auf welchem Informations- und Besorgnisniveau die Broschüre einsetzt. Dazu hätte man diejenigen, die nicht wussten, dass es eine solche Broschüre gab, mit den übrigen vergleichen müssen.

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research-Programm der Independent Expert Group on Mobile Phones (Experten von Universitäten, Industrie und Behörden)

Mezei G, Benyi M, Muller A.

Mobile phone ownership and use among school children in three Hungarian cities.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (4): 309-315

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Querschnitterhebung bei ungarischen Primarschulkindern zur Untersuchung, wieviele in diesem Alter ein Mobiltelefon besitzen und wie oft sie es benutzen.

Kollektiv: 1301 Viertklässler aus 24 Schulen in drei Städten in Ungarn, 97% davon 10 bis 11 Jahre alt.

Exposition: Schriftlicher Fragebogen nach Telefonbesitz, mehrmaligem Telefonieren pro Woche, mehrmaligem SMS-Schicken pro Woche.

Methode: Im April 2005 wurde ein Fragebogen an die Schulkinder verteilt, in dem nach dem Besitz eines Mobiltelefons und der Häufigkeit seiner Verwendung, nach der zu Hause mit Fernsehen, mit Computer spielen verbrachten Zeit, Sport, Übergewicht, dem Schulweg (Dauer, Verkehrsmittel) und nach der Zeit, in der sie zu Bett gehen, gefragt wurde. Die Lehrpersonen wurden nach der Anzahl Kinder pro Klasse, nach sozial benachteiligten Kindern und nach ihrer Haltung zur Mobiltelefonverwendung, auch in der Schule befragt. Die Antworten wurden mit Chi-Quadratstest verglichen, bzw., mit logistischer Regressionsanalyse auf ihren Zusammenhang mit den soziodemographischen und Lebensstilfaktoren untersucht.

Resultat: 76% der Kinder besaßen ein Mobiltelefon, 26% seit diesem, 29% seit dem letzten Schuljahr. 24% nutzen ihr Telefon täglich für Gespräche, weitere 33% brauchen es mehrmals pro Woche für Gespräche. 5% schickt täglich ein SMS und weitere 24% schicken mehrmals pro Woche SMS. Mädchen und Einzelkinder besaßen häufiger ein Mobiltelefon und verwendeten es auch häufiger. Eine enge Beziehung zeigte sich zwischen dem Fernsehkonsum oder Computerspielen und regelmässiger Mobiltelefonverwendung. Auch Mitglieder von

Sportvereinigungen telefonierte häufiger mobil. Spätes Zubettgehen war auch mit häufigerer Mobiltelefonverwendung assoziiert. Wenn sich mehr als 10 sozial benachteiligte Kinder in einer Klasse befanden, wurde weniger häufig mobil telefoniert.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die Prävalenz der Mobiltelefonverwendung bei ungarischen Schulkindern sehr hoch ist, höher als in einer vergleichbaren Untersuchung in Deutschland.

Paglialonga A, Tognola G, Parazzini M, Lutman ME, Bell SL, Thuroczy G, Ravazzani P.
Effects of mobile phone exposure on time frequency fine structure of transiently evoked otoacoustic emissions.
J Acoust Soc Am 2007; 122 (4): 2174-82

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Experimentelle Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die transitorischen evozierten otoakustischen Emissionen (TEOAE) als Indikator für die Funktion der äusseren Haarzellen des Innenohrs.

Kollektiv: 27 Probanden von 23 bis 30 Jahren mit normalem Hörvermögen, davon 12 Frauen.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6310) in Gesprächsposition, bei maximaler Leistung während 10 Minuten. Für die Exposition wurde das Ohr mit dem besseren Hörvermögen gewählt. Eine Hälfte der Probanden erhielt ein Telefon mit 900 MHz und maximaler Sendeleistung von 2 W, die andere mit 1800 MHz und 1 W. Während der Exposition hörten die Probanden über Ohrhörer einen Text in normaler Gesprächslautstärke. Die spezifische Absorptionsrate betrug 0.41 W/kg (900 MHz) resp. 0.19 W/kg (1800 MHz).

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Probanden wurden real- und scheinexponiert. Der Abstand zwischen den Expositionen betrug mindestens 24 Stunden. Die Aufzeichnung der transitorischen evozierten otoakustischen Emissionen (TEOAE) nach Klickreizen erfolgte nur am exponierten Ohr, direkt vor und nach der zehnminütigen Expositionsphase. Zusätzlich hörten die Probanden während der Exposition über Ohrhörer einen Text. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen.

Resultat: Beim Vergleich der TEOAEs vor und nach der Exposition ergaben die Varianzanalysen weder in Bezug auf die Amplitude noch auf die Latenzzeiten statistisch signifikante Unterschiede zwischen Scheinexposition und Mobiltelefonexposition (alle $p > 0.05$). Das galt sowohl für die Breitbandauswertung als auch für die einzelnen Frequenzbänder.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Resultate als Evidenz gegen eine messbare Auswirkung der

Mobiltelefonexposition auf die direkt im Anschluss daran gemessenen transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine Auswertung im Rahmen des europäischen GUARD-Projekts, in dem die wesentlichen methodischen Kriterien beachtet wurden. In der Publikation nicht erwähnt wird, ob die Reihenfolge der Expositionen ausgeglichen war. Zudem wurden zwei verschiedene Expositionssignale verwendet, die Auswertung erfolgte aber offenbar für beide Signale gemeinsam. Etwas unklar ist auch die Anzahl an Probanden in den einzelnen Analysen, daher auch die Frage nach der statistischen Power. In früheren Studien der GUARD-Forschungsgruppe kamen zu ähnlichen Ergebnissen: Parazzini et al. 2005, Uloziene et al. 2005 und Parazzini et al. 2007.

Finanzierung: European Commission Project GUARD

Parazzini M, Brazzale AR, Paglialonga A, Tognola G, Collet L, Moulin A, Lutman ME, Bell SL, Thomas NA, Uloziene I, Uloza V, Thuroczy G, Tavartkiladze G, Tsalighopoulos M, Kyriafinis G, Ravazzani P.

Effects of GSM Cellular Phones on Human Hearing: The European Project "GUARD".

Radiat Res 2007; 168 (5): 608-613

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Multizentrische Studie im Rahmen eines Forschungsprogramms der Europäischen Kommission zu Auswirkungen der GSM-Mobiltelefon-Exposition auf das Gehör (GUARD-Projekt). Die Publikation enthält die gepoolten Resultate, vorläufige Ergebnisse sind publiziert in: Parazzini et al. 2005 und Uloziene et al. 2005.

Kollektiv: Insgesamt wurden 169 Probanden mit normaler Hörfähigkeit im Alter von 18 bis 30 Jahren getestet. An den verschiedenen Funktionstests nahm jeweils eine unterschiedliche Anzahl der Probanden teil.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Nokia 6310) in Gesprächsposition, bei maximaler Leistung während 10 Minuten. Für die Exposition wurde das Ohr mit dem besseren Hörvermögen gewählt. Eine Hälfte der Probanden erhielt ein Telefon mit 900 MHz und maximaler Sendeleistung von 2 W, die andere mit 1800 MHz und 1 W. Während der Exposition hörten die Probanden über Ohrhörer einen gesprochenen Text in normaler Gesprächslautstärke. Die spezifische Absorptionsrate gemittelt über 1 g Gewebe betrug 0.41 W/kg (900 MHz) resp. 0.19 W/kg (1800 MHz).

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Probanden wurden real- und scheinexponiert, die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. Der Abstand zwischen den Expositionen betrug mindestens 24 Stunden. Die audiometrische Untersuchung (Hörschwelle) und die Aufzeichnung der transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen erfolgte unmittelbar vor und nach der Mobiltelefonexposition. Das otoakustische Verzerrungsprodukt wurde unter drei verschiedenen Reizbedingungen getestet. Dabei wurden akustische Reize verschiedener Frequenzen verwendet und das Frequenzverhältnis variiert. Zusätzlich wurde mit Klickgeräuschen die auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale untersucht. Die statistische Auswertung für alle Tests erfolgte mittels zweiseitigem t-Test für gepaarte Daten unter Verwendung einer Bonferroni-Korrektur für multiple Vergleiche.

Resultat: Die Auswertung der Hörschwellen-Mittelwerte ergab insgesamt einen Trend zu höheren Hörschwellen bei beiden GSM-Expositionen (n=118). Statistisch signifikant war der Unterschied für die Frequenz von 500 Hz (n=89; p=0.008). Bei separater Analyse bestand der Unterschied nur noch für das 900-MHz-Signal (p=0.007), nach Korrektur für multiple Testung war er nicht mehr signifikant. Der Vergleich der transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen ergab keine expositionsabhängigen Unterschiede (n=88 bis 118). Für das otoakustische Verzerrungsprodukt wurde bei 1800-MHz-Exposition eine statistisch signifikante Differenz beobachtet (n=30; p=0.024), die nach Korrektur ebenfalls nicht mehr signifikant war. In Bezug auf die auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale (n=20) zeigte sich für eine von drei Stimulationsarten ein signifikanter Unterschied im Amplitudenshift der Welle V beim 900-MHz-Signal (p=0.045).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass eine zehnminütige Mobiltelefonexposition mit 900 oder 1800 MHz keine Auswirkungen auf die wichtigsten Untersuchungsparameter des Hörsystems hat. Die beobachteten sporadischen Unterschiede bei Mobiltelefonexposition im Sinne einer Funktionsverschlechterung interpretieren sie als Zufallsbefunde. Sie weisen darauf hin, dass die Veränderungen innerhalb der physiologischen Schwankungsbreite lagen (< 2 dB).

Bemerkungen: Das Studiendesign erfüllt die wesentlichen methodischen Anforderungen. Die Resultate werden allerdings nur summarisch präsentiert, u. a. fehlt die Anzahl an Probanden pro Expositionssignal. Ebenfalls unklar ist, für welche Anzahl die Berechnung der statistischen Power erfolgte. In einigen Tests wurden trotz kleiner Teilnehmergruppen signifikante Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition beobachtet.

Finanzierung: European Commission (GUARD project: Potential adverse effects of GSM cellular phones on hearing)

Parazzini M, Tognola G, Franzoni C, Grandori F, Ravazzani P.

Modeling of the internal fields distribution in human inner hearing system exposed to 900 and 1800 MHz.

IEEE Trans Biomed Eng 2007; 54 (1): 39-48

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Modellierung der Verteilung des elektrischen und magnetischen Feldes im Innenohr bei Mobiltelefonexposition mit GSM-Signalen von 900 und 1800 MHz.

Exposition: Als mobiltelefonähnliche Expositionsquelle diente eine Lambda-Viertel-Monopolantenne, die auf einer Metallbox angebracht war. Die Sendeleistung der Antenne betrug 1 W, der Abstand zum Ohr 1.5 cm.

Methode: Modellierung der Befeldung des Innenohrs (Cochlea und Vestibularapparat) anhand eines realistischen, MRI-basierten Innenohrmodells. Die Berechnung der Intensitäten und der spezifischen Absorptionsrate (SAR) erfolgte mittels Finiter Integrationstechnik.

Resultat: Bezogen auf das ganze Vestibularsystem lagen die durchschnittlichen spezifischen Absorptionsraten im exponierten Innenohr für 900 MHz bei 1137 mW/kg, für 1800 MHz bei 304 mW/kg. Für das Vestibulum ergaben sich Werte von 626 resp. 178 mW/kg, für die Cochlea von 486 resp. 145 mW/kg. Die Variabilität der SAR war bei Exposition mit 1800 MHz grundsätzlich grösser als bei 900 MHz.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Verteilung der elektrischen und magnetischen Felder für beide Signalarten ähnlich war. Das Gleichgewichtsorgan war lokalisationsbedingt stärker exponiert als die Innenohrschnecke (Cochlea). In der Cochlea waren basale und apikale Bereiche stärker exponiert als mittlere Areale. Sie weisen auf die Notwendigkeit einer gewebespezifischen und /oder organbezogenen Dosimetrie hin.

Bemerkungen: Die im Modell verwendete Sendeleistung ist höher als bei regulären Mobiltelefonen im Normalgebrauch (bei 900 MHz durchschnittlich 250 mW, bei 1800 MHz durchschnittlich 125 mW).

Finanzierung: European Project GUARD; National Project ALERT

Tognola G, Parazzini M, Sibella F, Paglialonga A, Ravazzani P.
Electromagnetic interference and cochlear implants.
Ann Ist Super Sanita 2007; 43 (3): 241-7

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Geräte, die aufgrund elektromagnetischer Interferenzen zu Funktionsstörungen von Cochlea-Implantaten führen könnten. Ein Cochlea-Implantat ist eine Hörprothese, die ins Innenohr eingesetzt wird.

Exposition: Es werden verschiedene Expositionsquellen besprochen: Magnetresonanztomographie (MRI), Radiotherapie, elektrostatische Entladungen, chirurgische oder zahnärztliche Geräte und Mobiltelefone.

Methode: Narrative Zusammenstellung von Studienergebnissen zur elektromagnetischen Interferenz.

Resultat: Im Zusammenhang mit der Anwendung elektrischer Geräte in der Medizin kommt es häufig zu Interferenzen mit Cochlea-Implantaten. Durch technische Verbesserungen wird versucht, die Empfindlichkeit der Hörprothesen vor allem gegenüber MRI-Belastungen zu vermindern. Auch bei der Benutzung von Mobiltelefonen können Interferenzen auftreten. Das sollte ebenfalls bei der Entwicklung und Verbesserung der Hörprothesen berücksichtigt werden.

Finanzierung: keine Angaben

Keow MA, Radiman S.

Assessment of radiofrequency/microwave radiation emitted by the antennas of rooftop-mounted mobile phone base stations.

Radiat Prot Dosimetry 2006; 121 (2): 122-7

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Leistungsflussdichte von Mobilfunkbasisstationen in Malaysia.

Exposition: 47 Mobilfunkbasisstationen in Kuala Lumpur und den Staaten Selangor und Perak, die zufällig ausgewählt wurden. Gemessen wurden Signale mit Frequenzen zwischen 800 MHz und 2.5 GHz.

Methode: Die insgesamt 200 Messungen erfolgten im Mai und Juni 2005 zwischen 8 und 12 Uhr. An jeder Basisstation wurden mehrere Messungen in verschiedenen Entfernungen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt und daraus Durchschnittswerte berechnet.

Resultat: Die Leistungsflussdichten in der Umgebung der Basisstationen variierten sehr stark (räumlich und zeitlich). An einer Basisstation wurden in einer Entfernung von 70 m die höchsten Werte gemessen, die im Mittel bei ca. 2000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ lagen. In kleineren und grösseren Distanzen ergaben sich niedrigere Werte, z.B. ca. 500 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bei 150 m und bei 40 m. Es zeigten sich wenig Unterschiede zwischen Basisstationen in dicht besiedelten Gebieten und in weniger dicht besiedelten Regionen (Mittelwerte jeweils bis ca. 2000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$).

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die Leistungsflussdichten in der Umgebung der Mobilfunkbasisstationen unter den internationalen Grenzwerten lagen. Zur Untersuchung möglicher Gesundheitsrisiken empfehlen sie weitere Studien.

Bemerkungen: Die Darstellung der Messergebnisse ist mangelhaft. Teilweise werden die Werte im Text einer einzelnen Antenne zugeordnet, in den Tabellen aber als Durchschnittswerte aller Antennen dargestellt. Auch die Einheiten sind unterschiedlich ($\mu\text{W}/\text{m}^2$ oder $\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Unklar ist auch, warum Werte über 1999 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ nicht

genau angegeben werden, sondern lediglich als $>1999 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Insgesamt sind die Messwerte wenig aussagekräftig.

Finanzierung: keine Angaben

Hours, M, Montestrucq, L, Arslan, M, Bernard M, El Hadjimoussa, H, Vrijheid, M, Deltour, I, Cardis, E. Validation des outils utilisés pour la mesure de la consommation téléphonique mobile dans l'étude INTERPHONE en France. [Validation of the questionnaire used in the INTERPHONE Study: Measuring mobile telephone use in France.]. Environnement, Risques & Santé 2007; 6 (2): 101-109

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Studiendesign, Statistik

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich zwischen den Angaben der Studienteilnehmer zu ihrer Mobiltelefonbenutzung und den Daten der Mobilfunkanbieter.

Kollektiv: 73 Teilnehmer am französischen Teil der multizentrischen Fall-Kontrollstudie INTERPHONE, davon 47 Männer. Es handelte sich nicht um eine repräsentative Stichprobe aus der Studienpopulation, unter anderem waren keine Arbeiter oder Landwirte beteiligt.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Die Daten der Mobilfunkanbieter stammten aus dem Zeitraum zwischen Oktober 2000 und März 2001, die Fragebogenerhebung erfolgte von Mai bis Juli 2001 und von Mai bis August 2002. Für den statistischen Vergleich der mittleren Benutzungszeiten (Teilnehmerschätzung vs. Betreiberdaten) wurden Student-t-Tests verwendet, die Übereinstimmung wurde anhand von Kappa-Koeffizienten beurteilt. Zur Untersuchung der Einflussfaktoren diente eine logistische Regression.

Resultat: Die Anzahl der Gespräche pro Monat wurde von den Teilnehmern nur wenig überschätzt, der Unterschied zwischen ihren Angaben und den Betreiberdaten war statistisch nicht signifikant (195.6 +/- 251.5 vs. 162.6 +/- 150.9, $p > 0.05$). Die durchschnittliche Gesamtdauer aller Gespräche überschätzten die Teilnehmer dagegen deutlich: 16.4 Stunden vs. 6.3 Stunden pro Monat, $p < 0.01$). Für beide Parameter ergaben sich schlechte Korrelationswerte und eine starke interindividuelle Variabilität. Faktoren wie Alter, Geschlecht oder Beruf der Teilnehmer hatten keinen Einfluss auf die Validität der Schätzungen.

Schlussfolgerung: In Befragungen von Studienteilnehmern halten die Autoren die Anzahl der Telefonate pro

Monat für einen zuverlässigeren Indikator der Mobiltelefonbenutzung als die durchschnittliche Dauer der Gespräche.

Bemerkungen: Weitere Ergebnisse von Validierungsstudien im Rahmen des Interphone-Projekts sind publiziert in Samkange-Zeeb et al.: Validation of self-reported cellular phone use. J Expo Anal Environ Epidemiol 2004: 14 (3), 245-8, und Parslow et al.: Recall of past use of mobile phone handsets. Radiat Prot Dosimetry 2003: 106 (3), 233-40 und Vrijheid et al.: Validation of short term recall of mobile phone use for the Interphone study. Occup Environ Med 2006: 63 (4), 237-243. In der Studie von Parslow et al. zeigte sich eine bessere Korrelation für die Gesprächsdauer, bei Samkange-Zeeb et al. war die Übereinstimmung für die Anzahl der Gespräche grösser. Diese Resultate werden in der vorliegenden Publikation nicht diskutiert. Die im Text aufgeführten Ergebnisse lassen sich anhand von Tabelle 1 nicht nachvollziehen.

Finanzierung: European Fifth Framework Program, International Union against Cancer (mit Funding von Mobile Manufacturers' Forum und GSM Association); Association pour la recherche sur le cancer (ARC); 3 Mobilfunkanbieter: Orange, SFR, Bouygues-Telecom.

Erdreich LS, Van Kerkhove MD, Scrafford CG, Barraj L, McNeely M, Shum M, Sheppard AR, Kelsh M.
Factors that influence the radiofrequency power output of GSM mobile phones.
Radiat Res 2007; 168 (2): 253-61

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Identifizierung von Faktoren, die das Ausmass der Exposition durch Mobiltelefonbenutzung beeinflussen.

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden über bestimmte Institutionen rekrutiert, u.a. an einer Gemeindeschule, einer sozialen Einrichtung und einer technischen Beratungsfirma.

Exposition: GSM-Mobiltelefone mit modifizierter Software (Motorola Timeport P7389), die die Aufzeichnung von Sendecharakteristika erlaubte. Signalfrequenz: 1900 MHz.

Methode: Die Studie fand im Jahr 2004 in drei amerikanischen Regionen statt: Central New Jersey (Kleinstadtcharakter), New York City (dicht besiedelt, Grossstadt) und San Francisco Bay (gemischt städtisch/vorstädtisch). Die Parameter der Mobiltelefonbenutzung wurden mit Hilfe von Fragebögen, Logbüchern und modifizierter Software über einen Zeitraum von fünf Tagen erfasst. Als Zielvariable diente die mittlere Energieleistungsrate pro Minute (in J/min), die aus der Sendeleistung und der Gesprächsdauer errechnet wurde ($1 \text{ J} = 1 \text{ W/s}$). Der Einfluss verschiedener Verhaltens- und Umgebungsfaktoren auf die Energieleistungsrate wurde mittels Varianzanalysen und multivariater Regression evaluiert.

Resultat: Insgesamt wurden 2537 Anrufe von 53 Personen ausgewertet. Als stärkster Einflussfaktor wurde die Studienregion identifiziert: Die mittlere Energieleistungsrate war in den Städten in Central New Jersey fast doppelt so hoch wie in New York City und San Francisco Bay. Den zweitgrössten Einfluss hatte die Situation während des Anrufs. Dabei zeigte sich überraschenderweise eine höhere Exposition bei Telefonaten, die nicht in Bewegung, sondern stationär an einem Ort erfolgten (22.8 vs. 32.6 J/min; $p < 0.001$). Ausserdem bestand bei Mobiltelefongesprächen in Innenräumen eine höhere Energieleistungsrate als aussen (34.4 vs. 23.5 J/min; $p < 0.001$). In städtischen Regionen war die Exposition geringer als in vorstädtischen Bezirken (28.9 vs. 32.4

J/min; $p < 0.001$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Studienregion zwar der wichtigste Einflussfaktor ist, aber nur ungefähr 6% der Variabilität in den Expositionswerten erklärt. Insgesamt handelt es sich um eine Überschätzung der tatsächlichen Exposition, weil die automatische Sendeleistungskontrolle durch die Mobiltelefone bei guten Übertragungsbedingungen (DTX) nicht berücksichtigt werden konnte.

Bemerkungen: Da die in den Aufzeichnungen registrierte Dauer der Telefonanrufe gut mit der kumulativen Exposition korrelierte, scheint sie als Näherungswert für epidemiologische Studien weiterhin brauchbar zu sein. Nach Möglichkeit sollten aber die hier untersuchten Einflussfaktoren berücksichtigt werden (Region, Ort und Bewegung während des Telefonats sowie Benutzung von Freisprechanlagen).

Finanzierung: Cellular Telephone and Internet Association (CTIA)

Stefanics G, Kellenyi L, Molnar F, Kubinyi G, Thuroczy G, Hernadi I.
Short GSM mobile phone exposure does not alter human auditory brainstem response.
BMC Public Health (online publication) 2007; 7: 325

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Experimentelle Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die akustisch evozierten Hirnstammpotenziale.
Nachfolgestudie von Kellenyi et al., Effects of mobile GSM radiotelephone exposure on the auditory brainstem response (ABR). Neurobiology (Bp) 1999; 7 (1), 79-81. In dieser Studie war nach 15-minütiger Mobiltelefonexposition eine Verzögerung der Welle V beobachtet worden.

Kollektiv: 15 Männer und 15 Frauen (24 +/- 5 Jahre) ohne Hörschädigungen. Drei Datensätze mussten wegen ausgeprägter Muskelartefakte von der Analyse ausgeschlossen werden. Daher beruhen die Resultate auf 13 exponierten und 14 oder 15 scheinexponierten Personen.

Exposition: Mobiltelefon (Nokia 6310) mit einer konstanten Sendeleistung von 2 W, Expositionsdauer: 10 Minuten. Das Telefon befand sich in normaler Gesprächsposition in einem Plastikhelm. Im Abstand von 3 cm betrug die maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) bei 900 MHz 0.41 W/kg.

Methode: Doppelblindstudie. 15 Personen wurden scheinexponiert, 15 real exponiert. Die Reihenfolge war ausgeglichen. Es wurden drei Arten von akustischen Stimuli appliziert: Verdichtung, Vereinzelung und alternierende Klickgeräusche im Abstand von 100 µs. Für jeden Stimulus wurden zweimal 2048 Klickreize eingesetzt. Die evozierten Hirnstammpotenziale wurden vor und direkt nach der Exposition mittels EEG-Ableitungen registriert. Die Auswirkungen der Exposition auf die Wellen I, III und V wurden in gepaarten Student-t-Tests untersucht.

Resultat: Die Auswertungen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Latenzzeiten der Hirnstammpotenziale vor und nach der Exposition. Das galt sowohl für die Gruppe mit Mobiltelefonexposition als auch bei Scheinexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keine signifikanten Effekte der zehnminütigen Mobiltelefonexposition auf die Latenzen der Wellen I, III und V der akustisch evozierten Hirnstammpotenziale. Damit konnten die früheren Beobachtungen einer Latenzverzögerung (Kellenyi et al. 1999) nicht bestätigt werden.

Bemerkungen: Die Expositionszeit war fünf Minuten kürzer als in der Vorgängerstudie, insofern handelt es sich nicht um eine exakte Replikation. Da es sich nicht um eine Cross-over-Studie handelt, wurden nur je 13 bis 15 Teilnehmer exponiert resp. scheinexponiert. Es wird nicht diskutiert, ob die statistische Power für den Nachweis kleiner Unterschiede ausreichte. Insgesamt sprechen die bisher vorliegenden Studienresultate aber eher gegen akute Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das Hörsystem. Weitere Publikationen zu den Ergebnissen des GUARD-Projekts: Parazzini et al. 2005, Uloziene et al. 2005.

Finanzierung: GUARD Project of the European Commission.

Kellenyi L, Thuroczy G, Faludy B, Lenard L.

Effects of mobile GSM radiotelephone exposure on the auditory brainstem response (ABR).

Neurobiology (Bp) 1999; 7 (1): 79-81

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die auditorisch evozierten Hirnstammpotenziale.

Methode: Experimentelle Studie.

Resultat: Es zeigte sich eine statistisch signifikante Verzögerung in der Latenz der Welle V nach fünfzehnminütiger Mobiltelefonexposition um 0.207 ms.

Bemerkungen: Nachfolgestudie in Stefanics et al., BMC Public Health 2007, 7(1): 325ff (doi: 10.1186/1471-2458-7-325).

Bornkessel C, Schubert M, Wuschek M, Schmidt P.

Determination of the general public exposure around GSM and UMTS base stations.

Radiat Prot Dosimetry 2007; 124 (1): 40-47

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Bestimmung der Hochfrequenzexposition durch GSM- und UMTS-Basisstationen des Mobilfunks.

Exposition: GSM- und UMTS-Sendeanlagen in Deutschland.

Methode: Messungen und Simulationen resp. Berechnung der Feldstärken unter Berücksichtigung der zeitlichen und räumlichen Variationen. Es wurden verschiedene Basisstationen und Umgebungsszenarien modelliert.

Resultat: Die höchsten Messwerte lagen bei 5.4 V/m (78.3 mW/m²) für GSM und 5.1 V/m (69.3 mW/m²) für UMTS. Das entsprach 12.8 bzw. 8.4% des ICNIRP-Grenzwerts. Insgesamt ergab sich für das Szenario mit Mikrozellen die höchste Belastung, weil die Antennen nicht weit entfernt und niedriger montiert sind. Zur Simulierung der Exposition stehen verschiedene Computerprogramme zur Verfügung. Für Szenarien mit Sichtkontakt zur Basisstation ergaben alle Programme überwiegend gute Vorhersagen. Wenn kein Sichtkontakt bestand, waren nicht alle Programme gleich gut geeignet.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend halten die Autoren fest, dass GSM- und UMTS-Messungen mit geringer Messunsicherheit unter Feldbedingungen möglich sind. Die Messungen erfordern aber eine gute Ausrüstung und Qualitätskontrolle. Typischerweise lagen die Expositionen durch GSM- und UMTS-Basisstationen unter 2% des ICNIRP-Grenzwerts. Einflussfaktoren mit grösserer Bedeutung für die Exposition in der Umgebung sind die Orientierung in Bezug auf den Hauptstrahl und die Sichtverhältnisse.

Finanzierung: Bundesamt für Strahlenschutz und Bundesministerium für Umwelt im Rahmen des deutschen EMF-Forschungsprogramms.

Schubert M, Bornkessel C, Wuschek M, Schmidt P.

Exposure of the general public to digital broadcast transmitters compared to analogue ones.

Radiat Prot Dosimetry 2007; 124 (1): 53-57

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der Hochfrequenzexpositionen durch digitale und analoge Radio- und Fernsehsender in Deutschland.

Exposition: Exposition durch analoge Rundfunksender und Sender für terrestrischen Digitalrundfunk für Fernsehen und Radio (DVB-T und DAB).

Methode: Messkampagne und computergestützte Modellierung. An mehr als 300 Standorten in den Regionen München und Nürnberg wurden vor und nach der Einführung des Digitalfunks Messungen durchgeführt.

Resultat: Der höchste Expositionswert für die analoge Fernsehtechnik lag bei 0.9 mW/m², für die digitale Technik betrug sie 6.5 mW/m². Das entspricht 0.03 resp. 0.24 % des ICNIRP-Grenzwerts. In der Region Nürnberg betrug der Anstieg nach Einführung der digitalen Sender im Durchschnitt 6.8 dB, im Zentrum von München 6.5 dB.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Sendeleistung der Fernsehsender durch Einführung der neuen Technik (DVB-T) ansteigt. In der Umgebung dieser Sender kommt es zu einer Expositionszunahme, andere Regionen können aber durch Abschalten der analogen Sendeanlagen weniger stark exponiert sein als vorher. Ein neu entwickeltes Rechenprogramm ergab gute Schätzwerte mit Abweichungen von +/- 3 dB zu den Messwerten.

Finanzierung: Bundesamt für Strahlenschutz und Bundesministerium für Umwelt im Rahmen des deutschen EMF-Forschungsprogramms.

Söderqvist F, Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Ownership and use of wireless telephones: a population-based study of Swedish children aged 7-14 years.

BMC Public Health (online publication) 2007; 7 (105)

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Schnurlostelefone	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittserhebung zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen bei schwedischen Kindern.

Kollektiv: 1423 Kinder im Alter von 7 bis 14 Jahren aus sechs Regionen mit unterschiedlicher Bevölkerungsdichte, davon waren 49.8% Knaben. Die Teilnahmerate lag bei 71.2%.

Exposition: Zugang und Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen (DECT-Standard), drahtlosem Internet zu Hause oder in der Schule sowie von Kopfhörern mit Funktechnik. Als regelmässige Verwendung galten beim Mobiltelefon Gesprächszeiten von mindestens 2 Minuten pro Tag, beim Schnurlostelefon von mindestens 5 Minuten pro Tag.

Methode: Für jedes Altersjahr wurden aus dem schwedischen Bevölkerungsregister 125 Mädchen und 125 Knaben zufällig ausgewählt. Dadurch ergaben sich 2000 Kinder, an die im Oktober 2005 ein Fragebogen verschickt wurde. Neben der Benutzung von Mobilfunkgeräten wurden auch die körperliche Aktivität, der Fernsehkonsum und die Schlafgewohnheiten erfragt. Die Unterschiede im Benutzungsverhalten zwischen den Gruppen wurden in Chi-Quadrattests untersucht. Der Einfluss der Lebensstilfaktoren auf den Zugang zu Mobilfunkgeräten und den regelmässigen Gebrauch wurde mittels logistischer Regressionsanalyse evaluiert. Die Einflussfaktoren wurden einzeln für Alter, Geschlecht und Familieneinkommen korrigiert.

Resultat: Insgesamt gaben 79.1% der Kinder an, Zugang zu einem Mobiltelefon zu haben, 57.7% besaßen ein eigenes Gerät. Überwiegend handelte es sich um GSM-Telefone (n=917, 68.9%). Als regelmässige Benutzer bezeichneten sich 26.7% der Kinder (mind. 2 Minuten pro Tag). Bei den Mädchen waren es 31.8% und bei den Knaben 21.2% (p<0.001). Zugang zu einem Schnurlostelefon hatten 83.8% der Kinder. Insgesamt nahm die

Benutzung von beiden Geräten mit dem Alter zu und war bei den Mädchen häufiger. Die Regressionsanalyse ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Haushaltseinkommen und der Benutzung von Mobiltelefonen. Kinder mit Geschwistern benutzten seltener ein Mobiltelefon als Einzelkinder. Signifikant erhöhte Odds Ratios für den Mobiltelefongebrauch ergaben sich für Kindern mit stärkerem Fernsehkonsum (ab 60 Min./Tag), mehr körperlicher Aktivität (>14 h/Woche) und kürzeren Schlafzeiten (<7 h).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass Kinder in Schweden schon früh mit der Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen beginnen und die Benutzung mit zunehmendem Alter stark ansteigt. Die Gesprächszeit pro Tag war bei Mädchen länger als bei Knaben, und nur wenige Kinder benutzten ein Headset.

Bemerkungen: Zwei weitere Studien zur Mobiltelefonbenutzung bei Kindern stammen aus Ungarn und Deutschland (Mezei et al., 2007 und Schüz et al., 2005).

Finanzierung: Diverse schwedische Forschungsfonds

Connelly JM, Malkin MG.

Environmental risk factors for brain tumors.

Curr Neurol Neurosci Rep 2007; 7 (3): 208-214

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über aktuelle epidemiologische Studien zu den Ursachen von Gehirntumoren bei Erwachsenen und Kindern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Hoch- oder niederfrequente elektromagnetische Strahlung durch Mobiltelefonbenutzung oder im Beruf. Zusätzlich wurden andere Umweltexpositionen berücksichtigt.

Methode: Literatursuche nach Publikationen seit 2001 in der Datenbank "Ovid". Die Stichworte umfassten auch Chemikalien, Allergien, Rauchen und berufliche Expositionen. Die Ergebnisse einiger Studien zu den verschiedenen Expositionen und Tumortypen werden kurz zusammengefasst. Dabei werden auch Zusammenhänge zwischen elterlicher Exposition und Hirntumoren bei Kindern untersucht.

Resultat: Abgesehen von Röntgenstrahlung ist weiterhin kein Kausalzusammenhang zwischen Umweltexpositionen und dem Risiko von Gehirntumoren nachgewiesen. Die Studienergebnisse sind nicht eindeutig genug und skeptisch zu beurteilen. Interessant sind die protektiven Effekte, die im Zusammenhang mit Allergien und Autoimmunreaktionen beobachtet wurden.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen weitere Untersuchungen, insbesondere zur Identifizierung von molekularen Markern des Hirntumorrisikos. Hinsichtlich Mobiltelefonbenutzung kommen sie zu dem Schluss, dass wahrscheinlich nicht von einem Zusammenhang mit dem Hirntumorrisiko auszugehen sei.

Bemerkungen: Die Systematik der Literatursuche und der Übersichtsarbeit bleibt unklar. Als ein

Auswahlkriterium für Studien wird die "statistische Signifikanz" genannt. Es werden verschiedene Einflussfaktoren und Zielgrößen summarisch abgehandelt. Die Schlussfolgerung zur Mobiltelefonbenutzung stützt sich hauptsächlich auf die Ergebnisse der dänischen Kohortenstudie (Schüz et al. 2006). Bei der beruflichen Exposition der Eltern werden elektromagnetische Felder nicht berücksichtigt. Bezüglich des Hirntumorrisikos bei Erwachsenen werden lediglich Odds Ratios für verschiedene Berufsgruppen mit zahlreichen Umweltbelastungen aufgelistet.

Finanzierung: keine Angaben

Clark ML, Burch JB, Yost MG, Zhai Y, Bachand AM, Fitzpatrick CT, Ramaprasad J, Cragin LA, Reif JS. Biomonitoring of estrogen and melatonin metabolites among women residing near radio and television broadcasting transmitters.

J Occup Environ Med 2007; 49 (10): 1149-1156

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Melatonin und andere Hormone Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Physiologische oder biochemische Parameter Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen Hochfrequenzexposition in der Umgebung von Rundfunksendern und Hormonspiegeln bei Frauen. Auswertung von Daten der Expositionsstudie von Burch et al., Environ Health Perspect 2006: 114 (2), 248-53.

Kollektiv: Die Gesamtpopulation bestand aus 280 zufällig aus der Studienregion ausgewählten Personen (Alter: >8 J.), die in 161 verschiedenen Häusern in der Umgebung von Rundfunksendern in Denver im US-Bundesstaat Colorado lebten (Teilnahmrates: 64%). Die Studienteilnehmer wurden stratifiziert nach drei Expositionsregionen rekrutiert: hohe Belastung (>4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$), mittlere Belastung (0.5 bis 4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) und geringe Belastung (<0.5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$). Der Studienzeitraum war September 2002 bis Dezember 2003. Für die Auswertung zum Hormonhaushalt wurden Daten von 56 prä- und 27 postmenopausalen Frauen verwendet. Der Median der Altersverteilung lag bei 43 Jahren.

Exposition: Hochfrequenzexposition, gemessen im Freien und in mehreren Zimmern der Wohnung, Frequenzbereich: 0.1 bis 3000 MHz. Die Messwerte wurden mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (GIS) mit Umgebungsparametern kombiniert (Entfernung, Höhe, Sichtbarkeit des Senders usw.). Zusätzlich wurde mittels Personendosimeter am Gürtel die individuelle Belastung mit 60-Hz-Magnetfeldern erfasst. Die geometrischen Mittelwerte der Magnetfeldbelastung wurden aus den Messwerten nach Sonnenuntergang und vier Stunden nach Sonnenaufgang berechnet, weil zu diese Tageszeiten die Melatoninproduktion im Körper am höchsten ist.

Methode: Der Untersuchungszeitraum umfasste 2.5 Tage. Von allen Teilnehmerinnen wurden während der ersten und letzten Nacht Urinproben gesammelt und auf Melatonin- und Östrogenstoffwechselprodukte

untersucht. Die Probandinnen wurden gemäss ihrer Exposition in Quartile eingeteilt. Der Vergleich zwischen den Quartilen erfolgte nach der Methode des kleinsten noch signifikanten Unterschieds. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden unter anderem (je nach Auswertung): Einnahme von Anti-Baby-Pillen, Stadium des Menstruationszyklus, Ernährungsverhalten, Rauchen und Body Mass Index.

Resultat: Für prämenopausale Frauen ergaben sich keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Hochfrequenz- oder 60-Hz-Exposition und der Hormonausschüttung. Das galt sowohl für den Östrogenmetaboliten E1G als auch für das Melatoninabbauprodukt 6-OHMS. In der Gruppe der postmenopausalen Frauen (n=27) waren die Östrogenkonzentrationen in der obersten Hochfrequenzkategorie ($>1.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) dagegen signifikant höher als im untersten Quartil ($<0.04 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), $p=0.02$. Es zeigte sich auch eine signifikante Dosis-Wirkungsbeziehung. Am deutlichsten war der Zusammenhang in der Subgruppe der Frauen mit niedrigem Melatoninspiegel. Bezüglich der zeitlich stabilen 60-Hz-Magnetfeldwerte bestand ebenfalls eine signifikante Assoziation mit dem Östrogenspiegel ($p=0.03$), nicht aber mit dem geometrischen Mittelwert der Belastung. Für die Melatoninproduktion war auch bei postmenopausalen Frauen keine signifikante Abnahme bei höherer Exposition zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass bei Frauen nach der Menopause ein Anstieg der Östrogenspiegel in Abhängigkeit von der Hochfrequenz- und von der 60-Hz-Magnetfeldexposition beobachtet wurde. Frauen mit niedriger Melatoninkonzentration könnten eine besonders empfindliche Subgruppe darstellen. Die fehlende Assoziation bei prämenopausalen Frauen ist möglicherweise auf die stärkeren Schwankungen der Östrogensekretion im Verlauf des Menstruationszyklusses zurückzuführen.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung beruht im Gegensatz zu früheren Untersuchungen nicht nur auf der Distanz von einer Sendeanlage, sondern auch auf Messungen. Zudem wurden in den statistischen Analysen viele Einflussfaktoren berücksichtigt. Der Anstieg des Östrogenspiegels bei postmenopausalen Frauen in Abhängigkeit von der Exposition wurde in mehreren Auswertungen einheitlich beobachtet. Nicht diskutiert wird die klinische Relevanz der Veränderungen. Die 60-Hz-Magnetfeldexposition lag im obersten Quartil bei 1.3 mG ($=0.13 \mu\text{T}$) und damit auf einem insgesamt niedrigen Niveau. Die Hochfrequenzexposition war dagegen etwas höher als in früheren Studien (oberstes Quartil: $1.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, also ca. 2 V/m).

Finanzierung: National Institute of Environmental Health Sciences

Burch JB, Clark M, Yost MG, Fitzpatrick CT, Bachand AM, Ramaprasad J, Reif JS.
Radio frequency nonionizing radiation in a community exposed to radio and television broadcasting.
Environ Health Perspect 2006; 114 (2): 248-253

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Exposition, Methodik	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	

Zusammenfassung

Ziel: Quantifizierung der Hochfrequenzbelastung in der Umgebung von Rundfunksendern in Denver, Colorado.

Kollektiv: 280 zufällig aus der Studienregion ausgewählte Personen (Alter: >8 J.), die in 161 verschiedenen Häusern lebten. Teilnahmrates: 64%. Studienzeitraum: September 2002 bis Dezember 2003. Die Studienteilnehmer wurden stratifiziert nach drei Expositionskategorien rekrutiert: hohe Belastung (>4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$), mittlere Belastung (0.5 bis 4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$) und geringe Belastung (<0.5 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$).

Exposition: Die Rundfunksender waren in drei Gruppen angeordnet und emittierten zusammengekommen eine Sendeleistung von ca. 9 MW.

Methode: Die Messungen erfolgten in Abständen von einer Woche. In einer Untergruppe von 17 Häusern wurde während 2.5 Tagen in Ein-Minuten-Intervallen gemessen. Jeweils ein Messpunkt befand sich ausserhalb der Wohnungen und fünf in Innenräumen. In jedem Zimmer wurde aus mehreren Messungen an verschiedenen Stellen ein räumlicher Durchschnittswert berechnet. In einer weiteren Untergruppe wurden nach 8 bis 29 Monate später erneut Einzelmessungen durchgeführt (12 Aussenlokalisationen, 8 Innenraummessungen). Mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (GIS) wurden die Messwerte mit Umgebungsparametern kombiniert (Entfernung, Höhe, Sichtbarkeit des Senders usw.). Der statistische Vergleich zwischen den Räumen und Tagen erfolgte mittels Spearman-Korrelationskoeffizienten. Die Einflussfaktoren Abschirmung, Distanz, Höhe und Prozentsatz sichtbarer Antennen wurden in Maximum-Likelihood-Tests und multivariaten Modellen untersucht.

Resultat: Im Freien lag die Hochfrequenzexposition im Mittel bei 2.6 +/- 4.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, der Maximalwert bei 20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. In Innenräumen wurde ein durchschnittlicher Expositionswert von 0.8 +/- 1.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ gemessen, das Maximum betrug 6.7 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. (Grenzwert für die Gesamtbevölkerung in USA gemäss NRPB: 200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$.) In

Häusern, die weniger als einen Kilometer von einem Sender entfernt waren, variierte die Exposition am stärksten. Die Belastung in Innenräumen war insgesamt um 44% niedriger als im Freien. In einigen Häusern war der Beitrag von drahtlosen Internetdiensten aber bedeutend.

Schlussfolgerung: Um Fehlklassifikationen zu vermeiden, empfehlen die Autoren in epidemiologischen Studien eine individuelle Expositionsmessung und die Berücksichtigung der zeitlichen und räumlichen Variabilität. Wichtige Einflussfaktoren für die Belastung sind Entfernung, Sichtbarkeit des Senders und Höhenlage. Die Verwendung von GPS/GIS-Geräten trägt zur Verbesserung der Expositionsschätzung bei. In den nächsten Jahren ist ein weiterer Anstieg der Hochfrequenzexposition zu erwarten.

Bemerkungen: Die Auswertung aus dieser Studie zu Hormonveränderungen bei Frauen in der Umgebung von Rundfunksendern ist publiziert in Clark et al., J Occup Environ Med 2007: 49 (10), 1149-56.

Finanzierung: National Institute of Environmental Health Sciences

Rösli M.

Elektromagnetische Felder und Gesundheit: Risikowahrnehmung in der Öffentlichkeit. [Electromagnetic fields and health: Risk perception in the general public].

Umweltmed Forsch Prax 2007; 12 (6): 343-349

Stichwörter	Kollektiv: Alle, generell Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Risikowahrnehmung
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Stromleitungen Übersichtsarbeiten, Metaanalysen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Risikowahrnehmung im Umgang mit elektromagnetischen Feldern in der Bevölkerung.

Kollektiv: a) Zufallsstichproben aus der Gesamtbevölkerung in der Schweiz und in Deutschland (2003 bis 2006).
b) Stichproben von Hausärztinnen und Hausärzten in Österreich und der Schweiz (2003 resp. 2005)

Exposition: Elektromagnetische Felder des Mobilfunks sowie von elektrischen Geräten und Stromleitungen.

Methode: Die Ergebnisse von Bevölkerungsbefragungen in den drei deutschsprachigen Ländern werden kurz zusammengefasst (Originalpublikationen: Schreier et al. 2006, Infas 2003 - 2006, Huss/Rösli 2006, Leitgeb et al. 2005). Verschiedene Einflussfaktoren auf die Risikowahrnehmung werden untersucht und diskutiert.

Resultat: In den Bevölkerungsbefragungen äusserten ungefähr 20 bis 30% der Personen, dass sie sich im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung Sorgen um die eigene Gesundheit machen. Das Auftreten von unspezifischen Beschwerden (v.a. Kopfschmerzen und Schlafstörungen) gaben ca. 2 bis 10% der Befragten an. Als Strahlungsquellen wurden in der Schweiz am häufigsten Hochspannungsleitungen, Mobiltelefone und Bildschirme genannt. In Deutschland wurden Mobilfunkbasisstationen etwas häufiger erwähnt als Mobiltelefone. Die Hausärztinnen und Hausärzte in Österreich und der Schweiz beurteilten Auswirkungen auf die Gesundheit durch EMF im Allgemeinen als recht plausibel. Bei ungefähr zwei Drittel von ihnen waren schon mindestens einmal in Konsultationen Beschwerden im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung angesprochen worden.

Schlussfolgerung: Der Autor fasst zusammen, dass ein erheblicher Teil der Bevölkerung eine Beeinträchtigung

der Gesundheit durch elektromagnetische Felder befürchtet. Das trifft auch auf die Mehrheit der Hausärztinnen und Hausärzte zu. Angesichts der wissenschaftlichen Unsicherheiten wird die Risikowahrnehmung von verschiedenen, miteinander interagierenden Faktoren beeinflusst. Dazu gehören die Vertrautheit mit der Strahlungsquelle, die wahrgenommene Kontrollierbarkeit der Exposition, der technische Nutzen und das Vertrauen in die Behörden. Ebenfalls eine Rolle spielen individuelle Persönlichkeitsmerkmale.

Finanzierung: keine Angaben

Sadetzki S, Chetrit A, Jarus-Hakak A, Cardis E, Deutch Y, Duvdevani S, Zultan A, Novikov I, Freedman L, Wolf M.

Cellular Phone Use and Risk of Benign and Malignant Parotid Gland Tumors A Nationwide Case-Control Study.

Am J Epidemiol 2008; 167 (4): 457-467

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Risikos gut- und bösartiger Tumore der Ohrspeicheldrüse bei Mobiltelefonbenutzern. Israelischer Teil der INTERPHONE-Studie.

Kollektiv: Personen über 18 Jahre, bei denen in einer von 22 Hals-Nasen-Ohren-Kliniken in Israel zwischen Januar 2001 und Dezember 2003 ein Tumor der Ohrspeicheldrüse (Parotis) festgestellt worden war. Von 531 Patienten beteiligten sich 460 (86.6%), in der Kontrollgruppe waren 1266 Personen (Teilnahmerate: 65.9%). An einem bösartigen Tumor waren 58 Patienten erkrankt, bei den übrigen waren verschiedene gutartige Tumortypen diagnostiziert worden.

Exposition: Als regelmässige Mobiltelefonbenutzung galt mindestens ein Telefonat pro Woche seit mehr als sechs Monaten. Die Angaben zum Mobiltelefongebrauch wurden in persönlichen Interviews gesammelt.

Methode: Die Kontrollpersonen wurden zufällig aus dem landesweiten Bevölkerungsregister ausgewählt. Jedem Patienten wurden bis zu sieben Kontrollpersonen zugeordnet, wenn sie bezüglich Geschlecht, Interviewdatum, Alter und Geburtskontinent übereinstimmten (=Post-Hoc-Matching zur Erhöhung der statistischen Power). Die statistische Hauptanalyse erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression, korrigiert für Rauchen.

Resultat: Die Gesamtauswertungen ergaben keinen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Speicheldrüsentumor zu erkranken. Das galt für alle Tumortypen und alle untersuchten Expositionsmasse (regelmässiger Gebrauch (ja/nein), Jahre seit Beginn der Mobiltelefonbenutzung, Anzahl und Dauer der insgesamt getätigten Telefonate). Wenn nur die Gruppe der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer berücksichtigt wurde, zeigten sich für Personen mit fünf- bis zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung statistisch

signifikant erhöhte Tumorrisiken im Vergleich zu Personen mit maximal fünfjährigem Gebrauch (OR: 1.40, 95%-CI: 1.03-1.90). Bei Personen mit einer grösseren Anzahl oder längerer Gesamtdauer der Telefonate waren die Risiken ebenfalls signifikant höher als bei Personen mit weniger intensivem Mobiltelefongebrauch (OR: 1.51, 95%-CI: 1.05-2.17 resp. 1.50, 95%-CI: 1.04-2.16). Erhöhte Odds Ratios resultierten auch für Personen, die angaben, das Mobiltelefon bevorzugt auf der erkrankten Kopfseite gehalten zu haben (OR: 1.58, 95%-CI: 1.11-2.24 resp. 1.49, 95%-CI: 1.05-2.13).

Schlussfolgerung: Zusammenfassend folgern die Autoren, dass in der Studie eine Assoziation zwischen der langjährigen sowie der intensiven Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Ohrspeicheldrüsentumoren beobachtet wurde. Die Autoren empfehlen die Überprüfung der Ergebnisse an einer grösseren Anzahl von starken Mobiltelefonbenutzern und die Anwendung des Vorsorgeprinzips im Umgang mit der Mobilfunktechnik.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist nicht auszuschliessen, dass die Tumorpatienten dazu tendierten, die erkrankte Seite als bevorzugte Seite zum Telefonieren anzugeben. Der dadurch entstehende Recall Bias könnte zu einer Überschätzung des Zusammenhangs führen. Dafür sprechen auch die niedrigen Risikoschätzer für Personen mit Mobiltelefonbenutzung auf der Gegenseite. Die in einigen Auswertungen beobachtete Dosis-Wirkungsbeziehung weist dagegen eher auf eine reale Assoziation hin. In der Gesamtauswertung ist allerdings kein Risikoanstieg mit zunehmender Exposition zu erkennen. Gründe für diese Diskrepanz werden nicht diskutiert.

Die kombinierte Auswertung der INTERPHONE-Daten aus Schweden und Dänemark zum Risiko von Parotistumoren wurde von Lönn et al. 2006 publiziert. In dieser Studie zeigten sich ebenfalls erhöhte Tumorrisiken bei gleichzeitiger und bei über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung, wenn auch statistisch nicht signifikant (kleine Fallzahlen). Eine Untersuchung von Hardell et al. (2004) ergab dagegen keine Assoziation zwischen Mobiltelefonbenutzung und dem Auftreten von Parotistumoren. Auch die Studien von Auvinen et al. 2002 und Schüz et al. 2006, in denen die Mobiltelefonexposition anhand von Betreiberdaten klassifiziert wurde, beobachteten keinen Zusammenhang. Insgesamt war das Ausmass der Mobiltelefonbenutzung in Israel deutlich höher als in anderen Ländern. Eine abschliessende Beurteilung der Resultate ist erst nach der Auswertung der Gesamtstudie möglich.

Finanzierung: European Union Fifth Framework Program; Union Internationale Contre le Cancer (with funds from the Mobile Manufacturers' Forum and the GSM Association), Israel Cancer Association.

Baumgardt-Elms C, Ahrens W, Broman K, Boikat U, Stang A, Jahn I, Stegmaier C, Jöckel KH.
Testicular cancer and electromagnetic fields (EMF) in the workplace: results of a population-based case-control study in Germany.
Cancer Causes Control 2002; 13 (10): 895-902

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern und dem Risiko von Hodentumoren.

Kollektiv: 269 Patienten und 797 aus den Einwohnermelderegistern zufällig ausgewählte Kontrollpersonen mit passendem Alter und entsprechender Wohnregion. Die Studie umfasste fünf Regionen in Deutschland: Hamburg, Bremen, Essen, Saarbrücken und das Bundesland Saarland. Die Rekrutierung fand von 1995 bis 1997 statt. Die Teilnahmerate lag in der Fallgruppe bei 76% und in der Kontrollgruppe bei 57%.

Exposition: Es wurden fünf Kategorien der EMF-Exposition am Arbeitsplatz unterschieden: Arbeit in der Nähe von Bildschirmen oder komplexen elektrischen Umgebungen (z.B. Kontroll-/Schaltanlagen), in der Nähe von Hochspannungsleitungen, elektrischen Maschinen (z.B. Werkzeugmaschinen, Hubwagen, Züge, elektrische Öfen), von Hochfrequenzsendern oder Radaranlagen.

Methode: Die berufliche Exposition wurde in Interviews erfasst. Aus den Angaben der Teilnehmer wurde ein gewichteter Belastungsscore berechnet, der die Dauer der Exposition und die Entfernung zur Feldquelle berücksichtigte. Die Radarexposition in den verschiedenen Berufen wurde zusätzlich von zwei Experten eingeschätzt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels konditionaler und nichtkonditionaler logistischer Regression. Einflussfaktoren: Alter, Region und in zusätzlichen Analysen: Sozialstatus

Resultat: Jeweils ca. 45% der Patienten und Kontrollpersonen arbeiteten in der Nähe von Bildschirmen oder Schaltanlagen, ein weiteres Drittel in der Umgebung von elektrischen Maschinen. Die Auswertungen ergaben keinen Zusammenhang zwischen Exposition und dem Risiko, an einem Hodentumor zu erkranken (ORs ≤ 1.0).

Auch bei Verwendung der gewichteten Belastungsscores und in Subgruppenanalysen (Arbeiter vs. Angestellte) zeigten sich keine statistisch signifikant erhöhten Tumorrisiken. Die Risiken nahmen bei stärkerer oder längerer Exposition nicht zu. Zudem bestand keine Assoziation mit der Radarexposition (1.0, 95%-CI: 0.60-1.75).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keinen Hinweis darauf, dass die berufliche Belastung gegenüber elektromagnetischen Feldern ein Risikofaktor für die Erkrankung an Hodentumoren ist.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, war die Teilnahmerate in der Kontrollgruppe mit 57% nicht sehr hoch. Bei der Zuordnung der Expositionskategorien konnte nicht auf detaillierten Angaben zur Feldstärke oder zu den Signalcharakteristika zurückgegriffen werden. Ausserdem lagen keine Informationen zur Lösungsmitlexposition und offensichtlich auch nicht zur medizinischen Anamnese der Teilnehmer vor (Hodenhochstand?). Eine weitere Einschränkung stellen die kleinen Fallzahlen in stärker belasteten Kategorien dar.

Finanzierung: German Federal Ministry for Education and Research

Mariea TJ, Carlo GL.

Wireless Radiation in the Etiology and Treatment of Autism: Clinical Observations and Mechanisms.
Journal of the Australasian College of Nutritional and Environmental Medicine 2007; 26 (2): 3-7

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Zentralnervensystem

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Stromleitungen

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Fallbeschreibungen

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einflusses von EMF-freier Umgebung auf die Ausscheidung von Schwermetallen bei autistischen Kindern während einer Entgiftungsbehandlung. Die Hypothese ist, dass elektromagnetische Felder Transportkanäle in der Wand von Körperzellen beeinflussen und so die Ausscheidung von Schwermetallen behindern.

Kollektiv: 21 Kinder, die in der "Internal Balance Clinic" in Nashville (USA) wegen Autismus behandelt wurden. Die Laborwerte eines neunjährigen Jungen wurde separat untersucht, die Daten der übrigen 20 Kinder wurden als Durchschnittswerte in verschiedenen Subgruppenanalysen ausgewertet.

Exposition: Um die Belastung mit elektromagnetischen Feldern während der Behandlung zu reduzieren, wurden drahtlose Kommunikationsgeräte aus dem Gebäude entfernt. Die Benutzung von Mobiltelefonen war nicht erlaubt. Zusätzlich wurden an elektrischen Stromkreisen und Apparten verschiedene Filter installiert. Für den Aufenthalt zuhause erhielten die Eltern Empfehlungen zur Verminderung der EMF-Belastung.

Methode: Zusammenstellung der Daten von Kindern, die in der "Internal Balance Clinic" behandelt wurden. Das Studiendesign wird als "post-hoc clinical observation" bezeichnet. Die Behandlung bestand aus einer Entgiftungstherapie zur Förderung der Ausscheidung von Schwermetallen (Blei, Quecksilber, Beryllium, Arsen, Aluminium, Antimon, Uran, Zinn). Die Sitzungen dauerten vier Stunden und fanden zwei- bis dreimal wöchentlich statt. Die Schwermetallkonzentrationen in Urin-, Stuhl- und Haarproben wurden vor der Behandlung, sowie nach 20 und 40 Therapiesitzungen untersucht und mittels Chi-Quadrat-Tests ausgewertet. Das erste Kind wurde in zwei Serien à 40 Sitzungen behandelt.

Resultat: Sowohl in den Auswertungen der Laborwerte des ersten Kindes als auch in den Gruppenanalysen zeigten sich im Behandlungsverlauf Zu- und Abnahmen der verschiedenen Metallkonzentrationen. Die Gruppenauswertung ergab einen Anstieg der Ausscheidung von Schwermetallen mit höherem Molekulargewicht (Quecksilber, Blei). Zusätzlich wurde bei dem ersten Kind von den Eltern eine Verbesserung der Symptomatik beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Veränderungen der Laborwerte als Hinweis darauf, dass die Belastung mit elektromagnetischen Feldern in der Behandlung und bei der Entstehung von Autismus eine Rolle spielt. Sie gehen davon aus, dass die Schwermetallausscheidung durch die Verminderung der EMF-Belastung während der Behandlung begünstigt wurde.

Bemerkungen: Bei dieser Arbeit handelt sich nicht um eine kontrollierte experimentelle Studie, da keine Kontrollgruppe vorhanden war und keine zufällige Zuordnung zu verschiedenen Behandlungs- oder Expositionsgruppen erfolgte. In der Publikation fehlen Informationen zum Studienkollektiv, zur Art der Behandlung und zum Ausmass der EMF-Exposition während der Behandlung und zuhause. Die Messmethoden werden nicht beschrieben, und es wird nicht erwähnt, ob und wie die Symptome der Kinder vor und nach der Therapie evaluiert wurden. Auch die Auswertung der Laborwerte ist ungenügend dokumentiert, die Streuung der Resultate wird nicht angegeben. Ebenfalls unklar ist, ob es sich bei der Entgiftungstherapie um eine validierte Behandlungsmethode für autistische Kinder handelt und welche Effekte davon zu erwarten sind. Insgesamt lassen sich aus den Daten dieser Fallreihenuntersuchung keinerlei Schlussfolgerungen ziehen, insbesondere die Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen EMF-Belastung und Autismus sind rein spekulativ.

Finanzierung: keine Angaben

Takebayashi T, Varsier N, Kikuchi Y, Wake K, Taki M, Watanabe S, Akiba S, Yamaguchi N.
Mobile phone use, exposure to radiofrequency electromagnetic field, and brain tumour: a case-control study.
Br J Cancer 2008; 98 (3): 652-659

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung der japanischen Daten innerhalb der internationalen Fall-Kontrollstudie INTERPHONE zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumorrisiko.

Kollektiv: In der Fallgruppe befanden sich Personen im Alter von 30 bis 69 Jahren, bei denen zwischen Dezember 2000 und November 2004 in Kliniken in Tokio und Umgebung ein Gehirntumor diagnostiziert worden war. Die Teilnahmerate bei Gliompatienten betrug 58.7% (88 von 150 Personen), bei Meningeompatienten 77.6% (132 von 170 Personen) und bei Patienten mit Hypophysenadenom 75.6% (102 von 135 Personen). Nach Ausschluss von zehn Patienten, deren Tumor vor Juni 2000 diagnostiziert worden war, kamen die Daten von 83 Gliompatienten, 128 Meningeompatienten und 101 Patienten mit Hypophysenadenom (=Tumor der Hirnanhangdrüse) zur Auswertung. Die Kontrollpersonen wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt (Teilnahmeraten: 52.5% für Gliom, 51.6% für Meningeom und 49.4% für Hypophysenadenom). Jedem Patienten wurde mindestens eine Kontrollperson mit passendem Alter, Geschlecht und Wohnregion zugeordnet. Schliesslich beteiligten sich 163 Kontrollpersonen für Gliompatienten, 229 für Meningeompatienten und 161 für Hypophysentumor-Patienten.

Exposition: Als regelmässige Benutzer galten Personen, die seit sechs Monaten mindestens einmal pro Woche ein Mobiltelefon benutzten. Zusätzlich zur Benutzungskategorie wurde für Patienten mit Gliom oder Meningeom die maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) im Tumorgewebe abgeschätzt. Bei Hypophysenadenomen ist aufgrund ihrer Lage in der hinteren Schädelgrube die Exposition vernachlässigbar gering. Mithilfe von Phantom- und Modellköpfen wurde für vier Mobiltelefonkategorien (verschiedene Modelle, 800 und 1500 MHz) die SAR an der Oberfläche gemessen und eine SAR-Verteilung berechnet. Unter Berücksichtigung der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite und der Tumorlokalisation wurde die maximale SAR im Tumorgewebe kalkuliert. Für

Kontrollpersonen berücksichtigte man die SAR an der gleichen Stelle im Gehirn wie bei den gematchten Patienten.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten Fragebögen zur Mobiltelefonbenutzung. Gefragt wurde nach Gerätetypen, Dauer der Benutzung, durchschnittlicher Häufigkeit und Dauer der Telefonate sowie Gebrauch von Schnurlostelefonen. Das Referenzdatum für die Feststellung der Mobiltelefonbenutzung lag ein Jahr vor der Tumordiagnose. Der statistische Vergleich erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression unter Korrektur für Bildungsniveau und Zivilstand als Indikatoren für den Sozialstatus.

Resultat: Der Vergleich des Tumorrisikos zwischen regelmässigen Mobiltelefonbenutzern und Nichtbenutzern ergab für Gliome eine Odds Ratio von 1.22 (95%-CI: 0.63-2.37), für Meningeome von 0.70 (95%-CI: 0.42-1.16) und für Hypophysenadenome von 0.90 (95%-CI: 0.50-1.61). Es zeigten sich keine signifikant ansteigenden Risiken bei längerer oder intensiverer Benutzung des Mobiltelefons oder für die Benutzung von analogen und digitalen Telefonen. In der Gruppe mit der höchsten Anzahl Gesprächsstunden war die Odds Ratio für Gliome im Vergleich zu Nichtbenutzern mit 1.74 (95%-CI: 0.71-4.26) statistisch nicht signifikant erhöht. Für Personen, die auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite des Kopfes erkrankt waren, ergaben sich ebenfalls statistisch nicht signifikant erhöhte Risiken von 1.24 (95%-CI: 0.67-2.29) für Gliome und von 1.14 (95%-CI: 0.65-2.01) für Meningeome. Die für das Tumorgewebe berechneten maximalen SAR-Werte lagen bei allen Patienten unter 0.1 W/kg. Personen mit einer maximalen SAR von unter 0.0001 W/kg als nichtexponiert eingestuft. Im Vergleich zu dieser Gruppe lagen die Odds Ratios für Personen mit höheren SAR-Werten bei 1.28 (95%-CI: 0.63-2.57) für Gliome und bei 0.72 (95%-CI: 0.42-1.24) für Meningeome. Es zeigte sich keine kontinuierliche Risikozunahme bei steigenden Expositionswerten, in der Kategorie mit der höchsten kumulativen SAR (n=13) war die Odds Ratio aber statistisch nicht signifikant erhöht (1.55, 95%-CI: 0.57-4.19).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in diesen Auswertungen kein konsistenter Anstieg des Gliom- oder Meningeomrisikos in Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung beobachtet wurde.

Bemerkungen: Dies ist die erste epidemiologische Studie, in der die Expositionsunterschiede innerhalb des Gehirns berücksichtigt wurden. Da die Fallzahlen in den oberen Expositions-kategorien gering waren, sollten die teilweise erhöhten Tumorrisiken an grösseren Kollektiven überprüft werden. In der statistischen Auswertung wurden neben den Matchingvariablen (Geschlecht, Alter, Wohnregion) nur für das Ausbildungsniveau und den Zivilstand korrigiert. Aussagen über den Einfluss anderer Risikofaktoren sind daher nicht möglich. Die Teilnahmeraten in der Kontrollgruppe liegen bei circa 50%, in Kurzfragebögen wurden aber auch Nichtteilnehmer befragt und mögliche Verzerrungen durch Selektion berücksichtigt. In der gepoolten Auswertung der INTERPHONE-Daten von vier nordischen Ländern und einem Teil von Grossbritannien zeigte sich ein signifikanter Anstieg des Gliomrisikos bei Personen, die seit mindestens zehn Jahren ein Mobiltelefon benutzten und überwiegend auf der erkrankten Seite telefoniert hatten (Lahkola et al. 2007). Eine Überprüfung der Resultate ist daher angezeigt. Der Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hypophysenadenomen wurde noch kaum untersucht. Die Ergebnisse der japanischen INTERPHONE-Teilstudie zum Akustikusneurinom sind in Takebayashi et al. 2006 veröffentlicht. Zur Beurteilung des Hirntumorrisikos bei Mobiltelefonbenutzern insgesamt müssen die Ergebnisse der Gesamtstudie abgewartet werden.

Finanzierung: Ministry of Internal Affairs and Communications of Japan

Hardell L, Sage C.

Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards.

Biomed Pharmacother 2008; 62 (2): 104-109

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Schwangere Frauen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Herz-Kreislaufsystem

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Land:
Fehlgeburt

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung der Hauptthemen des "BioInitiative Report", der von 14 Autoren aus verschiedenen Fachgebieten verfasst und im Sommer 2007 auf der Internetseite <http://www.bioinitiative.org> veröffentlicht wurde.

Kollektiv: Referiert werden Ergebnisse von Studien an Menschen und von Tier- und Zellexperimenten mit verschiedenen Endpunkten.

Exposition: In den experimentellen und epidemiologischen Studien wurden hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder von unterschiedlichen Strahlenquellen untersucht.

Methode: Übersichtsarbeit, Kurzfassung des "BioInitiative Report".

Resultat: Zum Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko bezieht sich der Bericht auf die Ergebnisse von zwei Kohortenstudien und 16 Fall-Kontrollstudien. Sie ergeben insgesamt ein einheitliches Muster, das auf ein erhöhtes Risiko für Akustikusneurinome und Gliome bei Personen mit mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung hinweist. Zur Hochfrequenzstrahlung anderer Quellen gibt es wenig Daten, möglicherweise besteht bei langjähriger Exposition am Arbeitsplatz ein erhöhtes Hirntumorrisiko. Zum Leukämierisiko bei Kindern im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern gibt es viele Bevölkerungsstudien. Die Gesamtauswertung zeigt ein statistisch signifikant erhöhtes Leukämierisiko von 2.1 (95%-CI: 1.3-3.3) bei Kindern mit einer Magnetfeldexposition von 0.3 bis 0.4 μ T während der Schwangerschaft oder in den ersten Lebensjahren. Eine Magnetfeldbelastung in dieser Höhe betrifft nur wenige Kinder. Zur Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Brustkrebs bei Frauen und Männern liegen widersprüchliche Ergebnisse vor. Es besteht aber Evidenz für ein erhöhtes Brustkrebsrisiko bei Frauen mit

beruflicher Exposition über 1.0 μT . Für die Mobiltelefonexposition haben experimentelle Studien Veränderungen der Gehirnfunktion und des Verhaltens gezeigt. Belastungen mit SAR-Werten von 0.1 W/kg können die Hirnstromaktivität verändern. Die Langzeitauswirkungen von hoch- und niederfrequenten Expositionen sind noch nicht ausreichend untersucht. Bei bestimmten Zelltypen wurden im Zusammenhang mit elektromagnetischer Strahlung Veränderungen der Gene und/oder der Proteinexpression beobachtet. Die biologischen Konsequenzen dieser Befunde sind noch unklar, und die Forschung befindet sich in einem frühen Stadium. In vielen Studien wurde in Zellen bei hoch- und niederfrequenter Exposition die Produktion von Stressproteinen beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus der Literaturstudie, dass im Umgang mit hoch- und niederfrequenter Strahlung das Vorsorgeprinzip angewandt werden sollte. Für niederfrequente Felder empfehlen sie neue Richtlinien unterhalb des Expositionsniveaus, das mit einem erhöhten Leukämierisiko bei Kindern in Verbindung gebracht wird, und einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor. Das bestehende Stromnetz sollte so modifiziert werden, dass die Exposition abnimmt, vor allem an Orten, an denen sich Kinder aufhalten. Bezüglich Hochfrequenzexposition sollten neue Richtlinien eingeführt werden, die auf nichtthermischen Effekten basieren.

Bemerkungen: Unter Verweis auf den "BioInitiative Report" werden in diesem Übersichtsartikel nur wenige Aussagen mit Originalstudien belegt. Die Unterscheidung zwischen hoch- und niederfrequenter Strahlung ist teilweise unklar. Für die Hochfrequenzstrahlung wird weder eine Dosis-Wirkungsbeziehung noch ein Schwellenwert aufgezeigt, der zur Festlegung neuer Grenzwerte herangezogen werden könnte.

Finanzierung: Grants from a private philanthropic organization administered by Commonweal, Bolinas, California, USA, and from Cancer-och Allergifonden, Sweden.

Bürgi A, Theis G, Siegenthaler A, Rösli M.
Exposure modeling of high-frequency electromagnetic fields.
J Expo Sci Environ Epidemiol 2008; 18 (2): 183-191

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Alle, generell Erwachsene (alle)	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
Exposition:		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein	Wirkungsdauer:	Land:
Mobilfunkbasisstationen	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Evaluierung und Validierung eines Expositionsmodells zur Einstufung der Hochfrequenzbelastung in Bevölkerungsstudien ohne individuelle Messungen.

Kollektiv: Es wurde ein geographisch-räumliches Modell entwickelt, das die Abschätzung der Hochfrequenzbelastung mit hoher räumlicher Auflösung ermöglicht. Die Durchschnittswerte der hochfrequenten Feldstärke wurden für eine ländliche und eine städtische Region der Schweiz modelliert und mit Messwerten verglichen. Für die städtische Region (Basel) wurden die Messungen von 20 Standorten im Freien berücksichtigt, für die ländliche Region (Bubendorf, ca. 16 km von Basel entfernt) von 18 Standorten.

Exposition: In das Modell integriert wurden die Standorte und die Strahlungsmuster verschiedener Hochfrequenzsender. Die Frequenzbänder der Mobilfunkbasisstationen und Rundfunksender waren GSM 900, GSM 1800, UMTS, FM Radio, DAB (Digital Audio Broadcasting) und TV. Die Berechnung der durchschnittlichen elektrischen Feldstärke erfolgte unter Berücksichtigung der dreidimensionalen Topographie und der Abschirmungseffekte durch Gebäude. Zu den berücksichtigten Parametern der Sendeanlagen gehörten: Höhe, Hauptstrahlrichtung, Typ und Anzahl der Antennen sowie maximale und durchschnittliche Sendeleistung. Die Daten stammten aus der Datenbank des Lufthygieneamts beider Basel, in der die Hochfrequenzsendeanlagen komplett erfasst sind.

Methode: Die Berechnung der Hochfrequenzexposition in Basel erfolgte Anfang Januar 2005, die Messungen fanden 2.5 Monate später statt. In diesem Zeitraum wurden in der Stadt viele neue UMTS-Basisstationen in (Test-)betrieb genommen. In Bubendorf erfolgten Modellierung und Messung in der zweiten Hälfte des Jahres 2005 im Abstand von zwei Wochen. Die Messorte repräsentierten möglichst unterschiedliche Lokalisationen. In Basel wurden an allen Standorten am 16.3.2005 zwischen 13:45 und 15:15 Uhr je eine Messung aufgezeichnet. In

Bubendorf erfolgten im Zeitraum zwischen 8. und 14.11.2005 bis zu drei Messungen pro Standort zu unterschiedlichen Tageszeiten. Es handelte sich um Punktmessungen, die mit einem handgehaltenen Messgerät (NARDA SRM-3000) im Freien ungefähr 1.5 m über dem Boden durchgeführt wurden. Die topographischen Daten stammten von einem digitalen Geländemodell der Schweiz (DTM25). Die Daten zur Gebäudegeometrie beruhten für Basel auf einem dreidimensionalen Stadtmodell, für Bubendorf wurde die Höhe der Gebäude anhand der Anzahl der Stockwerke abgeschätzt. Als Dämpfungskoeffizient für Mauern und Dächer wurde im Allgemeinen 4 dB angenommen, bei Flachdächern 10 dB. Es lagen keine individuellen Daten zur Dämpfung der einzelnen Gebäude vor. Der statistische Vergleich zwischen modellierten und gemessenen Werten erfolgte anhand von Pearson's Korrelationskoeffizienten und mittels gewichteter Kappa-Statistik (Cohen) für die drei Expositionskategorien niedrig - mittel - hoch (Tertile der Verteilung) .

Resultat: In Basel ergab sich für die elektrische Feldstärke ein Maximalwert von ungefähr 1.5 V/m. Berechnet wurde die Feldstärke auf Höhe des obersten Stockwerks von Gebäuden und im Freien auf 1.5 m Höhe. Die Hauptbelastung im Stadtgebiet stammte von Mobilfunkbasisstationen. Für die ländliche Region (Bubendorf) lagen die Feldstärken maximal bei 0.5 V/m. Die wichtigsten Expositionsbeiträge kamen von Mobilfunkbasisstationen und von einem Rundfunksender, der sich einige Kilometer nördlich befindet. Die gemessenen Werte waren tendenziell etwas höher als die berechneten. Für die gesamte Feldstärke im Hochfrequenzbereich lag die Korrelation in Basel bei 0.67 (95%-CI: 0.33-0.86) und in Bubendorf bei 0.77 (95%-CI: 0.46-0.91). Die Werte der Kappa-Statistik betrugen in beiden Regionen 0.63 für die Gesamtexposition und 0.77 für die GSM-Frequenzbänder des Mobilfunks.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass in diesem Modell zwischen berechneten und gemessenen Werten der Hochfrequenzexposition im Freien eine beachtliche Übereinstimmung bestand. Das galt sowohl für die städtische, als auch für die ländliche Region. Abweichungen entstehen unter anderem dadurch, dass die Berechnung zu örtlichen und zeitlichen Durchschnittswerten führt, die Messungen dagegen zu Punktwerten. Zudem ist gerade bei sehr geringen Feldstärken mit einiger Messunsicherheit zu rechnen. Da die Vergleiche auf Messwerten im Freien in einer Höhe von 1.5 m über dem Boden beruhen, müssen noch Validierungsstudien mit Innenraummessungen durchgeführt werden. Dabei sind auch weitere Hochfrequenzquellen wie WLAN, Basisstationen von Schnurlostelefonen und Mobiltelefone zu berücksichtigen. Zudem sollte die Übertragbarkeit des Expositionsmodells auf andere Regionen überprüft werden.

Bemerkungen: Die Entwicklung und Validierung solcher Modelle zur Expositionsabschätzung ist für die Durchführung von aussagekräftigen Bevölkerungsstudien von entscheidender Bedeutung. Bei der Weiterentwicklung dieser Geräte sind neben Daten zur Innenraumexposition auch Anpassungsmöglichkeiten wichtig, wenn sich die Technik der Hochfrequenzsender ändert oder neue Strahlungsquellen dazu kommen.

Finanzierung: Die Studie wurde teilweise vom Schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) und vom Lufthygieneamt beider Basel finanziert.

Leitgeb N.

Mobile phones: are children at higher risk?.

Wien Med Wochenschr 2008; 158 (1-2): 36-41

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Basierend auf Empfehlungen von internationalen Expertengremien und physiologischen Erkenntnissen wird die Frage diskutiert, ob die Mobiltelefonbenutzung für Kinder ein grösseres Risiko bedeutet als für Erwachsene.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Übersichtsartikel mit eigenen Überlegungen und Stellungnahmen von internationalen Organisationen.

Resultat: Es besteht immer noch wissenschaftliche Unsicherheit darüber, ob Hochfrequenzstrahlung bei Intensitäten unterhalb der Grenzwerte biologische Effekte verursacht und ob sich daraus negative Auswirkungen auf die Gesundheit ergeben könnten. Weitgehend akzeptiert ist, dass auch bei unsicherer Erkenntnislage Empfehlungen abgegeben und Vorsorgemassnahmen gerechtfertigt sein können. Der Nachweis eines Wirkungsmechanismus von schwacher Hochfrequenzexposition ist noch nicht gelungen, Langzeiteffekte können aber nicht ausgeschlossen werden. Wegen der widersprüchlichen Resultate der Zellstudien kann noch nicht beurteilt werden, ob ein genotoxischer Effekt besteht. Kinder sind möglicherweise empfindlicher gegenüber der Hochfrequenzstrahlung, weil ihre Zellen eine höhere Teilungsrate haben, weil sich ihr Regulierungs- und Immunsystem noch entwickelt, weil der Abstand zwischen Mobiltelefon und Gehirn kleiner ist und weil die Strahlungsabsorption aufgrund des grösseren Wassergehalts im Gehirn höher ist. Ausserdem ist über die Jahre hinweg von einer höheren Gesamtexposition auszugehen. Eigene Simulationsstudien an einem vereinfachten Modell eines kindlichen Kopfes haben ergeben, dass die spezifische Absorptionsrate (SAR 10) durch Benutzung eines Mobiltelefons bis zum 20. Lebensjahr abnimmt (im Alter von 1 Jahr: 0.5 W/kg; mit 20 Jahren: ca. 0.35 W/kg). In dieser Simulation wurde die Altersabhängigkeit der Gewebeparameter, der Schädelstärke und der Festigkeit des Ohres berücksichtigt. Massnahmen zur Expositionminimierung sind aus Vorsorgegründen für Erwachsene und Kinder empfehlenswert. Nutzen und Risiken der Mobiltelefonbenutzung sollten dabei

ausgewogen beurteilt werden.

Schlussfolgerung: Der Autor kommt zu der Schlussfolgerung, dass die Grenzwerte durch die vorliegenden Erkenntnisse und in den internationalen Risikobeurteilungen nicht in Frage gestellt werden. Wegen der bestehenden Unsicherheiten sind Vorsorgemassnahmen unter Abwägung von Nutzen und Risiken gerechtfertigt. Wenn Erwachsenen empfohlen wird, die Exposition zu minimieren, ist das für Kinder umso mehr gerechtfertigt. Die auf Unsicherheit beruhende Anwendung des Vorsorgeprinzips darf aber nicht als Beweis eines definitiven Risikos missverstanden werden.

Finanzierung: keine Angaben

Theml, T.

Subjektive Beschwerden der Anwohner in der Umgebung des Senders IBB Oberlaindern: Ergebnisse der Nachstudie.

Umwelt Medizin Gesellschaft 2007; 20 (4): 309-317

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersucht wurde die Frage, ob sich die im Jahre 2001 als erhöht erfassten Beschwerden der Anwohner in der Umgebung eines Kurz- und Mittelwellensenders in Oberlaindern (Bayern) nach Stilllegung des Senders im Jahre 2003 verändert haben. Die Ergebnisse der ersten Erhebung sind publiziert in Frentzel-Beyme R., Umwelt Medizin Gesellschaft 2002; 15(4):316-326.

Kollektiv: An der ersten Fragebogenerhebung im Jahr 2001 hatten 150 Anwohner aus den Ortsteilen Valley-Oberlaindern und Valley-Marschall teilgenommen (Alter: 20 bis 93 Jahre, Durchschnitt: 47 +/- 16 J.). An der Nachuntersuchung im Frühling 2007 beteiligten sich 44 Personen erneut (Alter: 26 bis 86 Jahre, Durchschnitt: 53 +/- 17 J.). Verglichen wurden die Angaben dieser 44 Teilnehmer von 2001 und 2007.

Exposition: Ein Mittelwellensender, der seit 1994 als Rundstrahler betrieben wurde, Frequenz: 1593 kHz, Sendeleistung bis 1998: 150 kW, dann 100 kW. Vier Kurzwellensender mit nordöstlicher Senderichtung, Frequenzen: 5.985 und 15.385 MHz. Der Abstand zu den Häusern in den untersuchten Ortsteilen betrug zwischen 200 und 1500 m. Der Sendebetrieb wurde im Jahr 2003 eingestellt.

Methode: Die Nachuntersuchung fand im Frühling 2007 statt. Anhand der Beschwerdenliste von v. Zerssen wurden 24 Items zur Selbstbeurteilung von körperlichen und psychischen Beschwerden abgefragt. Die Teilnehmer füllten zwei Versionen des Fragebogens parallel aus. Ein Zusatzfragebogen enthielt fünf weitere Beschwerden: Ohrensausen, Nachtschweiss, Muskelzucken, Zucken der Augenlider und Sehstörungen. Als Resultat ergab sich für jedes Symptom ein mittlerer Beschwerdescore und ein Gesamtwert, aus dem die Kategorien "unauffällig", "fraglich erhöht" und "erhöht" gebildet wurden.

Resultat: In der Befragung von 2001 gaben 23 von 44 Personen (52.3%) eine erhöhte Beschwerdenausprägung an. Im Jahr 2007 traf das für 3 der 44 Personen (6,8 %) zu, 36 Teilnehmer (81.8%) hatten eine unauffällige Beschwerdenausprägung. Verglichen mit einer bevölkerungsrepräsentativen Stichprobe waren die mittleren Gesamtbeschwerden der Studienteilnehmer im Jahr 2001 überdurchschnittlich ausgeprägt, im Jahr 2007 lagen sie im Normbereich. Der Rückgang der Beschwerden war statistisch signifikant. Auch die einzelnen Beschwerden entsprachen in der zweiten Befragung den Erwartungswerten aus der Eichstichprobe.

Schlussfolgerung: Die Autorin sieht in den Ergebnissen der Befragung einen Hinweis auf eine kausale Beziehung zwischen der Aktivität der Sender und den Beschwerden. Sie sieht keine Anhaltspunkte für andere bedeutsame Ursachen für den Rückgang der Beschwerden.

Bemerkungen: In der Publikation finden sich keinerlei Angaben über die Hochfrequenzexposition der Studienteilnehmer. Es wurden keine Messungen durchgeführt, und es erfolgte keine Abschätzung der Entfernung vom Sender. Eine Einteilung in Expositions-kategorien wurde nicht vorgenommen, und es lässt sich nicht beurteilen, ob bzw. in welchem Ausmass die Exposition für die einzelnen Teilnehmer nach Abschaltung des Senders abgenommen hat. Zudem beteiligten sich an der zweiten Befragung 44 von 150 Personen (in den Tabellen und Abbildungen sind es jeweils 43). Von den übrigen 106 Teilnehmern waren 8 verstorben und 35 umgezogen, über die restlichen 63 Nichtteilnehmer liegen keine Informationen vor. Daher kann nicht beurteilt werden, ob es sich bei den 44 Personen, die erneut befragt wurden, um eine Auswahl mit besonders positivem Beschwerdeverlauf handelt. Insgesamt erlaubt diese Befragung keine Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen der Exposition durch Sendeanlagen und dem Auftreten von unspezifischen Beschwerden in der Bevölkerung.

Finanzierung: Bürgermeister der Gemeinde Valley

Davanipour Z, Tseng CC, Lee PJ, Sobel E.

A case-control study of occupational magnetic field exposure and Alzheimer's disease: results from the California Alzheimer's Disease Diagnosis and Treatment Centers.

BMC Neurology (online publication) 2007; 7 (13)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie an Patienten von Demenzkliniken in Kalifornien zur Untersuchung, ob Patienten mit der Diagnose Alzheimer in ihrem Beruf stärker niederfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt waren.

Kollektiv: 1763 Patienten von mehr als 65 Jahren (beim ersten Besuch) in 8 der 9 kalifornischen Alzheimerzentren, bei welchen im Jahr 1998 wahrscheinlich oder sicher Alzheimer diagnostiziert wurde, sowie 543 Kontrollpersonen mit einer weder durch Alzheimer bedingten noch vaskulären Demenz (die meisten ohne spezifische Diagnose).

Exposition: Auf dem Anmeldeformular wurde vom hauptsächlichen Beruf (über das ganze Leben gesehen) der Berufstitel und eine Beschreibung der Aufgaben registriert. Basierend auf früheren eigenen Messungen und neueren Feldmessungen bei Angestellten in Elektrobetrieben, in der Kleiderherstellung und bei Piloten wurden die Berufe Pilot, Angestellte in der Bekleidungsindustrie und Schweisser der Kategorie hochbelastet zugeordnet (entsprechend einem angenommenen Durchschnitt von mehr als 1 μ T bzw. regelmässig auftretenden Spitzenbelastungen von mehr als 10 μ T). Schreiner/Zimmerleute, Elektriker, Mechaniker, Metallarbeiter, Ingenieure, Angestellte mit Telefon- und Computerarbeit, Gabelstapler, Bahnangestellte wurden der Kategorie mittelmässig belastet zugeordnet (Median mehr als 0.2 μ T, tägliche regelmässige Spitzen über 1 μ T). Die Zuordnung geschah ohne Kenntnis des Fall-Kontrollstatus.

Methode: Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Untersuchung der Odds Ratio für eine höhere Exposition bei den Fällen als bei den Kontrollen, auch separat für Männer und Frauen. Als Einflussfaktoren einbezogen wurde entweder das Alter bei Beginn der Demenz oder das Alter bei der Erstuntersuchung, ferner das Geschlecht, Hirnschlag in der Anamnese, ethnische Zugehörigkeit, Schulbildung, Einkommen und Rauchen.

Resultat: Wegen unvollständiger Angaben konnten Daten von 1502 Demenzkranken und 396 Kontrollpersonen ausgewertet werden. 32 (2.1%) Alzheimer-Patienten und 3 (0.8%) Patienten mit anderen Demenzen hatten in einem Beruf mit hoher EMF-Belastung gearbeitet, 81 Fälle (5.4%) und 12 Kontrollen (3.0%) in einem mittelmässig belasteten Beruf.

Eine wahrscheinliche oder sichere Alzheimer-Diagnose war mit einer Odds Ratio von 2.2 (95%-CI: 1.2-3.9) mit einer mittleren oder hohen beruflichen Niederfrequenzbelastung assoziiert, wenn das Alter bei Erstuntersuchung einbezogen wurde. Bei Berücksichtigung des Alters bei Demenzbeginn ergab sich eine Odds Ratio von 2.0 (95%-CI: 1.1-3.7). Die Odds Ratios für hohe Belastung einzeln betrugen 2.8 (95%-CI: 0.8-9.3) respektive 3.3 (95%-CI: 0.8-14.1). Die Odds Ratio war für Frauen allein höher als für Männer, aber der Unterschied war nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen die Ergebnisse der früheren Pilotstudie mit Daten einer einzigen (der neunten) Demenzklinik in Kalifornien bestätigt und schliessen daraus, dass eine erhöhte Niederfrequenzbelastung im Beruf mit einem höheren Alzheimerisiko verbunden ist.

Bemerkungen: Eine Stärke der Studie ist die Genauigkeit der Alzheimer-Diagnose im Vergleich etwa zu Angaben von Alzheimer auf Todesscheinen. Die Beschränkung auf ältere Personen soll genetisch bedingte Alzheimerformen ausschliessen. Umgekehrt können bei den Kontrollpersonen Frühformen von Alzheimer nicht ausgeschlossen werden. Das würde aber den Risikoschätzer vermindern. Die beruflichen Angaben wurden unabhängig von der späteren Studie gemacht und sind nicht sehr detailliert. Wie lange die angegebenen Berufe ausgeübt wurden, ist nicht bekannt und auch nicht, ob die Angaben von den Demenz-Patienten selbst oder von ihren Angehörigen stammten.

Finanzierung: Alzheimer Programm Kalifornien,, ferner Zuschuss von der University of Southern California Zumberg Grant.

Weisskopf MG, McCullough ML, Morozova N, Calle EE, Thun MJ, Ascherio AA.
Prospective study of occupation and amyotrophic lateral sclerosis mortality.
Am J Epidemiol 2005; 162 (12): 1146-1152

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Sterblichkeit (allgemein) Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Epi: Kohortenstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Prospektive Kohortenstudie zur Untersuchung der Sterblichkeit an amyotropher Lateralsklerose in Abhängigkeit vom Beruf.

Kollektiv: Ca. 400'000 Männer und 550'000 Frauen, Teilnehmer der Krebspräventionsstudie der US-amerikanischen Krebsgesellschaft, welche 1982 im Durchschnittsalter von 57 Jahren rekrutiert wurden, am 1.1.1989 noch lebten, zu Beginn keine schwere Krankheit hatten und Angaben über ihren Beruf gemacht hatten.

Exposition: Bei der Basisbefragung gaben die Teilnehmenden Auskunft über ihren derzeitigen Beruf und den am längsten innegehabten Beruf, und wie viele Jahre sie an diesen Stellen verbracht hatten. Pensionierte wurden nach ihrer letzten Arbeitsstelle gefragt. 90% der Teilnehmer gaben nur eine oder zwei Stellen an, zur Analyse wurde der am längsten ausgeübte Beruf verwendet. Die Berufe wurden kategorisiert in die 30 Kategorien der Volkszählung 1980 und in 13 breitere Gruppen zusammengefasst.

Methode: Der Vitalstatus der Teilnehmer wurde durch Datenverknüpfung mit dem nationalen Sterberegister bis am 31.12.2002 nachgeprüft. Da bis 1988 amyotrophe Lateralsklerose nicht als einzelne Diagnose codiert wurde, wurden die Todesfälle an ALS erst von 1989-1998 an gemäss ICD-9 mit dem Code 335.2, und von 1999-2002 gemäss ICD-10 mit dem Code G12.2 als Grunderkrankung oder Begleitkrankheit identifiziert. Zuerst wurden für Altersgruppe und Rauchen korrigierte Ratenverhältnisse für die Berufsgruppen mit der Mantel-Haenszel-Methode berechnet, danach mit Cox proportional hazard Regressionsmodellen multivariate Regressionsanalysen durchgeführt, welche auch Schulbildung, Alkoholkonsum und Militärdienst einbezogen.

Resultat: In der Zeit von 1989 bis 2002 wurden bei Männern 507 Todesfälle an amyotropher Lateralsklerose

identifiziert, basierend auf 4'9 Mio. Personen-Jahren, und 430 ALS-Todesfälle bei Frauen, basierend auf 7 Mio. Personen-Jahren. Signifikant erhöht waren die Sterberaten an ALS bei den Männern in den Berufen Techniker (RR: 1.94, 95%-CI: 1.04-3.63) und Programmierer (RR: 4.55, 95%-CI: 1.46-14.2), nicht aber bei Elektrikern oder Schweissern. Bei den Frauen war die Bezeichnung machine assembler (Montage) mit einer erhöhten Sterblichkeit an ALS (RR: 2.81, 95%-CI: 1.05-7.53) verbunden. Berufliche Tätigkeit in der Krankenpflege zeigte eine Tendenz zu höherem Risiko, Programmieren hingegen nicht. Wurden die Daten von Männern und Frauen kombiniert, waren Krankenpflege und Schweissen signifikant mit einem höheren Risiko für ALS als Sterbeursache assoziiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen mit ihren Ergebnissen bei den Programmierern, Labortechnikern und Frauen in der Maschinenmontage frühere Studien teilweise bestätigt, andere wie die fehlenden Assoziationen bei Bauern und Elektrikern jedoch nicht. Sie weisen darauf hin, dass die wenigen gefundenen Signifikanzen wegen der kleinen Zahl der Fälle auch Zufallsbefunde sein könnten.

Bemerkungen: Als berufliche Belastungen werden von den Autoren landwirtschaftliche Chemikalien und elektromagnetische Felder diskutiert. Es werden aber keinerlei Abschätzungen solcher Einflüsse vorgenommen.

Finanzierung: keine Angaben

Santibanez M, Bolumar F, Garcia AM.

Occupational risk factors in Alzheimer's disease: a review assessing the quality of published epidemiological studies.

Occup Environ Med 2007; 64 (11): 723-732

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Studiendesign, Statistik

Zentralnervensystem

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht und methodische Evaluation von Studien, welche die berufliche Risiken für Alzheimererkrankungen untersucht haben.

Kollektiv: 11 epidemiologische Studien über berufliche Belastung mit Lösungsmitteln, wovon eine Kohortenstudie, die übrigen Fall-Kontrollstudien, 7 Studien über die Belastung mit elektromagnetischen Feldern, wovon eine Kohortenstudie und 6 Fall-Kontrollstudien, 6 Studien über Pestizidbelastungen, 6 Studien über Blei und 3 über Aluminium. Die Studien wurden im Juni 2003 in PubMed, Toxline und in Referenzen von gefundenen Studien gesucht und eingeschlossen, wenn sie Originaldaten mit Exponierten analysierten, und Alzheimer mit standardisierten Kriterien (ICD, DSM oder NINCDS- ADRDA) definiert wurde.

Methode: Für die Kohorten- und Fall-Kontrollstudien wurde je ein spezieller Fragebogen entwickelt, basierend auf ähnlichen Qualitätskriterien und von zwei Epidemiologen ohne Kenntnis der Autorschaft evaluiert. Es gab 39 Kriterien für die Fall-Kontrollstudien in 7 Kategorien (Auswahl der Fälle und Kontrollen, Einschluss- und Ausschlusskriterien, Erfassung der beruflichen Belastung, Kontrolle von Störfaktoren, Präzision, interne und externe Validität und eine allgemeine Abschätzung über Verzerrungen) mit einer maximalen Punktezahl von 111. Der Fragebogen für Kohortenstudien enthielt 8 Kategorien (Definition und Nachverfolgung der Kohorte, Abgänge, Erfassung der Inzidenz, Erfassung der beruflichen Belastung, Kontrolle von Störfaktoren, Präzision, Validität, allgemeine Abschätzung über Verzerrungen), mit maximal 90 Punkten aus 30 Kriterien für prospektive und 93 Punkten aus 28 Kriterien für retrospektive Kohortenstudien. Für jede Studie wurde ein globaler Qualitätsindex berechnet, ausgedrückt als Prozentsatz der maximal erreichbaren Punktezahl. Auf gleiche Weise wurde für mögliche verzerrende Einflüsse ein separater Index berechnet. Zuletzt wurde abgeschätzt, ob Verzerrungen, die als wahrscheinlich klassifiziert wurden, differentiell oder nicht differentiell wirkten, und in

welche Richtung sie das Ergebnis vermutlich verzerrten.

Resultat: Der Median des Qualitätsscores lag bei 36.6% mit einer Spannweite von 19.5 bis 62.9%. Die am höchsten benotete Studie war die einzige retrospektive Kohortenstudie über berufliche Belastung mit elektromagnetischen Feldern. Die meisten Fall-Kontrollstudien hatten Qualitätsscores von weniger als 50%. Missklassifikation bezüglich Belastung war in 18 von 24 Studien wahrscheinlich. Bei 17 Studien könnte die Verwendung der Information von Ersatzpersonen statt der Erkrankten zu Verzerrungen führen, bei 11 Studien die Missklassifikation bezüglich Diagnose, bei 10 Studien die Auswahl der Teilnehmenden. Bei den sechs Studien über Pestizide fanden gerade diejenigen mit besserer Qualität und einem prospektiven Ansatz erhöhte und statistisch signifikante Beziehungen zu Alzheimer. Für die Risikofaktoren Lösungsmittel und elektromagnetische Felder sind die Beziehungen weniger konsistent. Keine Hinweise gibt es für eine Beziehung von Alzheimer zur beruflichen Belastung mit Blei oder Aluminium.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen auf eine Beziehung zwischen Pestizidbelastung im Beruf und der Alzheimererkrankung, empfehlen aber eine quantitative Auswertung mittels Meta-Analyse der Daten von Studien mit hoher Qualität.

Bemerkungen: Drei der 6 Studien über EMF haben hohe Qualitätsscores, davon zeigt je eine ein signifikant erhöhtes, nicht signifikant erhöhtes oder nicht erhöhtes relatives Risiko. Die drei niedrig bewerteten kleineren Fall-Kontrollstudien über EMF haben alle hohe Risiken gefunden; die Autoren vermuten eine Verzerrung durch Selektion oder eine Veröffentlichungsverzerrung (Publikationsbias). Eine quantitative Analyse von Studien über berufliche Belastungen mit EMF und Alzheimererkrankungen bis 2004 findet sich in Nr. 2171 (Garcia et al. 2008), bei der etwas weniger Qualitätskriterien berücksichtigt wurden, eine weitere Zusammenstellung ohne Meta-Analyse bis Juli 2005 in Nr. 2082 (Hug et al. 2007). Generell nimmt die Evidenz für den Zusammenhang in den Studien mit verlässlicheren Daten zu.

Finanzierung: nicht erwähnt.

Mageroy N, Mollerlokken OJ, Riise T, Koefoed V, Moen BE.

A higher risk of congenital anomalies in the offspring of personnel who served aboard a Norwegian missile torpedo boat.

Occup Environ Med 2006; 63 (2): 92-97

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Vollerhebung bei norwegischen Marineangestellten zur Untersuchung, ob diejenigen, welche auf Torpedobooten gearbeitet hatten, häufiger Kinder mit Missbildungen, frühverstorbene Kinder oder Aborte und Fehlgeburten hatten.

Kollektiv: Alle 3878 norwegischen Marineangestellten, welche Ende September 2002 im Dienst waren.

Exposition: Der Fragebogen enthielt zwei Listen für vermutete Belastungen, eine für den Dienst in der Marine, eine für Belastungen an anderen Arbeitsorten und in der Freizeit. Darin wurden nach Kontakt oder Arbeit mit Lösungsmitteln, Öl, Benzin, Diesel, Rauch, Abgas, Pestiziden, Herbiziden, Sandstrahlen, Schweissen, Schneidbrennern, am Schiffsrumpf, Blei, Sprengstoff, Lärm, Vibration, Abbruch, schweren Lasten etc. gefragt, ebenso ob sie näher als 10 m bei Hochfrequenzantennen, 5 m bei Radaranlagen und 3 m bei anderen Kommunikationsgeräten gearbeitet hatten. Zudem wurde gefragt, ob und wann sie auf dem Torpedoboot KNM Kvikk oder anderen Schiffen gearbeitet hatten. Als Exposition wurde Dienst in der Marine, auf Torpedobooten und speziell auf der Kvikk bis zum Jahr vor dem Geburtsjahr der Kinder definiert.

Methode: Alle Marineangestellten erhielten einen Fragebogen mit Fragen nach biologischen Kindern, deren Geburtsjahr, Geschlecht, allfällige Frühgeburten, Totgeburten, ob das Kind in der ersten Lebenswoche oder im ersten Lebensjahr gestorben war. Ferner wurde nach angeborenen Missbildungen oder Chromosomenanomalien gefragt. Eltern von Kindern mit Missbildungen erhielten einen zweiten Fragebogen, worin nach dem Geburtsdatum, Geschlecht, Geburtsgewicht, der Geburtsart, Diagnose, Zeitpunkt der Diagnose und Diagnosesteller, und den Folgen für das Kind gefragt wurde. Vergleich der Odds Ratio von Kindern mit Missbildungen und Totgeburten von Eltern, welche auf der Kvikk gearbeitet hatten, mit derjenigen bei Eltern,

welche auf allen Schiffen und auch auf allen Torpedobooten gearbeitet hatten. Die Gruppenvergleiche wurden für kategorielle Variablen mit Pearson's Chi-Quadrat-Test oder dem Fisher Exact-Test durchgeführt, für kontinuierliche Variablen mit T-Test. Zusätzliche Einflussfaktoren: Alkoholkonsum, Rauchen jetzt und früher, Grösse, Gewicht.

Resultat: 2265 Personen antworteten (58%), 1365 hatten auf einem Schiff gearbeitet, davon 441 auf einem Torpedoboot, 62 auf der KNM Kvikk. Die Personen, die auf der Kvikk gearbeitet hatten, gaben signifikant häufiger Belastungen mit Motorabgasen, Öldämpfen, Lärm, Vibration, Passivrauchen an, hatten häufiger nahe bei Radarantennen, anderen Hochfrequenzantennen und Kommunikationsgeräten gearbeitet. Keinen Unterschied gab es bezüglich Rauchen, Alkohol und Belastungen an anderen Arbeitsorten und in der Freizeit. Die Antwortenden hatten 3122 Kinder. 1819 Kinder stammten von 1438 Eltern, welche auf einem Schiff gearbeitet hatten. Von diesen gaben 82 an, sie hätten 97 Kinder mit angeborenen Missbildungen oder Chromosomenanomalien. 82 Kinder hatten angeborene Missbildungen, 8 von Eltern, welche auf der Kvikk gearbeitet hatten und 74 von Eltern, welche auf einem anderen Schiff gearbeitet hatten (OR 4.0, 95%-CI: 1.9-8.6). 59 Kinder waren tot zur Welt gekommen oder in der ersten Woche gestorben, davon 6 von Eltern, welche auf der Kvikk gearbeitet hatten (OR 4.1, 95%-CI: 1.7-9.9).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass der Dienst auf dem Torpedoboot KNM Kvikk mit einem erhöhten Risiko für Kinder mit Missbildung und Totgeburten verbunden war. Der Grund dafür ist nicht bekannt und kann aus einer solchen Untersuchung nicht abgeleitet werden.

Bemerkungen: Kommentar dazu von Chia SE, Occup Environ Med 2006; 63: 82-83: Congenital anomalies in the offspring of military personnel? Eine Schwäche der Studie ist die relativ niedrige Beteiligung an der Umfrage von nur 58%, welche zu einer Selektion der Risikobewussten führen könnte, da bereits mehrere Berichte über Missbildungen bei Kindern von Militärpersonen mit Dienst auf der Kvikk bekannt waren. Zur Abschätzung einer solchen Verzerrung müsste die Antwortrate in den verschiedenen Gruppen bekannt sein. Nachfolgestudien wurden publiziert in Mollerlokken et al., Bioelectromagnetics 2008; 29 (5), 345-52 und Baste et al., Eur J Epidemiol 2008; 23 (5), 369-77.

Finanzierung: Royal Norwegian Navy

Röösli M.

Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review.
Environmental Research 2008; 107 (2): 277-287

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Langzeit

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersicht über experimentelle und epidemiologische Studien, welche die Wahrnehmungsfähigkeit für hochfrequente Felder und die Häufigkeit oder die Auslösung von Kopfschmerzen und anderen unspezifischen Symptomen untersucht haben. Meta-Analyse der Ergebnisse der experimentellen Studien bezüglich Wahrnehmungsfähigkeit.

Kollektiv: Acht experimentelle Studien mit Verblindung zur Untersuchung der Wahrnehmungsfähigkeit, 9 experimentelle Studien über unspezifische Symptome, 4 Studien zur Untersuchung der unspezifischen Beschwerden in der Nähe von Antennen oder Mobiltelefonen, gesucht in den Datenbanken PubMed und ISI bis August 2007. In den Studien wurden Personen mit und ohne selbstberichtete Elektrohypersensibilität (EHS) untersucht.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von einigen MHz bis 10 GHz (Nah- oder Fernfeldexposition).

Methode: Extraktion des Studienplans, der Zahl der Teilnehmenden; bei den Provokationsstudien Verblindung, Randomisierung, Quellen, Dauer und Stärke der Belastung und die Zahl der korrekten und falschen Antworten bezüglich Vorhandensein eines Feldes, Art der Symptome, Assoziation mit dem Feld und Wahrscheinlichkeit des Ergebnisses; bei den Bevölkerungsstudien Teilnehmerrate, die Art der Erfassung der Belastung, Dauer der Belastung, die Berücksichtigung von Einflussfaktoren und die gewählte statistische Analyse. Für die Wahrnehmungsfähigkeit wurde eine Meta-Analyse durchgeführt, in dem aus den angegebenen Ergebnissen das Verhältnis von beobachteten zu erwarteten richtigen Antworten verglichen mit einem zufälligen Ergebnis errechnet und kombiniert wurde. Danach wurde in einer Metaregression untersucht, ob die Dauer, Quelle oder Empfindlichkeit der Teilnehmenden einen Einfluss auf die Korrektheit der Antworten hat.

Resultat: Aus 7 Provokationsstudien konnten die Ergebnisse über die Wahrnehmungsfähigkeit von 182 Personen ausgewertet werden, die sich als überempfindlich auf EMF betrachteten, und von 332 anderen Personen. Die aufsummierte korrekte Feldwahrnehmungsrate war 4.2% (95%-CI: -2.1 bis +10.5%) besser als erwartet. Die sich als empfindlich bezeichnenden Personen nahmen die Felder nicht besser wahr als die übrigen. Es gab auch kaum Hinweise darauf, dass die 194 sich als empfindlich betrachtenden Personen oder die 346 übrigen Probanden in den 8 Provokationsstudien durch die Belastung häufiger oder stärkere unspezifische Symptome erlitten. In manchen Studien zeigte sich ein Nocebo-Effekt. In den Bevölkerungsstudien wurde oft ein Zusammenhang zwischen einer Belastung mit hochfrequenten Feldern in der Umgebung und unspezifischen Symptomen beobachtet. Eine Schwierigkeit ist die Messung der langfristigen Belastung, zwei der Studien machten Punktmessungen. Auch die Verblindung ist bei bekanntem Antennenstandort ein Problem. Wegen der unterschiedlichen Studienpläne wurde auf eine Meta-Analyse der Studien zu unspezifischen Symptomen verzichtet.

Schlussfolgerung: Der Autor kommt zum Schluss, dass die grosse Mehrheit der Bevölkerung unter doppelblinden Verhältnissen die hochfrequenten Felder nicht wahrnehmen kann, auch Leute nicht, die sich als hochsensibel betrachten. Bei den bisherigen Bevölkerungsstudien kann nicht unterschieden werden, ob die geklagten Symptome tatsächlich durch die Felder hervorgerufen werden oder ob die Zuordnung nur auf der Befürchtung von Schäden beruht.

Bemerkungen: Ergebnisse von Bevölkerungsstudien lassen sich generell nicht in einer Meta-Analyse mit Provokationsstudien aufsummieren. Zudem hatte jede Bevölkerungsstudie eine andere EMF-Quelle als Ursprung der Belastung: Radiosender, GSM-Antennen, eine Militärantenne und eine UMTS-Antenne. Die Studien unterschieden sich auch in Studienanlage und Qualität. Eine Aktualisierung dieser Übersichtsarbeit ist publiziert in: Rösli M., Hug K., Wireless communication fields and non-specific symptoms of ill health: a literature review. Wien Med Wochenschr 2011;161(9-10):240-250.

Finanzierung: ISPM Bern

Riddervold IS, Pedersen GF, Andersen NT, Pedersen AD, Andersen JB, Zachariae R, Mølhave L, Sigsgaard T, Kjaergaard SK.

Cognitive function and symptoms in adults and adolescents in relation to RF radiation from UMTS base stations.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (4): 257-267

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie an Erwachsenen und Jugendlichen zur Untersuchung des Einflusses von Feldern, wie sie von UMTS-Antennen ausgehen, auf die Leistungsfähigkeit des Gehirns und das Auftreten von unspezifischen Symptomen.

Kollektiv: 40 Jugendliche von 15 bis 16 Jahren und 40 Erwachsene von 25 bis 40 Jahren aus dem Bevölkerungsregister von Aarhus, Dänemark. Die Teilnehmer lagen in drei Vortests zur Hirnleistung im Bereich der Norm gelegen (Durchschnitt $\pm$ 2 SD) und hatten keine Kopfverletzungen resp. neurologische oder psychiatrische Erkrankungen in der Krankengeschichte.

Exposition: Alle Teilnehmer wurden doppelblind in überkreuzter Reihenfolge, aber mit zufälliger Zuordnung in einer abgeschirmten Testkammer in 2.8 m Abstand zur Antenne unter vier verschiedenen, je 45 Min. dauernden Testsituationen geprüft. Um die Belastung durch elektromagnetische Felder einer UMTS-Basisstation in einer Entfernung zwischen 20 und 100 m zu simulieren, wurde in allen vier Situationen eine Exposition durch möglichst ebene Wellen mit linearer (vertikaler) Polarisierung mit einer elektrischen Feldstärke von 1 V/m (2.6 mW/m^2 - besser gerundet: 2.7 mW/m^2) angestrebt. Die Signalfrequenz betrug 2140 MHz. Die vier Expositionsbedingungen waren: a) Scheinexposition, b) nicht modulierte Signal (continuous wave), c) UMTS-moduliertes Signal mit unterdrückten Kontrollkanälen, d) UMTS-moduliertes Signal inklusive aller Kontrollkanäle. Die während der Testung gemessenen Feldstärken lagen zwischen 0.9 und 2.2 V/m.

Methode: Fünf Minuten nach Beginn der Exposition wurde mit kognitiven Leistungstests begonnen. Verwendet wurde die computerbasierte neuropsychologische Testbatterie Cambridge (CANTAB), bei der die Teilnehmenden verschiedene Aufgaben nacheinander durcharbeiten. Dazu gehören Tests zur Erfassung der einfachen und komplexen Reaktionszeit (Wachsamkeit, Aufmerksamkeit, Kurzzeitgedächtnis), zur visuellen

Prozessverarbeitung und zum visuellen Gedächtnis und der Lernfähigkeit. Als primäre Zielgrösse für die Auswertung diente die Leistung im TMB-Test (Trail Making Test B). Vor und nach der Session wurde nach der Einschätzung der Exposition, nach der Luftqualität und nach 11 unspezifischen Symptomen (auf einer visuellen Skala) gefragt. Kopfschmerzen und Konzentrationsschwierigkeiten wurden als Zielgrössen definiert. Die Analyse der Unterschiede in der Leistungsfähigkeit gemäss TMB und der Reaktionszeit zwischen der Scheinexposition und der UMTS-Belastung erfolgte mit ANOVA unter Einschluss von Studientag, Belastung, Altersgruppe und Teilnehmer. Die Symptomergebnisse wurden wegen der grossen Heterogenität nur grafisch verglichen, der Lerneffekt wurde durch Vergleich der Untergruppen mit unterschiedlichen Testreihenfolgen evaluiert.

Resultat: Die Erwachsenen waren im TMB-Test um 16.4% (95%CI: 3.2-29.6%) schneller als die Jugendlichen. Von Tag zu Tag wurden die Resultate durch den Lerneffekt um 7 bis 10%, insgesamt um 29% (95%CI: 25-34%) besser. Es gab keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Bei separater Analyse der beiden Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der UMTS-Exposition und der Scheinexposition (Erwachsene -3.2%, 95%CI: -9.2% bis +2.9%; Jugendliche +5.5%, 95%CI: -1.1% bis +12.2%). Bei 42 der insgesamt 320 TMB-Tests passierten Fehler, so dass sie wiederholt werden mussten. Die Fehlerhäufigkeit war jedoch weder bei den Erwachsenen noch bei den Jugendlichen signifikant mit der Exposition assoziiert. Bei den Erwachsenen wurden die fehlerhaften Tests aber langsamer, bei den Jugendlichen schneller durchgeführt. Bei den kognitiven Leistungstests und den Symptomen Konzentrationsschwierigkeiten und Kopfschmerzen gab es keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Gruppen. In der kombinierten Auswertung war jedoch das Symptom Kopfschmerz am Ende der UMTS-Belastung häufiger ($p=0.027$).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die UMTS-Exposition die Leistung im TMB-Test nicht verminderte. Als möglicher Grund für die stärkere Bewertung der Kopfschmerzen nach UMTS vermuten sie den hohen Ausgangswert für Kopfschmerzen vor den Scheinbelastungen bei allgemein niedrigen Symptomangaben. Sie empfehlen dazu weitere Untersuchungen.

Bemerkungen: Für die Symptombeurteilung werden die Ergebnisse nur für die Erwachsenen und Jugendlichen separat als Abbildung dargestellt, sowie die Richtung der Unterschiede zwischen UMTS und Scheinbelastung. Die durchschnittlichen Scores für beide zusammen werden nicht angegeben.

Finanzierung: Danish Strategic Research Council ("Programme Commission on Non-ionizing Radiation")

Barth A, Winker R, Ponocny-Seliger E, Mayrhofer W, Ponocny I, Sauter C, Vana N.

A meta-analysis for neurobehavioural effects due to electromagnetic field exposure emitted by GSM mobile phones.

Occup Environ Med 2008; 65 (5): 342-346

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Meta-Analyse von experimentellen Studien zur Untersuchung der Hirnleistung bei Exposition durch GSM-Mobiltelefone.

Kollektiv: 10 experimentelle Studien, publiziert zwischen 1999 und Januar 2007, die eine Veränderung der Hirnleistung während der Belastung mit einem GSM-Telefon untersuchten und folgende Bedingungen erfüllten: 1. Exponierte und Kontrollgruppe mit Messung von Basiswerten oder wiederholte Messungen bei den gleichen Probanden mit ein- und ausgeschaltetem Mobiltelefon, 2. Angabe der Mittelwerte und Standardabweichungen für beide Gruppen oder Zeitpunkte, 3. Einzel- oder doppelblinde Studien, 4. GSM-Mobiltelefon ein- vs. ausgeschaltet, 5. gesunde Probanden, 6. mindestens einer der Tests wurde noch in einer zweiten Studie verwendet. Insgesamt hatten an den berücksichtigten Studien 555 gesunde Probanden teilgenommen.

Exposition: Als Strahlungsquelle wurden GSM-Mobiltelefone von 888 bis 902 MHz, in einer Studie von 1900 MHz benutzt. Die Belastung dauerte zwischen 25 und 65 Minuten, in einer Studie mit wiederholter Belastung 120 Minuten pro Testsession. Meist wurde die linke Kopfseite exponiert, in einer Studie die Hälfte der Probanden links, die andere Hälfte rechts, in einer weiteren Studie die zum Telefonieren bevorzugte Seite. Die Probanden waren überwiegend Rechtshänder.

Methode: Es wurden 10 Tests mit 29 Parametern ausgewertet: einfache Reaktionszeit (SRT), Auswahlreaktionszeit (CRT), Wachsamkeit (VIG), Subtraktionstest (SUB, Reaktionszeit und Fehler), Satzüberprüfung (VER), Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis (4 Stufen, N-back-Test), Strichverbindungstest, Informationsverarbeitung von Gehörtem (Digit Span Test, forward, backward) Informationsverarbeitung von Gesehenem (Spatial Span forward, backward). Die Ergebnisse der Studien wurden als Effektschätzer für den

Unterschied zwischen Exponierten und Nichtexponierten für jeden Test dargestellt und auf Homogenität geprüft. Für homogene Ergebnisse wurden Meta-Analysemodelle für fixe Effekte verwendet, sonst Zufallseffekt-Modelle. Bei den beiden Studien mit mehrmaliger Exposition wurde angenommen, dass die Ergebnisse unabhängig seien, aber die verminderte Power berücksichtigt.

Resultat: Mit Ausnahme der Ergebnisse für die Reaktionszeit beim Wachsamkeitstest und beim Digit Span backward waren die Effektschätzer homogen. Signifikante Veränderungen durch die GSM-Mobiltelefon-Exposition ergaben sich für den Subtraktionstest, bei dem die Reaktionszeit ohne Erhöhung der Fehlerrate verkürzt war (-0.09, 95%CI: -0.02 bis -0.16), ebenso bei der Reaktionszeit im einfachsten Arbeitsgedächtnistest (0 back). Bei der dritten Stufe des Arbeitsgedächtnistests (2-back) war die Reaktionszeit allerdings signifikant verlängert und es gab mehr Fehler bei den nicht gezeigten Buchstaben. In allen übrigen Tests gab es keine Unterschiede zwischen Exponierten und Nichtexponierten.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass es zwei kognitive Funktionen geben könnte, die durch GSM-Mobiltelfone beeinflusst werden: einerseits die Aufmerksamkeit bzw. eine verkürzte Reaktionszeit, andererseits das Arbeitsgedächtnis. Beide Veränderungen sind so gering, dass sie im Alltag keine Rolle spielen. Zudem lässt sich kein einheitliches Muster im Sinne einer Dosis-Wirkungsbeziehung beobachten. Die Autoren empfehlen daher weitere, doppelblinde Studien, welche diese beiden Zielgrössen prüfen.

Bemerkungen: Ein Einschlusskriterium war, dass die Tests einer Studie noch in mindestens einer anderen Studie verwendet wurden. Dadurch wurden eventuell aussagekräftige Studien nicht berücksichtigt. Insgesamt sprechen die Ergebnisse gegen relevante Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Funktionen.

Finanzierung: keine Angaben

Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, Nowak D, von Kries R, Radon K.

Personal exposure to mobile phone frequencies and well-being in adults: A cross-sectional study based on dosimetry.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (6): 463-470

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Quantifizierung der Exposition durch Mobilfunkstrahlung in der Allgemeinbevölkerung von Bayern mit Hilfe von Personendosimetern. Zusätzlich sollen Zusammenhänge zwischen der Belastung mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und dem Wohlbefinden untersucht werden.

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden aus den Einwohnermelderegistern von vier bayerischen Städten zufällig ausgewählt: München (ca. 1 300 000 Einwohner), Freising (ca. 43 000 Einwohner), Ebersberg (ca. 11 000 Einwohner) und Grafing (ca. 12 500 Einwohner). Die Messstudie fand im Rahmen einer Studie zu den Auswirkungen von Lärm auf das Wohlbefinden statt (Teilnahmerate: 40%) und wurde von August 2005 bis August 2006 durchgeführt. An der Messung der Mobilfunkexposition nahmen 329 Personen zwischen 18 und 65 Jahren teil.

Exposition: Die Messung der Mobilfunkexposition über 24 Stunden erfolgte mit einem Personendosimeter (ESM -140, Maschek Electronics), das die Teilnehmer am Oberarm auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite trugen. In der Nacht wurde das Messgerät neben dem Bett platziert. Die Hochfrequenzexposition wurde in drei Frequenzbereiche unterteilt: 1. GSM 900, 2. GSM 1800, UMTS 2100 (jeweils Uplink und Downlink), DECT-Schnurlostelefone (1880 bis 1900 MHz) und 3. WLAN-Frequenzen (2400 bis 2485 MHz). Die Exposition wurde jede Sekunde gemessen, für Werte unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze (0.05 V/m) wurde eine Belastung von 0.025 V/m angenommen. Da sich herausstellte, dass die während der Nacht gemessenen Werte aufgrund der fehlenden Bewegung nicht gültig waren, gelangten nur die tagsüber erhobenen Messwerte zur Auswertung. Zur Berechnung der individuellen Hochfrequenzbelastung wurde die durchschnittliche Feldstärke im Tagesverlauf für

jeden Frequenzbereich einzeln berechnet und quadriert. Aus diesen Durchschnittswerten wurde eine Summe gebildet, die mit den quadrierten ICNIRP-Referenzwerten invers gewichtet wurde. Die Quadratwurzel dieser Summe ergab die Gesamtexposition, ausgedrückt als Prozentsatz des ICNIRP-Referenzwertes.

Methode: Am Mittag und am Abend des Messtages füllten die Teilnehmer ein Tagebuch zur Erfassung von akuten Beeinträchtigungen des Wohlbefindens aus. Chronisch bestehende Beschwerden in den letzten sechs Monaten wurden in einem persönlichen, computergestützten Interview erfragt. Erfasst wurden Kopfschmerzen, neurologische Symptome (z.B. Tinnitus), Herz-Kreislaufbeschwerden (z.B. Herzrasen), Konzentrationsprobleme, Schlafstörungen und Müdigkeit. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Tests für bivariate Analysen sowie mittels logistischer Regression für multivariate Analysen unter Korrektur für Alter und Geschlecht. Die Auswertung bezog sich auf die Quartile der durchschnittlichen Exposition während der Tagesstunden in Prozent vom ICNIRP-Referenzwert.

Resultat: Die durchschnittliche Hochfrequenzbelastung variierte zwischen 0.13 und 0.58% des ICNIRP-Referenzwertes. Es bestand kein Unterschied zwischen Vor- und Nachmittagsmessungen. Die höchste Belastung ergab sich für München, in den kleinen Städten (Ebersberg, Grafing) war sie am niedrigsten. Der Expositionsmittelwert lag für GSM 900 bei 0.15%, für GSM 1800 bei 0.11% und für WLAN bei 0.04% des Referenzwertes. Es zeigte sich keine statistisch signifikante Assoziation zwischen der Exposition und chronischen Gesundheitsbeschwerden in den letzten sechs Monaten. Auch in Bezug auf akute Symptome zeigte sich kein Zusammenhang mit dem Ausmass der Exposition. Müdigkeit und Konzentrationsprobleme waren bei stärker belasteten Personen tendenziell weniger häufig.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, wurde in dieser Studie zum ersten Mal die Hochfrequenzexposition der Teilnehmer mit individuellen Personendosimetern erfasst. Es zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Exposition und akuten oder chronischen Symptomen. Diese Ergebnisse sollten in grösseren Studien überprüft werden.

Bemerkungen: Die Erfassung der Hochfrequenzexposition mit Hilfe von Personendosimetern ist ein entscheidender Fortschritt für die Durchführung von epidemiologischen Studien zur Mobilfunkstrahlung. Interessant wären neben den Angaben in Prozent vom Referenzwert auch die absoluten Messwerte. Aus der Publikation geht nicht hervor, auf welchen Referenzwert sich die Prozentangabe bezieht (Mittelwert für alle Frequenzbereiche?), und wie die verschiedenen Strahlungsquellen zur Gesamtbelastung beitragen. Wie die Autoren ebenfalls diskutieren, sind die Risikoschätzer für die gesundheitlichen Beschwerden aufgrund der kleinen Fallzahlen zurückhaltend zu interpretieren.

Finanzierung: Bavarian Ministry of the Environment, Public Health and Consumer Protection, Munich, Germany.

Mezei G, Gadallah M, Kheifets L.

Residential magnetic field exposure and childhood brain cancer: a meta-analysis.

Epidemiology 2008; 19 (3): 424-430

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Meta-Analyse von Studien über Hirntumoren bei Kindern und die Belastung mit elektromagnetischen Feldern.

Kollektiv: Eine Kohortenstudie und 12 Fall-Kontrollstudien, publiziert in den Jahren 1979 bis 2007, die Tumoren des Zentralnervensystems bei Kindern bis zu 20 Jahren im Zusammenhang mit der gemessenen Magnetfeldbelastung oder einem Indikator dafür untersuchten. Die Literatursuche erfolgte in PubMed, in den Referenzlisten der gefundenen Artikel und in einer informellen Umfrage unter Epidemiologen.

Exposition: In 3 Studien wurden als Mass für die Belastung Punktmessungen von Magnetfeldern durchgeführt, in 5 Studien wurde die Distanz zur nächsten Hochspannungsleitung als Indikator verwendet, und in 4 Studien wurde die langfristige Belastung auf Grund von Messungen und Expositionsjahren o.ä. berechnet.

Methode: Für jeden Indikator der Magnetfeldbelastung wurde der durchschnittliche Effektschätzer aus den Ergebnissen oder auf Grund der Zahl der Fälle und Kontrollen in den Belastungskategorien der einzelnen Studien berechnet, indem die Resultate mit dem Inversen der Varianz gewichtet wurden. Wenn Heterogenität beobachtet wurde, wurden Random-effects-Modelle gerechnet. Um eine Verzerrung durch Veröffentlichung positiver Resultate zu erkennen, wurde eine Trichtergrafik gezeichnet und die statistischen Tests nach Beggs und Egger durchgeführt.

Resultat: Aus den 5 Studien, die das Hirntumorrisiko für Kinder angeben, welche in einer Distanz von 50 m (in einer Studie: 100 m) von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten, ergab sich ein summierter Effektschätzer von 0.88 (95%-CI: 0.57-1.37). Die 3 Studien, welche die Belastung mit Wire Codes definiert hatten, ergaben

zusammen einen Effektschätzer für hohe vs. niedrige Belastung von 1.08 (0.6-1.98) und für sehr hohe Belastung von 0.83 (0.51-1.36). Die 3 Studien, in denen Punktmessungen durchgeführt worden waren, resultierten in einer Odds Ratio für Hirntumoren von 1.13 (0.61-2.1), wenn Belastungen von mindestens 0.2 μ T mit geringeren Belastungen verglichen wurden. Aus den Studien mit Berechnung der langfristigen Magnetfeldexposition ergab sich ein kombinierter Effektschätzer von 1.14 (0.65-2.00), wenn Belastungen mit mindestens 0.2 μ T mit geringeren Belastungen verglichen wurden. Fünf Studien hatten ein genügend grosses Kollektiv mit höheren Belastungen und konnten Belastungen von mehr als 0.3 oder 0.4 μ T analysieren. Aus diesen Resultaten ergab sich ein summierter Effektschätzer von 1.68 (0.83-3.43). Es gab keine Hinweise für eine Verzerrung durch selektive Publikation und auch keine Unterschiede zwischen den Studien aus skandinavischen Ländern und den übrigen.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass für keinen der Belastungsindikatoren ein erhöhtes Hirntumorrisiko festgestellt werden konnte mit Ausnahme der Analysen mit Trennpunkt bei sehr hohen Werten (0.3/0.4 μ T). Für diese Belastungsgruppen kann ein mässig erhöhtes Risiko nicht ausgeschlossen werden.

Bemerkungen: Das Ergebnis der Meta-Analyse von Hirntumoren bei Belastungen von mehr als 0.3 oder 0.4 μ T entspricht etwa demjenigen von Leukämien und Magnetfeldern, aber die Vertrauensintervalle sind viel weiter wegen der kleineren Fallzahlen. Die einzige Kohortenstudie (aus Finnland) schloss nur 37 über 15 Jahre diagnostizierte Fälle ein. Von den 5 Fall-Kontrollstudien zur Belastung von mehr als 0.3 oder 0.4 μ T hatten 4 weniger als 5 Fälle und 3 weniger als 5 Kontrollen in der höchsten Belastungskategorie.

Finanzierung: Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA 94304, USA.

García AM, Sisternas A, Hoyos SP.

Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and Alzheimer disease: a meta-analysis.

Int J Epidemiol 2008; 37 (2): 329-340

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersicht und Meta-Analyse über epidemiologische Studien zur Beziehung zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und dem Risiko für Alzheimererkrankung.

Kollektiv: 9 Fall-Kontrollstudien und 5 Kohortenstudien, im April 2006 in PubMed, EMBASE, der Cochrane Library und NIOSHTIC oder spanischen Datenbanken gesucht, publiziert zwischen 1995 und 2004. Alle Studien setzten das Risiko für Alzheimer in Beziehung zur beruflichen Belastung mit niederfrequenten Magnetfeldern. Studien, die alle Demenzerkrankungen einbezogen oder das Demenzrisiko auch für Berufe ohne EMF-Exposition untersuchten, wurden ausgeschlossen. In fünf Studien stammte die Diagnose einer Alzheimer-Erkrankung von den Sterbekarten, in 9 Studien basierte sie auf einer klinischen Untersuchung.

Exposition: Die berufliche Magnetfeldbelastung wurde in 7 Studien anhand der Berufsangabe in den Sterbekarten, der Krankengeschichte oder den beruflichen Unterlagen abgeschätzt, in den übrigen 7 Studien durch individuelle Befragungen. Bis auf eine Studie schätzen alle die Belastung quantitativ in Mikrotesla, meist auf Grund einer Berufsbelastungs-Matrix oder einer Einschätzung der Berufsbezeichnung durch Experten. Die Trennpunkte zwischen einer niedrigen und einer hohen Belastung lagen zwischen 0.2 und 2 μ T, 6 Studien wählten 0.2 μ T.

Methode: Aus den einzelnen Ergebnissen wurden mit Random-effects-Modellen gepoolte Risikoschätzer berechnet. Die statistische Heterogenität wurde mit dem Cochran-Q-Test untersucht. Für Studientyp (Fall-Kontroll vs. Kohorte), Geschlecht, Diagnosekriterien und Trennpunkt zwischen den Kategorien wurden auch Subgruppenanalysen durchgeführt und in Metaregressionen allfällige Einflüsse auf die Effektschätzer untersucht.

Resultat: Aus den 9 Fall-Kontrollstudien ergab sich für die höhere Belastung mit Magnetfeldern ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko (Odds Ratio) von 2.03 (95%-CI: 1.38-3.00) für Alzheimer, aus den 5 Kohortenstudien ein relatives Risiko von 1.62 (95%-CI: 1.16-2.27). Bei beiden Studientypen waren die Ergebnisse mässig bis stark heterogen. In den Kohortenstudien war die Risikoerhöhung für Männer homogen und deutlich mit einem relativen Risiko (RR) von 2.05 (95%-CI: 1.51-2.8). Bei Frauen war das Risiko mit RR=1.49 statistisch nicht signifikant, die Berufsbelastung der Frauen wurde aber schlecht erfasst. Bei den Fall-Kontrollstudien konnte eine Verzerrung durch selektive Veröffentlichung von kleinen Studien mit signifikanten Ergebnissen nicht ausgeschlossen werden.

Schlussfolgerung: Die Resultate lassen eine Beziehung zwischen Alzheimer und der Belastung mit niederfrequenten Magnetfeldern vermuten, am deutlichsten bei Männern, welche Expositionen von mehr als 0.5 μ T ausgesetzt waren. Es sind aber noch wichtige Aspekte kaum erforscht, wie die Dauer oder das Zeitfenster der Belastung, die Interaktion mit anderen Risikofaktoren und vor allem der biologische Mechanismus hinter der Assoziation.

Bemerkungen: Kommentar von Röösl M: "Epidemiological research on extremely low frequency magnetic fields and Alzheimer's disease - biased or informative?" in Int J Epidemiol 2008; 37(2), 341-343: Hinweis auf die Missklassifikation der Belastung auf Grund von Angaben von Verwandten und Missklassifikation der Alzheimerdiagnosen nach Angaben auf den Sterbekarten. Die starke Heterogenität und die selektive Publikation kleiner positiver Fall-Kontrollstudien mahnen zur Vorsicht hinsichtlich Rückschlüssen auf eine kausale Beziehung. Wegen der weit verbreiteten EMF-Exposition, des zunehmenden Alters der Bevölkerung und der grossen pflegerischen Belastung bei Alzheimerkrankheit, ist die Erforschung der Beziehung in methodisch sauberen Studien mit klinisch diagnostizierter Alzheimer-Erkrankung und Messung oder Einschätzung der Belastung im Beruf sowie am Wohnort wichtig.

Finanzierung: keine Angabe

Divan H, Kheifets L, Obel C, Olsen J.

Prenatal and Postnatal Exposure to Cell Phone Use and Behavioral Problems in Children.

Epidemiology 2008; 19 (4): 523-529

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Land:

Schwangerschaft: Pränatale

Europa

Nichteuropäische

Länder

Wirkungsdauer:

Langzeit

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zum Zusammenhang zwischen der Benutzung von Mobiltelefonen von Frauen in der Schwangerschaft oder nach der Geburt und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern.

Kollektiv: Im Rahmen einer landesweiten Geburtskohorten-Studie in Dänemark wurden Frauen während der Schwangerschaft und nach der Geburt ihrer Kinder (nach 6 und 8 Monaten) zu gesundheitsrelevanten Verhaltensweisen und Umwelteinflüssen befragt. Sieben Jahre danach füllten die Mütter erneut einen Fragebogen aus mit Fragen zu Lebensstil, Sozialstatus, Mobiltelefonbenutzung, Kinderkrankheiten und Verhaltensauffälligkeiten. Für die Auswertung zum Mobiltelefon lagen Daten von 13'159 Kindern vor, die zwischen 1997 und 1999 in Dänemark geboren und zum Zeitpunkt der Befragung 7 Jahre alt waren (Teilnahmerate: 65%).

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen während der Schwangerschaft und im frühen Kindesalter. Gefragt wurde nach Häufigkeit und Intensität der Benutzung sowie den Tragegewohnheiten im Stand-by-Modus und der Verwendung von Freisprechanlagen.

Methode: Das Verhalten der Kinder wurde in einem Fragebogen mit 25 Fragen erfasst. Aus den Antworten der Mütter wurde eine Gesamtpunktzahl sowie Werte für vier spezifische Auffälligkeitsformen errechnet (Emotionalität, Benehmen, Hyperaktivität, Sozialkompetenz). Daraus ergaben sich drei Gruppen: 0=normal, 1=borderline, 2=abnormal. Die Berechnung der Odds Ratios für den Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Verhaltensstörungen erfolgte mittels logistischer Regression. In den Modellen wurden mehrere Einflussfaktoren berücksichtigt: Geschlecht des Kindes, Alter der Mutter, psychische Erkrankungen der Mutter, Sozialstatus, Rauchen in der Schwangerschaft.

Resultat: Im Alter von sieben Jahren benutzten 30% der Kinder ein Mobiltelefon, aber weniger als 1% telefonierte damit über eine Stunde pro Woche. Fast die Hälfte der Kinder waren weder vor noch nach der Geburt mit Mobiltelefonen in Kontakt gekommen, bei ungefähr 11% bestand sowohl vor als auch nach der Geburt eine Mobiltelefonexposition. Bei fast 90% der Kinder stuften die Mütter das Verhalten als "normal" ein. Für Kinder mit Mobiltelefonexposition vor und nach der Geburt ergab sich im Vergleich zu Kindern ohne Mobiltelefonkontakt ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für Verhaltensauffälligkeiten insgesamt (Odds Ratio: 1.80, 95%-CI: 1.45-2.23). Dieser Zusammenhang bestand auch nach Korrektur für andere Einflussfaktoren wie Geschlecht des Kindes, Alter und Rauchgewohnheiten der Mutter sowie Sozialstatus. Die Mobiltelefonbenutzung der Mutter in der Schwangerschaft war deutlicher mit Verhaltensauffälligkeiten des Kindes assoziiert als der Telefongebrauch im Kindesalter. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang bestand auch bei Auswertung der verschiedenen Subgruppen und für die unterschiedlichen Auffälligkeitsformen. Eine Dosis-Wirkungsbeziehung war nicht zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in dieser Studie ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern beobachtet wurde. Dies galt vor allem für den Gebrauch der Mütter in der Schwangerschaft. Da die beobachtete Assoziation auch durch andere Faktoren verursacht sein könnte, sollten die Ergebnisse in weiteren Studien überprüft werden.

Bemerkungen: In den statistischen Auswertungen der Studie wurden einige Faktoren berücksichtigt, die den Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Verhaltensauffälligkeiten beeinflussen könnten. Auch in den stratifizierten Analysen zeigte sich eine Assoziation. Über einige Risikofaktoren liegen dagegen keine Informationen vor, z.B. zu psychischen Erkrankungen der Väter. Wie die Autoren anmerken, kann nicht beurteilt werden, ob es sich bei der beobachteten Assoziation um einen ursächlichen Zusammenhang handelt. Auch das Ausmass der Strahlenexposition des ungeborenen Kindes durch die Mobiltelefonbenutzung der Mutter in der Schwangerschaft ist unklar. Möglicherweise ist auch der Umgang der Mütter mit ihren Kindern (z.B. Grad der Aufmerksamkeit) oder die Beurteilung des kindlichen Verhaltens in den Gruppen mit und ohne Mobiltelefonbenutzung unterschiedlich. Denkbar ist zum Beispiel, dass beruflich stark belastete Mütter viel telefonieren und ihre Kinder aufgrund der hektischeren Umgebung oder der geringeren Aufmerksamkeit von Seiten der Mutter ein höheres Risiko für Verhaltensauffälligkeiten haben. Zu dieser Studie sind in der selben Ausgabe von "Epidemiology" (Vol.19, Nr.4) drei Kommentare erschienen: M. Linet (S. 530f), L. Kheifets/J. Olsen (S.532f) und D. Savitz (S.534f). Ein weiterer Kommentar von B. Hocking betrifft die Melatoninhypothese und ist publiziert in Epidemiology 2009; 20(2): 312.

Finanzierung: University of California (UCLA), School of Public Health

Mezei G, Spinelli JJ, Wong P, Borugian M, McBride ML.

Assessment of Selection Bias in the Canadian Case-Control Study of Residential Magnetic Field Exposure and Childhood Leukemia.

Am J Epidemiol 2008; 167 (12): 1504-1510

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung einer möglichen Verzerrung der Ergebnisse der kanadischen Fall-Kontrollstudie über Leukämie bei Kindern im Zusammenhang mit häuslicher Magnetfeldbelastung. Die Verzerrung durch selektive Beteiligung von weniger stark belasteten Kontrollkindern wurde untersucht, indem die Magnetfeldexposition derjenigen Kontrollfamilien überprüft wurde, die die Teilnahme an der Gesamtstudie verweigert hatten.

Kollektiv: 340 Kinder mit einer Leukämie-Diagnose im Zeitraum zwischen 1990 und 1995, im Alter von 0 bis 14 Jahren aus 4 Provinzen Kanadas. Die Kontrollgruppe bestand aus 187 Kindern, die an der Originalstudie teilgenommen hatten, sowie aus 153 Kindern, welche abgelehnt hatten, als Kontrollen zu dienen und 153 Kindern, die als Ersatz angefragt wurden und teilgenommen hatten. Insgesamt wurden die Daten von 833 Kindern ausgewertet, alle aus dem Kollektiv der kanadischen Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und Kinderleukämie-Risiko (McBride et al.: Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada. American Journal of Epidemiology 1999: 149 (9), 831-842).

Exposition: Da die Abschätzung der Belastung mit Magnetfeldern ohne Mitwirken der Teilnehmenden nur mit Verkabelungscodes möglich ist, wurde dieses Mass dazu verwendet, um abzuschätzen, ob die Nichtteilnehmer gleich stark, stärker oder schwächer exponiert waren als die teilnehmenden Kontrollkinder. Ein für den Fall-Kontrollstatus verblindetes Team mass die Distanz des Hauses von der nächsten Stromleitung für das ganze Kollektiv neu aus und beurteilte die Belastung gemäss den 5 Wertheimer-Leeper Wire-Code-Kategorien. Mehrfamilienhäuser mit mehr als 5 Stöcken oder 4 Wohnungen pro Ebene wurden nicht kategorisiert.

Methode: Die Autoren verglichen die neuen und alten Verkabelungscodes bei den Teilnehmern, die jetzt und bei der Erstanalyse einbezogen worden waren. Sie verglichen die Verweigerer mit den Kontrollkindern bezüglich

Verkabelungscodes, Einkommen und Gemeindegrösse mit bedingter logistischer Regression für passende Paare. Dann wurden Risikoschätzer für Leukämie bei Kindern für jede Belastungskategorie der Verkabelungscodes berechnet, wozu unbeschränkte logistische Regressionsmodelle mit Einschluss von Alter, Geschlecht und Provinz verwendet wurden.

Resultat: Für 626 Wohnungen konnten die alten und neuen Verkabelungscodes verglichen werden. Sie stimmten im Allgemeinen gut überein. Beim paarweisen Vergleich der nicht teilnehmenden und der teilnehmenden Kontrollkinder stimmte die Häufigkeitsverteilung über die 5 Wertheimer-Leeper-Kategorien (WL-Kategorien) und auch über die 3 Kaune-Savitz-Kategorien (KS-Kategorien) ebenfalls gut überein. Es zeigte sich aber ein leichter Trend, dass die nicht Teilnehmenden etwas häufiger in der höchsten Belastungskategorie waren (für WL-Kategorien: OR 1.5, 95%-CI: 0.7-3.4; für KS-Kategorien: OR 1.2, 95%-CI: 0.6-2.2). Eine höhere Belastung war häufiger in den Quartieren mit niedrigerem Sozialstatus. Nicht teilnehmende Kinder lebten häufiger in Quartieren mit niedrigerem Sozialstatus. Bei Berechnung des Risikos für Leukämie nach der ursprünglichen Expositionsbeurteilung ergaben sich für die beiden oberen WL-Kategorien im Vergleich mit den geringer belasteten drei Kategorien Odds Ratios von 0.8 (95%-CI: 0.6-1.11) und 1.7 (95%-CI: 1.0-3.0). Nach der neuen Expositionsschätzung lagen die entsprechenden Odds Ratios bei 1.1 (95%-CI: 0.7-1.5) und 1.6 (95%-CI: 1.0-2.6). Bei Verwendung der Nichtteilnehmer als Kontrollkinder ergaben sich Odds Ratios von 1.1 (95%-CI: 0.7-1.5) und 1.3 (95%-CI: 0.8-2.1).

Schlussfolgerung: Die Autoren stellen fest, dass eine leichte Verzerrung durch selektive Auswahl von besser gestellten und weniger exponierten Kontrollkindern bei der am stärksten belasteten Kategorie nicht ausgeschlossen werden kann. Sie führen aus, dass dies aber nicht den ganzen beobachteten Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und Leukämie bei Kindern erklären kann. Allerdings ist es schwierig, die Exposition von Nichtteilnehmern korrekt zu ermitteln. Deshalb kann auch nicht geschlossen werden, dass eine Selektionsverzerrung bei solchen Studien keinen Einfluss hat.

Bemerkungen: Eine frühere Übersichtsarbeit zu diesem Problem ist zu finden in Mezei G.; Kheifets L.: Selection bias and its implications for case-control studies: a case study of magnetic field exposure and childhood leukaemia. Int J Epidemiol 2006; 35 (2), 397-406. Da dieselbe Autorengruppe in diversen Publikationen festgestellt hatte, dass Leukämie bei Kindern in niedrigeren Sozialklassen (gemessen mit dem Einkommen, nicht aber mit dem Beruf des Vaters) eher seltener vorkommt, wäre ein Vergleich des Sozialstatus der Nichtteilnehmer und Teilnehmer auf individueller Ebene ebenso interessant (aber hier nicht möglich). Ein höheres (individuelles) Einkommen der Kontrollfamilien würde den Effekt eher unterschätzen lassen.

Finanzierung: Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, USA.

Mejia-Arangure JM, Fajardo-Gutierrez A, Perez-Saldivar ML, Gorodezky C, Martinez-Avalos A, Romero-Guzman L, Campo-Martinez MA, Flores-Lujano J, Salamanca-Gomez F, Velasquez-Perez L.

Magnetic fields and acute leukemia in children with Down syndrome.

Epidemiology 2007; 18 (1): 158-161

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen häuslicher Magnetfeldexposition und Leukämie bei Kindern mit Down-Syndrom. Kinder mit Down-Syndrom haben generell ein stark erhöhtes Leukämierisiko.

Kollektiv: Von 1995 bis 2003 wurden 42 Kinder mit Down-Syndrom und Leukämie sowie 124 nicht an Leukämie erkrankte Kinder mit Down-Syndrom für die Studie rekrutiert. Alle Teilnehmer waren unter 16 Jahre alt und wohnten in Mexico City. Die Daten der leukämiekranken Kinder stammten von den vier öffentlichen Kliniken der Stadt, in denen Kinder mit Krebserkrankungen behandelt werden. Aufgenommen wurden alle im Studienzeitraum registrierten Fälle. Insgesamt existieren in Mexico City 76 Zentren für Kinder mit Down-Syndrom, in denen im Studienzeitraum 1409 Kinder mit Down-Syndrom betreut wurden. Die 124 Kontrollkinder stammten aus zwei Einrichtungen für Kinder mit Down-Syndrom, in denen die Diagnose mit genetischen Tests gesichert wird. Um Verzerrungen durch einen Auswahlfehler zu beurteilen, wurde zusätzlich eine klinikbasierte Kontrollgruppe gebildet. Für diese Gruppe geeignet waren Kinder, die wegen anderer Erkrankungen in den zuweisenden Kliniken der Leukämiepatienten behandelt worden waren. In die zweite Kontrollgruppe aufgenommen wurden 126 von 473 Kindern (27%).

Exposition: Die Magnetfeldbelastung wurde während mindestens fünf Minuten an der Haustür der jeweiligen Wohnung gemessen (EMDEX II) und ein Mittelwert gebildet. Zusätzlich beurteilten geschulte Mitarbeiter die Distanz zu den umliegenden Freileitungen. Aus diesen Angaben wurden die Wohnungen in drei Wire-Code-Kategorien (nach Kaune und Savitz) unterteilt.

Methode: Die Eltern wurden in persönlichen Interviews zu Faktoren befragt, die das Leukämierisiko beeinflussen könnten: Geschlecht und Geburtsgewicht des Kindes, Alter der Mutter, Krebserkrankungen in der

Familie, Wohnsituation (=Indikator für den Sozialstatus) und Region in Mexico City. Als Umweltbelastungen am Wohnort wurden abgefragt: Chemikalien (Herbizide, Dünger, Insektizide) und Verkehrsdichte auf Strassen in einer Entfernung von weniger als 500 m. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nicht bedingter logistischer Regression unter Korrektur für Geschlecht, Alter und Geburtsgewicht des Kindes, Alter der Mutter über 35 J., Sozialstatus, Krebserkrankungen in der Familie, Verkehrsdichte und Wohnregion.

Resultat: Die Kinder in der höchsten Belastungskategorie (durchschnittliche Messwerte über 6 mG (=0.6 μ T)) hatten verglichen mit der Referenzgruppe (<0.1 μ T) ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für eine akute Leukämie. Zu dieser Kategorie gehörten zehn Leukämiepatienten und 13 Kontrollkinder, die Odds Ratio betrug 3.7 (95%-CI: 1.05-13.06). Bei Verwendung der Wire-Code-Expositionskategorien war das Erkrankungsrisiko in den stärker belasteten Gruppen ebenfalls erhöht, aber statistisch nicht signifikant: OR von 5.81 (95%-CI: 0.92-37) in der mittleren Kategorie (21 Fälle, 55 Kontrollen) und 4.1 (95%-CI: 0.66-25) in der obersten Kategorie (19 Fälle, 55 Kontrollen). Die soziodemographischen Charakteristika waren in beiden Kontrollgruppen ähnlich. Der einzige Unterschied war, dass 63% der Kontrollkinder mit Down-Syndrom in Wohnungen mit versiegeltem Fussboden wohnten, und 45% der Klinikkontrollen. Ausserdem war der geometrische Mittelwert der Magnetfeldbelastung in der ersten Kontrollgruppe höher als in der zweiten (0.149 μ T vs. 0.095 μ T).

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den Resultaten, dass ein Zusammenhang zwischen häuslicher Magnetfeldbelastung über 6 mG (=0.6 μ T) und dem Leukämierisiko von Kindern mit Down-Syndrom bestehen könnte.

Bemerkungen: Der Ansatz, den Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und Leukämie in einer Gruppe mit erhöhtem Grundrisiko zu untersuchen, ist interessant. Die Darstellung der Studie in diesem kurzen Bericht ist allerdings auch unter Einbezug des zusätzlichen Online-Materials etwas dürftig. Es wird nicht diskutiert, dass in den mittleren Kategorien der gemessenen Magnetfeldexposition (von 1.01 bis 3.99 und 4.00 bis 5.99 mG) keine Zunahme des Leukämierisikos zu beobachten ist (beide ORs unter 1). Leider wird kein Effektschätzer für Expositionen über 4 mG präsentiert.

Finanzierung: Instituto Mexicano del Seguro Social, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia, Fondos Sectoriales Salud.

Kheifets L, Monroe J, Vergara X, Mezei G, Afifi AA.

Occupational electromagnetic fields and leukemia and brain cancer: an update to two meta-analyses.

J Occup Environ Med 2008; 50 (6): 677-688

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Nachführung zweier früher publizierten Meta-Analysen über die Risiken für Leukämie und für Hirntumoren, die mit Magnetfeldbelastung im Beruf verbunden sind.

Kollektiv: 20 Studien über die berufliche Magnetfeldbelastung und das Hirntumorrisiko sowie 21 Studien zum Leukämierisiko. Die Studien wurden im Zeitraum von 1993 bis 2007 in englischer Sprache publiziert. Die Literatursuche erfolgte in PubMed, in den Referenzlisten der gefundenen Artikel und in eigenen Unterlagen.

Exposition: Die Magnetfeldexposition wurde entweder quantitativ in Mikrottesla auf Grund einer Berufsbelastungs-Matrix geschätzt oder als niedrig, mittel und hoch eingestuft gemäss Beurteilung der Berufsbezeichnung durch Experten. Die Information zum Beruf stammte aus Befragungen oder von Firmenangaben oder beruhte nur auf Angaben auf Sterbekarten oder in Volkszählungen. Zur Vergleichbarkeit verschiedener Einteilungen wurden vier Expositionskategorien definiert (bis 25. Perzentile: nicht exponiert, 25.-75. Perzentile: niedrig, 75-90. Perzentile: mittel und über 90. Perzentile: stark exponiert).

Methode: Aus den Studien wurden folgende Daten extrahiert: Effektschätzer für das relative Risiko, Land, Erhebungszeit, Publikationszeit, Studienplan, ob die Belastung mit elektromagnetischen Feldern von Anfang an Studienziel war, Vergleichsbevölkerung, Verzerrungsmöglichkeit, Herkunft der Information über den Beruf, Berufscodierung, Abschätzung der Belastung, Zahl der kontrollierten Störfaktoren, Art der Zielgrösse, Basis der Klassifizierung der Krankheit, Spezifität der Erkrankung, statistische Methoden. Die 16 Punkte wurden nach einem Score beurteilt. Zur Meta-Analyse wurden korrigierte relative Risiken benutzt, wenn möglich für die am höchsten belastete Kategorie.

Dabei wurden die Studien mit verschiedenen Methoden gewichtet, im Hauptmodell mit der inversen Varianz,

aber auch nach Studienqualität, Publikationsalter etc. Mit verschiedenen Tests wurden Verzerrungen geprüft.

Resultat: Für die Gehirntumoren ergab die Meta-Analyse über die 20 neuen Studien einen Effektschätzer von 1.10 (95%-CI: 0.99-1.23). Zusammen mit den bis 1993 erschienen Studien (Effektschätzer damals 1.21) betrug der kombinierte Effektschätzer 1.14 (95%-CI: 1.07-1.22). Das Risiko für die Gliome war in den neuen Studien mit RR 1.16 und insgesamt mit 1.18 auch einzeln signifikant. Bei den neueren Studien bestand eine gewisse Heterogenität. Von den 8 Studien, in denen eine Belastungs-Wirkungsfunktion untersucht werden konnte, zeigte nur eine konsistent ein höheres Risiko bei stärkerer Magnetfeldexposition. Für die Leukämien ergab die Meta-Analyse der 21 neuen Studien ein RR von 1.13 (95%-CI: 1.07-1.19), zusammen mit den früher publizierten Studien RR 1.16 (95%-CI: 1.11-1.22), die Heterogenität war gering. Die Risiken waren vor allem für die lymphatischen Leukämien erhöht (akute LL: neue Studien 1.38, kombiniert 1.37; chronische LL: neue Studien 1.18, kombiniert 1.35). Die 7 Studien mit 4 Belastungskategorien zeigten nur für die höchste Belastung ein erhöhtes Risiko. Es gab keine Hinweise auf eine Veröffentlichungsverzerrung, und die Resultate änderten sich nicht bei anderer Gewichtung der Studien, wenn einzelne Studien weggelassen wurden oder in verschiedenen weiteren Sensitivitätsanalysen.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus dem Fehlen einer klaren Dosis-Wirkungsbeziehung und den eher niedrigeren Effektschätzern bei den neueren Studien mit verbesserter Methodik, dass die Ergebnisse die Hypothese einer kausalen Beziehung zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und Erkrankungsrisiko nicht stützen.

Bemerkungen: Die Heterogenität der Ergebnisse wird nicht im Hinblick auf die Exposition untersucht. Die Stärke der Belastung als Durchschnitt der verwendeten Vergleichskategorie oder als Trennpunkt der jeweils höchsten Expositions-kategorie in den Studien wird nicht angegeben (z.B. 20 Belastungsjahre mit mehr als 0.5 μ T). Dies gilt auch für die 7 Studien zur Leukämie, die nur für die höchste Exposition ein Risiko finden. So kann weder über eine mögliche Schwelle etwas ausgesagt, noch die Exposition der früheren Studien mit der Exposition in den neueren Publikationen verglichen werden.

Finanzierung: Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA 94304, USA.

McCurdy A, Wijnberg L, Loomis D, Savitz D, Nylander-French L.

Exposure to extremely low frequency magnetic fields among working women and homemakers.

Ann Occup Hyg 2001; 45 (8): 643-650

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Magnetfeldbelastung von Frauen in verschiedenen Berufen und bei der Hausarbeit.

Kollektiv: Die Teilnehmerinnen (27 bis 79 J.) wurden aus Untergruppen einer bevölkerungsbasierten Fall-Kontrollstudie in den USA zur Entstehung von Brustkrebs rekrutiert. Die Angaben zu den Patientinnen stammten aus dem Krebsregister von North Carolina, die Kontrollpersonen wurden aus Verzeichnissen von Auto- und Krankenversicherungen ausgewählt. Nach dem Ausschluss von Frauen über 65 wurde 610 potenzielle Teilnehmerinnen kontaktiert, 273 (45%) stimmten zu. In die Auswertung kamen schliesslich Daten von 202 Frauen (33%).

Exposition: Gemessen wurde die Magnetfeldexposition mit kleinen Messgeräten (AMEX 3-D), die die Teilnehmerinnen an einem oder zwei Tagen tagsüber in der Tasche oder am Gürtel trugen. Das Messgerät erfasst einen Frequenzbereich von 25 bis 1200 Hz, und ist auf 60 Hz kalibriert. Die Nachweisgrenzen liegen bei 0.02 und 15 μ T. Ausgegeben wird ein zeitgewichteter Durchschnittswert (TWA), Spitzenbelastungen können nicht angezeigt werden. Der TWA wurde berechnet, indem man die kumulative Expositionsintensität (in μ T-Stunden) durch die Anzahl der Stunden teilte, während denen das Gerät getragen wurde.

Methode: Die Teilnehmerinnen wurden in persönlichen Interviews zu niederfrequenten Strahlungsquellen am Arbeitsplatz und zu Hause befragt: Art der elektrischen Geräte, durchschnittliche Gebrauchsdauer, Entfernung von den Geräten, Ausstattung des Arbeitsplatzes bzw. für Hausfrauen Grösse und Art des Wohnhauses, Distanz zu Freileitungen, Material der Wasserrohre (Metall oder Plastik). Zusätzlich füllten die Teilnehmerinnen während der Messung ein Aktivitätstagebuch aus. Berufstätige Frauen wurde vor Auswertung der Messdaten gemäss ihren Angaben zum Beruf in sechs Gruppen eingeteilt: Lehrerinnen, Krankenschwestern/medizinisch-technische

Assistentinnen, Büroangestellte, Programmiererinnen/Technikerinnen und Industriearbeiterinnen, Arbeiterinnen in verschiedenen Berufen. In multivariaten linearen Regressionen wurde die Übereinstimmung zwischen den Angaben der Teilnehmerinnen und den Messwerten überprüft.

Resultat: Die 202 Teilnehmerinnen führten insgesamt 333 Messungen durch (von 136 Frauen lagen Messwerte für zwei Tage vor). 133 Frauen waren berufstätig, 69 Hausfrauen. Die drei grössten Berufsgruppen waren: Lehrerinnen (14%), Büroangestellte (27%) und Arbeiterinnen in verschiedenen Berufen (11%). Für berufstätige Frauen lag der geometrische Mittelwert der zeitgewichteten Durchschnittsbelastung bei $0.138 \mu\text{T}$ (Bereich: 0.022 bis $3.636 \mu\text{T}$), für Hausfrauen bei $0.113 \mu\text{T}$ (Bereich: 0.022 bis $0.403 \mu\text{T}$). Die Berufsgruppe mit der höchsten Magnetfeldexposition waren die Industriearbeiterinnen mit einem Mittelwert von $0.265 \mu\text{T}$ (0.054 bis 3.436). Der niedrigste Mittelwert ergab sich für Lehrerinnen bzw. Schulverwaltungsangestellte: $0.099 \mu\text{T}$ (0.035 bis 0.673). Die Variabilität der Belastung war innerhalb der Berufsgruppen grösser als für einzelne Personen zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Eine im Vergleich zu Hausfrauen statistisch signifikant höhere Magnetfeldbelastung hatten Industrie- und andere Arbeiterinnen. Die Angaben der Teilnehmerinnen in den Tagebüchern bezüglich Entfernung von Magnetfeldequellen stimmten nicht gut mit der gemessenen Belastung überein. Auch bei den Hausfrauen war weder die Nähe von Stromleitungen, noch die Grösse oder Art des Hauses mit der Exposition korreliert. Überraschenderweise hatten Teilnehmerinnen, in deren Häusern Wasserleitungen aus Metall installiert waren, eine niedrigere Magnetfeldbelastung als Frauen aus Häusern mit Wasserrohren aus Plastik. Insgesamt hatten 28% der Berufstätigen und 13% der Hausfrauen einen mittleren TWA über $0.2 \mu\text{T}$.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren ausführen, belegen die Resultate, dass es schwierig ist, die Magnetfeldexposition anhand von Berufsbezeichnungen oder Teilnehmerangaben zur Benutzung von elektrischen Geräten oder zur Entfernung von Magnetfeldquellen abzuschätzen. Frauen in den untersuchten Berufen waren mit Ausnahme der Arbeiterinnen keinen hohen Expositionen ausgesetzt.

Bemerkungen: Um die intraindividuellen Schwankungen der Magnetfeldbelastung zu erfassen, wären Messungen über einen längeren Zeitraum notwendig. Eine Aussage über den Zusammenhang zwischen Exposition und Brustkrebsrisiko lässt sich aus dieser Untersuchung nicht ableiten.

Finanzierung: National Cancer Institute

Kheifets L, Afifi AA, Shimkhada R.

Public health impact of extremely low-frequency electromagnetic fields.

Environ Health Perspect 2006; 114 (10): 1532-1537

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Ausgehend von epidemiologischen Studienresultaten zum Zusammenhang von häuslicher Magnetfeldexposition und Leukämierisiko bei Kindern wird berechnet, wie viele Erkrankungsfälle pro Jahr weltweit und in verschiedenen Ländern auf die Exposition zurückzuführen sind, wenn es sich bei der beobachteten Assoziation um einen ursächlichen Zusammenhang handelt.

Kollektiv: Die Berechnungen beruhen auf zwei Analysen (Ahlbom et al. 2000, Greenland et al. 2000), in denen die Ergebnisse von neun resp. 15 Studien aus verschiedenen Ländern zum Leukämierisiko bei Kindern unter 14 Jahren gemeinsam ausgewertet wurden.

Exposition: Die Angaben zur häuslichen Magnetfeldexposition stammen aus Mess-Studien und Fall-Kontrollstudien in verschiedenen Ländern. Bezogen auf die ganze Welt sind ungefähr 4 bis 5% der Bevölkerung einer durchschnittlichen Exposition von über 0.3 μ T ausgesetzt. Eine Ausnahme bildet Korea, hier liegt dieser Anteil bei 7.8%. Eine mediane Belastung über 0.4 μ T haben 1 bis 2% der Bevölkerung.

Methode: Anhand der Resultate der epidemiologischen Studien wurde ein Dosis-Wirkungszusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko von Kindern abgeleitet. Ausgehend von diesen Ergebnissen und der Verteilung der Exposition in der Gesamtbevölkerung wurde der Anteil an Erkrankungen berechnet, der auf die Magnetfeldexposition zurückgeführt werden kann (=attributable Fraktion). Die Anzahl der Leukämieerkrankungen im Zusammenhang mit der Exposition errechnete sich durch Multiplikation der attributablen Fraktion mit der Leukämieprävalenz im jeweiligen Land resp. Kontinent. Daten zur Verteilung der Magnetfeldexposition lagen für Länder in Nordamerika, Europa und Asien vor.

Resultat: Der errechnete Anteil der auf die Magnetfeldexposition zurückzuführenden Leukämie-Erkrankungen bei Kindern unter 14 Jahren lag im Allgemeinen bei 3 bis 4%, in einigen Ländern unter 1%. Bei einer weltweiten Inzidenz von ca. 49000 Erkrankungen ergaben sich daraus zwischen 100 und 2400 Fälle jährlich im Zusammenhang mit Magnetfeldexpositionen über 0.3 μ T (arithmetischer Mittelwert) oder 0.4 μ T (geometrischer Mittelwert). Je nach Annahmen zum Ausmass der Exposition ist in Nordamerika von 41 bis 121 zusätzlichen Fällen pro Jahr auszugehen und in Europa von 9 bis 163 zusätzlichen Fällen.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass zur Zeit nicht beurteilt werden kann, ob die Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern das Leukämierisiko bei Kindern erhöht. Wenn man von einem ursächlichen Zusammenhang ausgeht, sind schätzungsweise <1 bis ca. 4% der Erkrankungen auf die Magnetfeldexposition zurückzuführen. Da die Berechnung stark von der Verteilung der Exposition in der Bevölkerung abhängt, sollten grosse, systematische Mess-Studien durchgeführt werden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, beruhen die Schätzungen auf zahlreichen Annahmen und sind daher sehr unpräzise. Bei den Ungenauigkeiten kann sich um Zufallsfehler handeln (Variabilität in der Exposition, Messfehler) oder um eine systematische Verzerrung, zum Beispiel durch unterschiedliche Beteiligung von Patienten und Kontrollkindern (Selektionsbias). Das Ausmass dieser Fehler und die Auswirkungen, die sie auf die Ergebnisse haben können, sind schlecht abschätzbar. Die genaue Krankheitsdefinition geht aus der Publikation nicht hervor (alle Leukämien gemeinsam? Lymphome?).

Finanzierung: Electric Power Research Institute, Palo Alto, California

Stovner LJ, Oftedal G, Straume A, Johnsson A.

Nocebo as headache trigger: evidence from a sham-controlled provocation study with RF fields.

Acta Neurol Scand 2008; 117 (Suppl. 188): 67-71

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Elektrohypersensibilität,
	Personen mit	Beschwerden
<u>Exposition:</u>	Elektrohypersensibilität	Zentralnervensystem
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Anschlussuntersuchung an die Provokationsstudie von Oftedal et al.: Mobile phone headache: a double blind, sham-controlled provocation study. Cephalalgia 2007; 27 (5), 447-455. Die klinischen Charakteristika des Kopfschmerzes sollen genauer untersucht und das so genannte Nocebo-Phänomen diskutiert werden.

Kollektiv: Untersucht wurden die Teilnehmer der Provokationsstudie: 17 Probanden (davon 12 Männer), die Beschwerden während oder kurz nach der Benutzung von Mobiltelefonen angaben. Die Rekrutierung erfolgte von Februar bis September 2005 in Trondheim, Norwegen, über Zeitungsinserate und Medienberichte. Zur Auswahl standen ursprünglich 42 Personen.

Exposition: Das Signal wurden von einem GSM-Mobiltelefon generiert und an zwei Dipolantennen übertragen, die an der Wand des Untersuchungsraums angebracht waren. Die Antennen befanden sich 8.5 cm vom Kopf entfernt, exponiert wurde jeweils die zum Telefonieren bevorzugte Kopfseite. Frequenz: 902.4 MHz, Pulsrate: 217 Hz, max. Sendeleistung: 2 W. Räumlicher Spitzenwert der spezifischen Absorptionsrate über 1 g Gewebe: 1.0 W/kg.

Methode: In einem offenen Provokationstest wurde zuerst das Auftreten von Beschwerden überprüft. Die eigentliche Testung erfolgte unter Doppelblindbedingungen. Die Exposition resp. Scheinexposition dauerte 30 Minuten, die Reihenfolge der Expositionen war zufällig. Während der Exposition sahen die Teilnehmer Dokumentarfilme auf Video, und es wurden Puls und Blutdruck registriert. Jeder Proband konnte bis zu vier Expositionspaare absolvieren. Zwischen den Durchgängen lag ein Abstand von mindestens zwei Tagen. Das Auftreten von Kopfschmerzen und "anderen Symptomen" wurde in zwei visuellen Analogskalen vor und direkt nach der Exposition sowie in den sieben auf die Exposition folgenden Stunden erfasst. Zusätzlich füllten die Teilnehmer einen generellen Fragebogen zu Kopfschmerzen aus und wurden von einem Neurologen untersucht.

Resultat: Die Befragung ergab, dass 7 von 17 Teilnehmer bei jeder Benutzung eines Mobiltelefons Kopfschmerzen bekamen, 8 Personen bei mehr als jedem zweiten Telefonat, eine Person bei jedem zweiten bis dritten Gespräch und eine Person bei weniger als jedem dritten Telefonat. Elf Teilnehmer berichteten über gelegentliche Kopfschmerzen auch unabhängig von der Mobiltelefonbenutzung. Laut neurologischem Befund handelte es sich bei sechzehn Teilnehmern um einen Spannungskopfschmerz, bei einer Person bestand kein eigentlicher Kopfschmerz, sondern ein unangenehmes Geräusch im Ohr. Fünfzehn Personen absolvierten alle vier Expositionsdurchgänge, insgesamt wurden 65 Paare von Exposition und Scheinexposition durchgeführt (130 Durchgänge). Nach 34 der 65 Testdurchgänge mit realer Exposition traten Kopfschmerzen auf (bei 10 Teilnehmern beidseitig). Bei zehn Probanden war der Schmerz direkt im oder über dem Ohr lokalisiert, bei 15 waren die Beschwerden auf die zum Telefonieren benutzten Seite beschränkt. Bei Scheinexposition wurde in 11 von 33 Durchgängen mit Kopfschmerzen beidseitige Beschwerden registriert ($p=0.93$, Chi-Quadrat-Test). Bezüglich der Schmerzlokalisation (Schläfe, Ohr, Gesicht) bestanden ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keinen Hinweis darauf, dass die Mobiltelefonbenutzung Kopfschmerzen verursacht. Sie vermuten, dass die Erwartung negativer Auswirkungen ein wichtiger Entstehungsmechanismus für Kopfschmerzen im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung ist ("Nocebo-Effekt").

Bemerkungen: Die Resultate werden leider nur stark zusammengefasst dargestellt, z.B. gibt es keine Angaben zum Vergleich der Kopfschmerzhäufigkeit insgesamt in beiden Gruppen. Zudem fehlen Zahlen zur Berechnung der statistischen Power. Das könnte bei der kleinen Anzahl an Probanden ein Problem sein. In der Originalpublikation ist eine etwas ausführlichere Darstellung zu finden (Ofstedal et al. 2007).

Finanzierung: Research Council of Norway, Norwegian Post and Telecommunication Authority, Telenor, Netcom.

Hillert L, Akerstedt T, Lowden A, Wiholm C, Kuster N, Ebert S, Boutry C, Moffat SD, Berg M, Arnetz BB. The effects of 884 MHz GSM wireless communication signals on headache and other symptoms: an experimental provocation study.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (3): 185-196

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie zur Frage, ob die Mobiltelefonbenutzung sich kurzfristig auf selbstberichtete Beschwerden wie Kopfschmerzen, Schwindel, Hautreizung und Hitzeempfinden auswirkt. Überprüfung der Feldwahrnehmungsfähigkeit. In der Studie wurden auch Auswirkungen auf Schlafparameter und andere Zielgrössen untersucht, frühere Ergebnisse finden sich in: Arnetz et al., PERS Online 2007: 3 (7), 1148-1150, DOI: 10.2529/PIERS060907172142.

Kollektiv: 38 Personen (davon 22 Frauen), die Beschwerden wie Kopfschmerzen oder Schwindel im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung angaben, und 33 Personen (davon 14 Frauen) ohne solche Beschwerden. Alter: 18 bis 45 Jahre. Alle Teilnehmer gaben eine Mobiltelefonbenutzung von mindestens 5 Minuten pro Tag an (bis zu 5 Stunden).

Exposition: Expositionseinheit mit GSM-Signal, Frequenz: 884 MHz, ca. 20 cm von der linken Kopfseite entfernt. Die Signale simulierten die Exposition während eines Telefonats mit einem Mobiltelefon inklusive Wechsel zwischen Reden und Zuhören (non-DTX- resp. DTX-Modus). Der zeitlich gemittelte Durchschnittswert der spezifischen Absorptionsrate betrug 1.4 W/kg (peak spatial SAR über 10 g Gewebe).

Methode: Alle Probanden durchliefen unter Doppelblindbedingungen drei Expositionssitzungen von jeweils drei Stunden Dauer: Eingewöhnung, Scheinexposition und Hochfrequenzexposition. Die Reihenfolge von Exposition und Scheinexposition war zufällig. Der Abstand zwischen den drei Sitzungen betrug mindestens eine Woche, der Beginn war jeweils um 19:30 Uhr. Während der Exposition absolvierten die Probanden verschiedene neuropsychologische Tests, lasen oder ruhten sich aus. Das Auftreten von Symptomen wurde mithilfe einer Likert-Skala dreimal erfasst: vor Expositionsbeginn sowie nach 1.5 und 2.75 Stunden Exposition. Die Auswertung der Daten erfolgte in generalisierten linearen Modellen mit den Faktoren: Expositionsart,

Gruppenzugehörigkeit, Sitzungsnummer und ein Interaktionsfaktor zwischen Exposition und Gruppe.

Resultat: In der Gruppe mit selbstberichteten Beschwerden war der Anteil der Personen, die über 40 Minuten pro Tag ein Mobiltelefon benutzten, signifikant höher als in der nicht sensiblen Gruppe (58 vs. 39%, $p < 0.05$). Bei beiden Gruppen war die Trefferquote für die Zuordnung der (Schein-)Exposition nicht besser als per Zufall zu erwarten wäre (Odds Ratio: 1.4, 95%-CI: 0.61-3.1). Nach 2.75 Stunden Exposition zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich Kopfschmerzen: Bei realer Exposition traten häufiger Kopfschmerzen auf als bei Scheinexposition (OR: 2.49, 95%-CI: 1.16-5.38), und der Schweregrad war höher ($p < 0.01$). Das Risiko war auch in der Gruppe der Sensiblen grösser als in der Gruppe der Nichtsensiblen (OR: 4.17, 95%-CI: 1.48-11.8). Der Unterschied war aber hauptsächlich auf die expositionsabhängige Differenz in der nicht sensiblen Gruppe zurückzuführen. Es bestand eine signifikante Interaktion zwischen Gruppenzugehörigkeit und Exposition. Das Auftreten von Schwindel war in der sensiblen Gruppe häufiger (OR: 5.29, 95%-CI: 1.31-21.3), allerdings ohne Unterschied zwischen Exposition und Scheinexposition. In Bezug auf die übrigen 13 Symptome ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in der nicht sensiblen Gruppe am Ende der Hochfrequenzexposition mehr Personen über Kopfschmerzen klagten als bei Scheinexposition. Bei der Durchführung weiterer Studien sollten solche Charakteristika der Probanden stärker berücksichtigt werden.

Bemerkungen: Aufgrund eines organisatorischen Fehlers füllte nur ein Teil der Probanden den Beschwerdefragebogen vor Beginn der Exposition resp. Scheinexposition aus (19 bis 24 Personen in den vier Testkonstellationen). Dadurch ist die Aussagekraft der Ergebnisse zum Verlauf der Symptome limitiert. Die nicht signifikanten Resultate sind ebenfalls zurückhaltend zu interpretieren, weil die Anzahl der Personen in den Auswertungen zu den einzelnen Symptomen oft klein ist. Bei Beschwerden wie Müdigkeit und Konzentrationsschwierigkeiten dürfte allerdings auch die Dauer des Experiments und die Tageszeit (Ende um 22.30 Uhr) eine Rolle spielen. In Bezug auf die Kopfschmerzen scheint ein expositionsabhängiger Unterschied zu bestehen, interessanterweise vor allem bei Personen ohne selbstberichtete Überempfindlichkeit gegenüber Mobiltelefonen.

Finanzierung: Mobile Manufacturers Forum (MMF)

Curcio G, Valentini E, Moroni F, Ferrara M, De Gennaro L, Bertini M.

Psychomotor performance is not influenced by brief repeated exposures to mobile phones.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (3): 237-241

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Doppelblindstudie zu Auswirkungen von kurzzeitiger und wiederholter Mobiltelefonexposition auf die kognitive Leistung.

Kollektiv: 24 Probanden (davon 12 Frauen), Alter: 19 bis 36 Jahre.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (902.40 MHz, Modulationskomponenten: 8.33 und 217 Hz), Spitzenleistung: 2 W, Durchschnittsleistung: 0.25 W, max. SAR über 10 g Gewebe: 0.5 W/kg. Das Telefon befand sich in 1.5 cm Entfernung vom rechten Ohr.

Methode: Die Experimente fanden morgens zwischen 9 und 10.30 Uhr statt. Jeder Proband durchlief zwei Sitzungen im Abstand von einer Woche, die Reihenfolge von Exposition und Scheinexposition war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Jede Sitzung bestand aus drei Expositionsphasen von je 15 Minuten und dauerte insgesamt 85 Minuten. Zu Beginn des Experiments und nach jeder Expositionsphase absolvierten die Teilnehmer einen akustischen Test zur einfachen Reaktionszeit und einen visuellen Test zum Kurzzeitgedächtnis. Die Beantwortung beider Tests erfolgte auf der Computertastatur mit der linken, der Befeldung gegenüber liegenden (nicht dominanten) Hand. Die statistische Auswertung der durchschnittlichen Reaktionszeiten und der Fehlerraten erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA).

Resultat: Der Reaktionstest ergab tendenziell kürzere Reaktionszeiten bei realer Exposition im Vergleich zu Scheinexposition (Mittelwert 248.01 vs. 257.17 ms, $p=0.16$). Im Kurzzeitgedächtnis-Test zeigten sich keine expositionsabhängigen Unterschiede in Bezug auf Reaktionsgeschwindigkeit und Korrektheit der Antworten.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die wiederholte, kurzzeitige Mobiltelefonexposition insgesamt

keine Beeinflussung der kognitiven Leistungen bewirkte. Eine tendenzielle Verkürzung der Reaktionszeiten wurde schon in früheren Untersuchungen beobachtet.

Bemerkungen: In der sehr kurzen Darstellung der Studie ("brief communication") fehlen Angaben zur genauen Anzahl der Probanden in den einzelnen Auswertungen und zur statistischen Power. Der expositionsabhängige Unterschied in den Reaktionszeiten wäre bei einer grösseren Teilnehmergruppe eventuell statistisch signifikant gewesen.

Finanzierung: keine Angaben. Technische Unterstützung durch Motorola GmbH.

Vrijheid M, Armstrong BK, Bedard D, Brown J, Deltour I, Iavarone I, Krewski D, Lagorio S, Moore S, Richardson L, Giles GG, McBride M, Parent ME, Siemiatycki J, Cardis E.

Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2009; 19 (4): 369-381

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Im Rahmen der INTERPHONE-Studie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern soll das Problem des Erinnerungsfehlers (Recall Bias) untersucht und quantifiziert werden. Dazu werden in dieser Validierungsstudie Angaben der Studienteilnehmer zur Mobiltelefonbenutzung mit Daten der entsprechenden Mobilfunkanbieter verglichen.

Kollektiv: Für 212 Hirntumorpatienten und 269 Kontrollpersonen aus vier Studienzentren in drei Ländern (Italien, Kanada, Australien) konnten die Angaben im Interview und die Betreiberdaten verglichen werden. Die Teilnehmer repräsentierten 27% der Kontrollpersonen und 23% der Patienten in den jeweiligen Ländern und unterschieden sich nicht deutlich von der Gesamtpopulation.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Selbsteinschätzung und Anbieterdaten. In den beiden australischen Studienzentren (Melbourne und Sydney) lagen nur die Daten zu ausgehenden Anrufen vor. Zur Berechnung der monatlichen Gesprächszeit wurden die Werte verdoppelt.

Methode: Verglichen wurden die Dauer und die Anzahl der Telefonate pro Monat für verschiedene Zeiträume: <1 Jahr, 1-2 J., 2-3 J., 3-4 J. und >4 J. vor dem Zeitpunkt des Interviews. Ein Mass für die Übereinstimmung der beiden Angaben war der Quotient zwischen Selbsteinschätzung und Betreiberdaten (>1 spricht für Überschätzung, <1 für Unterschätzung). Der Standardfehler dieses Quotienten war ein Mass für den Zufallsfehler in der Erinnerung der Studienteilnehmer. Unterschiede zwischen Patienten und Kontrollpersonen wurde mittels multivariater linearer Regression evaluiert. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Land, Alter, Geschlecht und zeitlicher Abstand vom Interview. In weiteren Regressionsanalysen wurde auch die Gesamtzahl der Gespräche, die Nutzungsdauer, das Bildungsniveau und das Erinnerungsvermögen der Teilnehmer einbezogen.

Resultat: Insgesamt bestand eine mässiggradige Übereinstimmung zwischen Selbsteinschätzung und Betreiberdaten zur Mobiltelefonbenutzung (Kappa-Koeffizienten 0.45 bis 0.47). Sowohl Patienten als auch Kontrollpersonen unterschätzten die Anzahl der Anrufe im Durchschnitt um ca. 23%. Die Gesprächsdauer überschätzten sie um ca. 40% (Quotient: 1.39, 95%-CI: 1.18 -1.67 für Patienten und 1.40, 95%-CI: 1.21-1.60 für Kontrollpersonen). Die Grössenordnung der systematischen und der zufälligen Fehler war für Patienten und Kontrollpersonen ungefähr gleich. In allen Fallgruppen nahmen die Quotienten bezüglich Anzahl und Dauer der Gespräche für weiter zurückliegende Zeitperioden zu, aber nicht in den Kontrollgruppen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen wenig Hinweise auf systematische Unterschiede in der Fehleinschätzung bei Patienten und Kontrollpersonen. Die Überschätzung der Anzahl und der Dauer der Mobiltelefonate für weiter zurückliegende Zeitabschnitte (4 bis 5 Jahre), die nur bei Patienten beobachtet wurde, könnte allerdings zu einer Überschätzung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko führen und sollte bei der Interpretation von Fall-Kontrollstudien berücksichtigt werden.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, basieren die Auswertungen teilweise auf kleinen Fallzahlen und sind daher mit einiger Unsicherheit verbunden. Patienten mit deutlicher Einschränkung des Erinnerungsvermögens beteiligten sich wahrscheinlich seltener an der Validierungsstudie als weniger schwer Erkrankte. Zudem wurden in Italien alle Angaben aus Interviews mit Angehörigen ausgeschlossen (d.h. 44% der Patienten mit Gliom). Auch die Betreiberdaten sind mit Unsicherheiten verbunden, u.a. ist der Besitzer des Mobiltelefons nicht unbedingt der (einzige) Benutzer.

Finanzierung: European Commission Fifth Framework Program, Union Internationale Contre le Cancer. The UICC received funds for this purpose from the Mobile Manufacturers' Forum and the GSM Association. Zusätzlich diverse nationale Finanzierungsquellen.

Hinrikus H, Bachmann M, Lass J, Karai D, Tuulik V.

Effect of low frequency modulated microwave exposure on human EEG: Individual sensitivity.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (7): 527-538

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen von Hochfrequenzexposition mit verschiedenen Modulationsformen auf die Hirnströme (EEG). Untersuchung der individuellen Unterschiede.

Kollektiv: Die Studie umfasste vier Probandengruppen mit jeweils zehn bis zwanzig Personen im Alter von 19 bis 30 Jahren. Insgesamt wurden 30 Männer und 36 Frauen untersucht.

Exposition: Als Strahlungsquelle diente ein Signalgenerator mit einer Lambda/Viertel-Antenne in 10 cm Entfernung von der linken Kopfseite. Frequenz: 450 MHz, Pulsleistung: 1 W. Leistungsflussdichte: 0.16 mW/cm², spezifische Absorptionsrate über 1 g Gewebe (spatial peak): 0.303 W/kg. Modulationsfrequenzen: 7 Hz (erste Gruppe), 14 und 21 Hz (zweite Gruppe), 40 und 70 Hz (dritte Gruppe), 217 und 1000 Hz (vierte Gruppe).

Methode: Das Experiment fand unter Doppelblindbedingungen statt, die Reihenfolge der Expositionen war zufällig. Für jede Modulationsfrequenz betrug die Expositionsdauer 20 Minuten. Das Expositionssignal wurde jede zweite Minute ausgeschaltet ('Ruheminute'). Drei Probandengruppen wurden bei jeweils zwei Modulationsformen untersucht, die erste Gruppe nur bei einer Modulationsfrequenz (7 Hz). Während der ganzen Testung wurde ein Ruhe-EEG bei geschlossenen Augen aufgezeichnet. Alle Probanden durchliefen die Untersuchung einmal bei Scheinexposition und einmal bei realer Exposition. Für die statistische Analyse wurden vier EEG-Frequenzbänder (Theta, Alpha, Beta1, Beta2) und vier symmetrische Elektrodenpaare einzeln ausgewertet.

Resultat: Veränderungen im EEG zeigten sich bei allen Expositionssignalen ausser bei Modulation mit 1000 Hz und in allen EEG-Bändern ausser im Theta-Band. Am deutlichsten waren die Veränderungen im Alpha-Band bei Modulationsfrequenzen von 14 und 21 Hz. Im Beta1-Band bestanden bei Modulationsfrequenzen von 14, 21, 40,

70 und 217 Hz Veränderungen. In den vier Teilnehmergruppen waren unterschiedlich viele Personen betroffen. Wenn Reaktionen zu beobachten waren, dann meistens auf beide Modulationsfrequenzen. Bei einigen Personen blieben die Unterschiede auch nach statistischer Korrektur für multiple Testung signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten eine Bestätigung der Hypothese, dass der Effekt der Hochfrequenzstrahlung individuell verschieden ist. Bei 13 bis 31% der Probanden wurden Veränderungen beobachtet.

Bemerkungen: Die individuellen Unterschiede in den Ergebnissen werden von den Autoren selbst auf die physiologische Variabilität des Gehirns zurückgeführt, nicht auf eine besondere Empfindlichkeit bestimmter Probanden. Es wird nicht diskutiert, inwiefern diese Unterschiede gegen die Hypothese der Verursachung durch die Hochfrequenzexposition sprechen. Die Studienresultate sind insgesamt schwer zu interpretieren, weil es sich mehrheitlich um Beobachtungen an einzelnen Personen im Rahmen eines Experiments an vier kleinen Probandengruppen und zahlreichen Tests handelt. Aufschlussreicher wäre eine grössere Anzahl Probanden, die mit den gleichen Expositionsbedingungen untersucht würde. Wenn jede Person als ihre eigene Kontrolle dient, spielen interindividuelle Unterschiede keine Rolle und der Expositionseffekt kann besser beurteilt werden.

Finanzierung: Estonian Science Foundation Grant No 6632.

Hinrikus H, Bachmann M, Lass J, Tomson R, Tuulik V.

Effect of 7, 14 and 21 Hz modulated 450 MHz microwave radiation on human electroencephalographic rhythms.

Int J Radiat Biol 2008; 84 (1): 69-79

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Auswirkung der Hochfrequenzexposition auf die Hirnströme (EEG) bei Modulation mit unterschiedlichen Frequenzen.

Kollektiv: 13 Probanden (9 Frauen, 4 Männer), 21 bis 30 Jahre alt.

Exposition: Als Strahlungsquelle diente ein Signalgenerator mit einer Lambda/Viertel-Antenne in 10 cm Entfernung von der linken Kopfseite. Frequenz: 450 MHz, Pulsleistung: 1 W. Pulsmodulation mit 7, 14 und 21 Hz. Leistungsflussdichte: 0.16 mW/cm², geschätzte Absorptionsrate: 0.35 W/kg.

Methode: Unter Doppelblindbedingungen wurden alle Teilnehmer in vier Durchgängen von je 40 Minuten getestet, zweimal bei Scheinexposition und zweimal bei realer Exposition. Jeder Durchgang bestand aus vier Abschnitten: Referenz, Modulationsfrequenz 7, 14 und 21 Hz. Die Reihenfolge der Expositionsbedingungen und der Modulationen war zufällig. Die EEG-Aufzeichnung der Hirnströme erfolgte während der ganzen Testung und bei geschlossen Augen. Jeder Expositionsabschnitt bestand aus fünf Zyklen à 2 Minuten, wovon jeweils eine Minute ohne und eine mit Hochfrequenzexposition stattfand. Für die EEG-Auswertung wurden die ersten und die zweiten dreissig Sekunden dieser einminütigen Sequenzen mit und ohne Exposition verglichen. Die statistische Analyse erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) für vier EEG-Frequenzbänder (Theta, Alpha, Beta1, Beta2) und für die erste und zweite Hälfte der Expositionssequenz getrennt. Es wurde eine Bonferroni-Korrektur für multiple Testung vorgenommen.

Resultat: Für die ersten 30 Sekunden der einminütigen Expositionssequenzen waren statistisch signifikante expositionsabhängige Unterschiede in den EEG-Bändern Alpha, Beta1 und Beta2 zu beobachten: Bei Modulationsfrequenzen von 14 und 21 Hz war die durchschnittliche EEG-Aktivität höher als bei

Scheinexposition. Auch für die Exposition mit diesen Modulationsfrequenzen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Referenzphase und Expositionsphasen. Sie betrafen ebenfalls die ersten 30 Sekunden und die selben EEG-Bänder.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in der Studie Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Hirnströme in Abhängigkeit von der Modulationsfrequenz zu beobachten waren. Zu Beginn der Exposition mit Modulationsfrequenzen von 14 und 21 Hz wurde Die EEG-Aktivität im Alpha- und im Beta-Band verstärkt.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine experimentelle Studie mit einer kleinen Anzahl Probanden und zahlreichen Tests. Das Expositionsschema ist sehr kompliziert, und in der Auswertung werden viele Auswahlsschritte vorgenommen. Dadurch besteht die Gefahr der selektiven Darstellung von Resultaten. Insgesamt bestätigen die Ergebnisse frühere Beobachtungen von EEG-Veränderung im Alphaband unter Hochfrequenzexposition.

Finanzierung: Estonian Science Foundation Grant No 6632.

Röösli M, Frei P, Mohler E, Braun-Fahrlander C, Bürgi A, Fröhlich J, Neubauer G, Theis G, Egger M.
Statistical analysis of personal radiofrequency electromagnetic field measurements with nondetects.
Bioelectromagnetics 2008; 29 (6): 471-478

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Schnurlostelefone Wireless LAN, Wi-Fi	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Epidemiologische Studien Exposition, Methodik	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	

Zusammenfassung

Ziel: Im Rahmen einer Studie zur Erfassung der individuellen Hochfrequenzexposition soll ein statistisches Verfahren evaluiert werden, das die Modellierung von Messwerten unterhalb der Nachweisgrenze ermöglicht. In der QUALIFEX-Studie trugen ca. 200 Probanden in Basel und Umgebung im Jahr 2007 eine Woche lang ein Exposimeter bei sich und füllten ein Aktivitätstagebuch aus. Aus diesen Informationen wurde die individuelle Hochfrequenzexposition im Alltag erfasst und verschiedenen Strahlungsquellen zugeordnet.

Kollektiv: Zur Modellierung der Werte unterhalb der Nachweisgrenze wurde aus dem Studienkollektiv eine Stichprobe von 109 Teilnehmern mit je einer Wochenmessung gezogen: 58 Frauen und 51 Männer im Alter von 21 bis 78 Jahren. Siebzehn dieser Probanden wurden gezielt ausgewählt, weil sie weniger als 100 m von einer Mobilfunkbasisstation oder weniger als 1 km von einem Rundfunksender entfernt wohnten.

Exposition: Gemessen wurde die Hochfrequenzexposition durch Mobiltelefone und Mobilfunkbasisstationen (GSM 900, GSM 1800, UMTS), Radio- und Fernsehsender, Schnurlostelefone (DECT), Funknetz für Polizei, Behörden und Ambulanz (Tetrapol) sowie Wireless Local Area Network (W-LAN). Das Messgerät "EMF SPY 120" (Fa. Antennessa) erfasst zwölf Frequenzbänder, von FM-Radio (88-108 MHz) bis W-LAN (2.4-2.5 GHz). Die untere Nachweisgrenze für die elektrische Feldstärke liegt bei 0.05 V/m (= Leistungsflussdichte unter Fernfeldbedingungen: $6.7 \mu\text{W}/\text{m}^2$), das obere Limit bei 5 V/m.

Methode: Die Hochfrequenzexposition wurde während der einwöchigen Messphase alle 90 Sekunden aufgezeichnet. Daraus ergaben sich pro Person durchschnittlich 6330 Messungen (Bereich: 3191 bis 7168). Die Gesamtbelastung wurde durch Addition der gemessenen Leistungsflussdichten in allen zwölf Frequenzbändern ermittelt. Wenn die Gesamtbelastung unterhalb der Nachweisgrenze von $6.7 \mu\text{W}/\text{m}^2$ lag, wurden zwei

verschiedene Methoden zur Simulation der Werte angewandt: a) automatische Annahme von $6.7 \mu\text{W}/\text{m}^2$ für alle Werte unterhalb der Nachweisgrenze, b) statistische Modellierung der Werte. Dazu wurde eine log-normale Verteilung der fehlenden Wert angenommen und die robuste Form einer "Regression on Order"-Statistik (ROS) durchgeführt. Die nicht erfassten Expositionswerte wurden anhand der ermittelten Regressionsparameter berechnet und zu den Messresultaten addiert. In einem zweiten Schritt wurde die durchschnittliche Exposition des gesamten Kollektivs während der ganzen Woche ebenfalls auf diese beide Arten berechnet.

Resultat: Der Anteil der Werte unterhalb der Nachweisgrenze war sowohl in den Messungen der einzelnen Teilnehmer, als auch für die Gesamtstichprobe hoch. Bei der exemplarischen Berechnung der Expositionsverteilung für eine Person zeigte sich, dass die Unterschiede zwischen dem einfachen Berechnungsansatz und der statistischen Modellierung in den unteren Perzentilen am deutlichsten waren. In der Gesamtstichprobe war der Anteil an Werten unterhalb der Nachweisgrenze für das Frequenzband der UMTS-Mobiltelefone (uplink, 1920-1980 MHz) mit 99.9% und für Tetrapol-Funksysteme (380-400 MHz) mit 99% am höchsten. Für die Exposition durch Basisstationen vom Typ GSM 1800 und durch Schnurlostelefone war der Anteil der nicht nachweisbaren Werte mit 77 und 82% am niedrigsten. Für 45% der Personen lag auch die Gesamtexposition über alle Frequenzen hinweg unterhalb der Nachweisgrenze. Der Median der Gesamtexposition betrug nach der einfachen Berechnungsmethode 0.19 V/m, nach der statistischen Modellierung 0.20 V/m. Für das Maximum ergaben sich Werte von 0.57 und 0.58 V/m. Die Unterschiede zwischen den beiden Berechnungsmethoden waren für einzelne Frequenzbänder deutlicher als für die Gesamtexposition. Der Beitrag einzelner Strahlungsquellen wurde mit der einfachen Berechnungsmethode deutlich überschätzt und dadurch der Schwankungsbereich der Exposition unterschätzt.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die robuste Form der "Regression on Order"-Statistik (ROS) bei Expositionswerten mit einem hohen Anteil von Werten unterhalb der Nachweisgrenze zuverlässigere und informativere Daten zur Verteilung der Hochfrequenzexposition im Studienkollektiv liefert als der einfache Berechnungsansatz. Quellenspezifische Expositionen, die bei weniger als der Hälfte der Teilnehmer auftreten, können allerdings auch mit dieser Methode nur eingeschränkt beurteilt werden.

Bemerkungen: Im Hinblick auf epidemiologische Studien sind vor allem stark exponierte Bevölkerungsgruppen interessant. Die möglichst genaue Erfassung schwacher Expositionen ist in erster Linie für kontinuierliche Analysen wichtig. Für die Einteilung in Expositions-kategorien ist sie nicht unbedingt erforderlich.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation (NFP 57)

Karinen A, Heinävaara S, Nylund R, Leszczynski D.

Mobile phone radiation might alter protein expression in human skin.

BMC Genomics (online) 2008; 9 (77)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Hautreaktionen

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie zur Untersuchung, ob durch lokale Hochfrequenzexposition der Haut Veränderungen in der Proteinexpression der Zellen entstehen.

Kollektiv: 10 Frauen, Alter: 27 bis 65 Jahre, Durchschnitt: 51 Jahre.

Exposition: Exponiert wurde ein kleines Areal am Unterarm der Probandinnen mit einem GSM-Signal mit einer Frequenz von 900 MHz. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) betrug durchschnittlich 1.3 W/kg, die Exposition dauerte eine Stunde. Die Expositionsanordnung bestand aus einem GSM-Telefon (Nokia 6110), einem Verstärker (200 W) und einer Halbwellen-Dipolantenne, die sich 10 mm unterhalb der Innenseite des Unterarms befand (vgl.: Toivonen et al., Bioelectromagnetics 2008; 29(3): 207-212).

Methode: Direkt nach der Exposition wurden an beiden Armen Stanzbiopsien der Haut entnommen. Der nicht exponierte Arm diente als Referenz. Ausgewertet wurden nur Proteine mit isoelektrischen Punkten bei 4 bis 7 und einem Molekulargewicht unter 40 kDa. Die Proteinexpressionsprofile aller Probandinnen wurden auf einem gemeinsamen Elektrophorese-Gel kombiniert. Das Verhältnis der Expression zwischen exponierten und nichtexponierten Gewebeproben wurde mittels Varianzanalyse (ANOVA) und Wilcoxon-Tests statistisch analysiert. Eine Korrektur für multiple Testung wurde nicht vorgenommen.

Resultat: Für 8 von 579 Proteinpunkten ergaben sich bei mindestens vier Probandinnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen exponierten und nicht exponierten Gewebeproben. Es handelte sich dabei um eine Zu- oder eine Abnahmen der Proteinexpression. An zwei Proteinpunkten bestanden bei allen 10 Probandinnen signifikante Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass die Hochfrequenzexposition beim Menschen Veränderungen auf der molekularen Ebene der Proteinexpression von Hautzellen verursachen könnte. Die physiologische Bedeutung dieser Veränderungen ist nicht bekannt. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Ergebnisse dieser Pilotstudie in grösseren Studien überprüft werden müssen.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, liegt die Anzahl der signifikanten Resultate unter der bei so vielen Tests durch Zufall erwarteten Anzahl positiver Ergebnisse. Es kann daher nicht beurteilt werden, ob es sich um falsch positiv oder richtig positive Resultate handelt. Anhand der vorliegenden Ergebnisse, die in dieser kleinen Gruppe von Probandinnen zudem kein einheitliches Reaktionsmuster zeigen, lassen sich kaum Rückschlüsse auf Effekte der Hochfrequenzexposition ziehen.

Finanzierung: TEKES - Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (HERMO project), STUK - Radiation and Nuclear Safety Authority

Röösli M, Egger M, Pfluger D, Minder C.

Cardiovascular mortality and exposure to extremely low frequency magnetic fields: a cohort study of Swiss railway workers.

Environmental Health (online publication) 2008; 7 (35):

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Bahnangestellten in der Schweiz zur Untersuchung der Frage, ob die langfristige Exposition durch intermittierende Magnetfelder die Sterblichkeit an Herz-/Kreislaferkrankungen beeinflusst.

Kollektiv: Alle Männer, die zwischen 1972 und 2002 bei den Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) als aktive oder pensionierte Mitarbeiter im Personal- oder Pensionskassenverzeichnis registriert waren. Berufsgruppen: Zugführer, Rangierlokführer, Zugbegleiter, Stationsvorsteher. Die Kohorte bestand aus 20'141 Männern, der Beobachtungszeitraum umfasste 464'129 Personen-Jahre.

Exposition: Eisenbahnstrom, Frequenz: 16.7 Hz. Für alle Berufsgruppen wurde anhand von Messungen (1993/1994 und 2003/2004) und Modellierungen eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung pro Jahr berechnet. Die Gesamtexposition für jeden Studienteilnehmer ergab sich aus der Summe der jährlichen, arbeitsplatzspezifischen Magnetfeldbelastungen während der ganzen Berufstätigkeit. Es wurde eine Expositionsdauer von 7.5 Stunden pro Tag und 240 Arbeitstagen pro Jahr angenommen. Bei der Exposition der Zugführer wurden Faktoren wie die unterschiedlichen Motor- und Zugtypen, die Wohnregion sowie die Fahrzyklen und die Auslastung der Züge berücksichtigt. Die Belastung der Stationsvorsteher und Zugbegleiter ergab sich aus Messungen in Bahnhofsgebäuden und Passagierwägen.

Methode: Die kardiovaskulären Todesursachen wurden in vier Gruppen unterteilt: Herzrhythmusstörungen, akute Herzinfarkte, atherosklerotische Erkrankungen, subakute oder chronische Erkrankungen der Herzkranzgefässe. Die anonymen Daten der Sterbeurkunden wurden mittels Wahrscheinlichkeitsverfahren den Registerdaten der Bahnangestellten zugeordnet (ohne Kenntnis des jeweiligen Berufs oder Expositionsstatus). Der statistische Vergleich erfolgte mittels Cox-Proportional-Hazard-Modellen. Alle Modelle waren für die Zeit

vor und nach 1995 stratifiziert (Änderung der Krankheitsklassifikation) und berücksichtigten die Zeitperiode sowie das Alter der Personen. Als Expositionsparameter wurde einerseits die zuletzt registrierte Berufstätigkeit verwendet, wobei die gering exponierten Stationsvorsteher als Referenzgruppe dienten. Im zweiten Ansatz wurde die individuelle Magnetfeldbelastung (in μT -Jahren) als kontinuierlicher Einflussfaktor ausgewertet.

Resultat: Im Studienzeitraum wurden insgesamt 5413 Todesfälle registriert, davon waren 3594 (66%) auf Herz-/Kreislaufkrankungen zurückzuführen. Die durchschnittliche Magnetfeldexposition am Arbeitsplatz lag in der Berufsgruppe der Zugführer bei 21 μT . Dabei bestanden starke Schwankungen mit Spitzenwerten von bis zu 200 μT bei Beschleunigung und Abbremsen des Zuges und sehr geringen Belastungen während des Aufenthalts in Bahnhöfen. Die Magnetfeldbelastung von Zugbegleitern lag bis 1980 unter 2 μT und nahm dann aufgrund der Einführung von neuen Wagentypen auf ungefähr 4 μT zu. Rangierlokführer hatten eine mittlere Belastung von ca. 5.5 μT und Stationsvorsteher von ca. 1.0 μT . Der Median der kumulierten Magnetfeldexposition über die Jahre der Berufstätigkeit war bei Zugführern dreimal höher als bei Rangierlokführern (120.5 vs. 42.1 μT -Jahre), ungefähr neunmal höher als bei Zugbegleitern (13.3 μT -Jahre) und 21-mal höher als bei Stationsvorstehern (5.7 μT -Jahre). Die Gesamtsterblichkeit und die kardiovaskuläre Mortalität war in allen vier Berufsgruppen ähnlich. Für Zugführer und Zugbegleiter ergaben sich im Vergleich zur Gruppe der Stationsvorsteher keine erhöhten kardiovaskulären Sterberisiken. Bei Rangierlokführern bestand ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko, an einem akuten Herzinfarkt oder einer chronischen Herzkranzgefässerkrankung zu sterben (Hazard Ratio: 1.56, 95%-CI: 1.04-2.32 resp. 1.37, 95%-CI: 1.09-1.72). Die kontinuierliche Auswertung zeigte keinen Anstieg des Sterberisikos aufgrund von Herzrhythmusstörungen oder akutem Herzinfarkt bei zunehmender Magnetfeldbelastung. Wenn nur Personen einbezogen wurden, die im Alter unter 65 oder unter 80 Jahren verstorben waren, änderten sich die Ergebnisse nicht wesentlich.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keinen Hinweis darauf, dass die berufliche Exposition durch stark schwankende Magnetfelder des Bahnstroms das Sterberisiko aufgrund von Herz-/Kreislaufkrankungen beeinflusst. Auch die meisten Studien, die Personen mit beruflicher Magnetfeldexposition bei Frequenzen von 50 oder 60 Hz untersuchten, ergaben keinen Zusammenhang.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lagen abgesehen von Alter und Zeitperiode keine Informationen über individuelle kardiovaskuläre Risikofaktoren vor, z.B. Rauchen oder körperliche Aktivität. Da bei den stark exponierten Zugführern keine erhöhten Risiken bestanden, und beim Vergleich aller vier Berufsgruppen keine Dosis-Wirkungsbeziehung zu beobachten war, ist die Risikoerhöhung bei Rangierlokführern wahrscheinlich auf Unterschiede im Lebensstil und im Sozialstatus (gegenüber Stationsvorstehern und Zugführern) zurückzuführen. Wegen der umfangreichen Magnetfeldmessungen in Zügen und Bahnhöfen ist eine starke Fehlklassifikation der Exposition unwahrscheinlich. Insgesamt passen die Ergebnisse zur Bewertung der WHO aus dem Jahr 2007, die bisher keine Evidenz für einen Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und kardiovaskulären Risiken ergibt (Environmental Health Criteria Nr. 238). Weitere Resultate der Schweizerischen Kohortenstudie an Bahnangestellten zum Risiko von Leukämien und Gehirntumoren sind publiziert in: Rösli et al., Occup Environ Med 2007; 64 (8), 553-559. Die Ergebnisse zu neurodegenerativen Erkrankungen finden sich in: Rösli M. et al., Neuroepidemiology 2007; 28 (4), 197-206.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health

Baumgardt-Elms C, Schumann M, Ahrens W, Broman K, Stang A, Jahn I, Stegmaier C, Jöckel KH.
Residential exposure to overhead high-voltage lines and the risk of testicular cancer: results of a population-based case-control study in Hamburg (Germany).
Int Arch Occup Environ Health 2005; 78 (1): 20-26

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: weitere

Exposition:
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa

Studientyp:
Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition am Wohnort und dem Risiko, an einem bösartigen Hodentumor zu erkranken. Die Gesamtstudie umfasste fünf Regionen in Deutschland: Hamburg, Bremen, Essen, Saarbrücken und das Bundesland Saarland. Die Auswertungen zur Magnetfeldbelastung beschränkten sich auf die Stadt Hamburg.

Kollektiv: 145 Männer zwischen 15 und 69 Jahren, bei denen zwischen Juli 1995 und Juni 1997 Hodenkrebs oder ein extragonadaler Keimzelltumor diagnostiziert worden war und die im Hamburger Krebsregister erfasst waren. Als Kontrollpersonen wurden 313 Männer aus dem Einwohnermelderegister von Hamburg zufällig ausgewählt und jeweils zwei einem Patienten mit entsprechendem Alter zugeordnet.

Exposition: Anhand des Einwohnerregisters wurden alle Adressen identifiziert, an denen die Teilnehmer im Laufe ihres Lebens in Hamburg gewohnt hatten (50% waren dort geboren). Die Adressen wurden geokodiert und die kürzeste orthogonale Entfernung zu einer Hochspannungsleitung (110 und 380 kV) ermittelt.

Methode: In Modell A wurden alle Personen als exponiert eingestuft, die irgendwann innerhalb eines Korridors von 100 m in der Nähe einer Hochspannungsleitung gewohnt hatten. Modell B beinhaltete die Wohndauer und die inverse Distanz von der nächsten Leitung innerhalb von 250 m. Der statistische Vergleich erfolgte mittels nicht konditionaler logistischer Regression, korrigiert für Alter in Fünf-Jahres-Gruppen. In Modell B galten Personen als stark exponiert, wenn sie eine Magnetfeldbelastung oberhalb des Medians der exponierten Kontrollpersonen hatten, und es wurde zusätzlich der Sozialstatus gemäss "Index of Social Inequality" der jeweiligen Wohnregion berücksichtigt.

Resultat: Nach der Definition in Modell A galten 6.9% der Patienten und 5.8% der Kontrollpersonen als exponiert. Daraus ergab sich eine Odds Ratio für das Hodenkrebsrisiko von 1.3 (95%-CI: 0.56-2.80). Aus Modell B resultierte eine adjustierte OR von 1.8 (95%-CI: 0.91-3.38) für die höchste Expositionskategorie, in der sich 12.4% der Patienten und 7.7% der Kontrollen befanden. Für die mittlere Kategorie lag die korrigierte OR bei 1.4 (95%-CI: 0.69-2.92). Wenn die Teilnehmer unter und über 40 Jahren getrennt ausgewertet wurden, zeigten sich nur für jüngere Männer erhöhte, statistisch nicht signifikante Risikoschätzer (OR: 1.5, 95%-CI: 0.58-3.75). In der Altersgruppe über 40 lagen die ORs bei 1.0 oder darunter. Ein signifikanter Zusammenhang bestand zwischen Sozialstatus und Erkrankungsrisiko: Die 25% Teilnehmer mit dem höchsten Sozialstatus hatten ein relatives Hodenkrebsrisiko von 1.8 (95%-CI: 1.11-3.00).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die Ergebnisse keine deutliche Assoziation zwischen der Magnetfeldbelastung am Wohnort und dem Hodenkrebsrisiko erkennen lassen. Tendenziell erhöhte Erkrankungsrisiken im Zusammenhang mit der Exposition zeigten sich für die Altersgruppe unter 40 Jahren.

Bemerkungen: Da auch Daten von Personen ausgewertet werden konnten, die an der Gesamtstudie nicht teilnahmen, muss in dieser Auswertung nicht von einem Selektionsbias ausgegangen werden. Insgesamt sind die wesentlichen methodischen Kriterien erfüllt. Bei der Schätzung der Magnetfeldexposition aufgrund der Distanz zur nächsten Hochspannungsleitung mit einer nichtdifferenziellen Missklassifizierung zu rechnen. Auch in einem Korridor von 100 bis 250 m Entfernung lag die Odds Ratio noch bei 1.5 (95%-CI: 0.83-2.55) liegt. Wie auch die Autoren anmerken, sind in dieser Entfernung die durch die Freileitung verursachten Magnetfelder kaum noch nachweisbar.

Finanzierung: Federal Ministry for Education and Research, Germany

Lope V, Perez-Gomez B, Aragonés N, Lopez-Abente G, Gustavsson P, Floderus B, Dosemeci M, Silva A, Pollán M.

Occupational exposure to ionizing radiation and electromagnetic fields in relation to the risk of thyroid cancer in Sweden.

Scand J Work Environ Health 2006; 32 (4): 276-284

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zum Risiko von Schilddrüsenkarzinomen bei Personen mit beruflicher Belastung durch niederfrequente Magnetfelder oder ionisierende Strahlung.

Kollektiv: Die Kohorte bestand aus allen schwedischen Frauen und Männern über 24 Jahren, die in den Volkszählungen von 1960 und 1970 als berufstätig erfasst waren, insgesamt fast 3 Millionen Personen. Eine Untergruppe bildeten Personen, die in beiden Volkszählungen den gleichen Beruf angegeben hatten.

Exposition: Die Magnetfeldbelastung wurde anhand von zwei geschlechtsspezifischen Berufs-Expositions-Matrizen klassifiziert, die auf Messungen beruhten und in Schweden entwickelt wurden. Zur Unterteilung in vier Belastungskategorien diente der arithmetische Mittelwert des individuellen Durchschnitts pro Arbeitstag in den jeweiligen Berufen. Die Trennwerte der Kategorien lagen bei 0.15, 0.25 und 0.35 μT . Zusätzlich wurde der Anteil der Tagesarbeitszeit über 0.20 μT als kontinuierliches Expositionsmass ausgewertet.

Methode: Die Informationen zu Krebserkrankungen, Berufen, Branchen, Wohnorten und demographischen Charakteristika stammten aus dem schwedischen Krebs-Umwelt-Register. Für die Studie erfasst wurden alle Erkrankungen an Schilddrüsenkrebs von 1971 bis 1989. Zur Berechnung der zu erwartenden Erkrankungsrate dienten die Daten der Volkszählung von 1970. Die statistische Auswertung erfolgte in log-linearen Poisson-Modellen für Frauen und Männer getrennt sowie unter Berücksichtigung des Alters, der Wohnregion und der Zeitperiode.

Resultat: Im Studienzeitraum wurden bei den Männern 1103 Erkrankungen an Schilddrüsenkrebs registriert, bei den Frauen 1496 Erkrankungen. Informationen über die berufliche Magnetfeldbelastung standen für 85% der

Männer und 70% der Frauen zur Verfügung. Für die männlichen Studienteilnehmer ergab sich kein Zusammenhang zwischen Exposition und Erkrankungsrisiko, bei den Frauen nahm das Risiko mit zunehmender Magnetfeldbelastung ab: Für die oberste Kategorie ($>0.35 \mu\text{T}$, 23 Fälle) lag das relative Risiko bei 0.64 (95%-CI: 0.42-0.97). Bezogen auf 85 Frauen, die mehr als 50% ihrer täglichen Arbeitszeit über $0.2 \mu\text{T}$ exponiert waren, betrug das relative Risiko 0.78 (95%-CI: 0.62-0.98). Die Auswertung zur ionisierenden Strahlung ergab statistisch signifikant erhöhte Risiken für Frauen mit starker Strahlenbelastung (Röntgenassistentinnen und medizinische Labortechnikerinnen).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, zeigen die Ergebnisse keinen Einfluss der beruflichen Magnetfeldexposition auf das Risiko, an einem Schilddrüsenkarzinom zu erkranken. Für Frauen in medizinischen Berufen mit starker Exposition gegenüber ionisierender Strahlung bestand dagegen ein erhöhtes Erkrankungsrisiko.

Bemerkungen: Die Verwendung von geschlechtsspezifischen Expositionsmatrizen, die auf Messungen beruhen, ermöglicht eine differenzierte Einteilung der Belastungskategorien. Individuelle Unterschiede innerhalb der Berufsgruppen werden allerdings nicht erfasst, so dass eine Missklassifizierung und damit eine Unterschätzung des Zusammenhangs nicht auszuschliessen ist. Zudem konnten keine weiteren Einflussfaktoren als Alter, Zeitperiode und geographische Region berücksichtigt werden, zum Beispiel frühere Strahlentherapie oder genetische Faktoren. Aus der Publikation geht nicht hervor, wie Berufe behandelt wurden, in denen von einer kombinierten Exposition gegenüber Magnetfeldern und ionisierender Strahlung ausgegangen werden muss (z.B. ZahntechnikerInnen, RadiologInnen). Die Beobachtung von "protektiven Effekten" bei Frauen mit erhöhter Magnetfeldexposition wird zwar erwähnt, aber nicht diskutiert.

Finanzierung: Carlos III Institute of Public Health; Spanish Network for Cooperative Research in Epidemiology and Public Health

Band PR, Le ND, MacArthur AC, Fang R, Gallagher RP.

Identification of occupational cancer risks in British Columbia: a population-based case-control study of 1129 cases of bladder cancer.

J Occup Environ Med 2005; 47 (8): 854-858

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Arbeitsmedizinische Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen verschiedenen beruflichen Expositionen und dem Risiko von Männern, an Blasenkrebs zu erkranken.

Kollektiv: Die Studienpopulation bestand aus 25726 Männern, die ihm Krebsregister von British Columbia, Kanada, zwischen 1983 und 1990 aufgeführt waren. Bei Antwortraten von ungefähr 60% wurden schliesslich 1125 Patienten mit Blasenkrebs und 8492 Patienten mit anderen Krebserkrankungen und passendem Alter und Diagnosejahr als Kontrollpersonen in die Auswertung aufgenommen. Ausgeschlossen wurden Personen, die an Lungenkrebs erkrankt waren oder bei denen, die Tumorlokalisation unbekannt war.

Exposition: In Fragebögen wurde die Berufsgeschichte mit Dauer und Zeitperiode in den verschiedenen Berufen und Branchen sowie verschiedene Einflussfaktoren erfasst.

Methode: Der Vergleich des Blasenkrebsrisikos in den verschiedenen Berufen und Branchen erfolgte in bedingten logistischen Regressionsmodellen und Likelihood-Ratio-Tests. Die erste Auswertung betraf den am längsten ausgeübten Beruf, die zweite alle jemals ausgeübten Tätigkeiten. Als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Zigarettenrauchen (Anzahl Jahre), ethnische Abstammung, Alkoholkonsum und Beantwortung des Fragebogens durch Angehörige.

Resultat: Die Auswertung der am längsten ausgeübten Tätigkeit ergab für diverse Berufsgruppen und Branchen statistisch signifikante Assoziationen mit dem Risiko, an Blasenkrebs zu erkranken. Dazu gehörten Berufe in Bereichen der Produktion, der Montage und Reparatur sowie im Baugewerbe und in der Metallverarbeitung. Ebenfalls erhöhte Risiken hatten Männer in Berufen der Textil- und Papierindustrie, in der

Aluminiumproduktion, in administrativen Tätigkeiten (z.B. Hotelgewerbe) sowie in der Telekommunikation und Stromversorgung. Für Installateure von elektrischen oder elektronischen Anlagen lag die Odds Ratio bei 1.46 (90%-CI: 1.02-2.10), für Kommunikationsinstallateure bei 1.22 (90%-CI: 0.82-1.81).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass das Blasenkrebsrisiko mit beruflichen Belastungen gegenüber Metall, Aluminium, Farben und Lösungsmitteln sowie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen assoziiert war. Erhöhte Risiken bestanden auch für die Exposition durch Dieselabgase, Textilien, Quarz und möglicherweise durch elektromagnetische Felder.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist die Interpretation der beobachteten Zusammenhänge dadurch erschwert, dass keine Angaben zum Ausmass oder zur Art der Belastungen in den einzelnen Berufen vorlagen. Zudem wurden sehr viele statistische Vergleiche durchgeführt, so dass mit einigen zufällig positiven Ergebnissen zu rechnen ist. In einigen Auswertungen waren die Fallzahlen sehr klein. Die Kontrollpersonen waren ebenfalls an Krebs erkrankt und könnten eventuell auch häufiger krebserregenden Agenzien im Beruf ausgesetzt gewesen sein als die Allgemeinbevölkerung. Die Auswertungen zu Berufen mit möglicher Exposition gegenüber EMF zeigen nur schwache Zusammenhänge und sind nicht sehr aussagekräftig.

Finanzierung: Workers' Compensation Board of British Columbia, National Health Research and Development Program, Vancouver Foundation

Milham S, Morgan LL.

A new electromagnetic exposure metric: high frequency voltage transients associated with increased cancer incidence in teachers in a California school.

Am J Ind Med 2008; 51 (8): 579-586

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung einer Häufung von Krebserkrankungen bei Lehrern an einer Schule in Kalifornien.

Evaluation des Zusammenhangs mit der Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern und hochfrequenten Transientspannungen ("high-frequency voltage transients") in den Klassenräumen.

Kollektiv: Bei 16 von 137 Lehrern und Lehrerinnen, die zwischen 1988 und 2005 an der Schule gearbeitet hatten, wurde bis zum Jahr 2007 eine Krebserkrankung festgestellt. Zwei Personen waren an jeweils zwei Tumoren erkrankt. Das Durchschnittsalter lag bei 47.5 Jahren, die Tumoren betrafen unterschiedliche Organe oder das blutbildende System.

Exposition: Im Juni 2006 wurden von Fachleuten der Schulbehörde und der kalifornischen Gesundheitsbehörde in 51 Schulräumen Messungen zur Belastung durch Magnetfelder (60 Hz) und hochfrequente Transientspannungen durchgeführt. Zur Anwendung kam dabei neben einem Gaussmeter auch ein Graham/Stetzer-Messgerät, das die durchschnittliche Änderungsrate der hochfrequenten Transientspannungen in G/S-Einheiten registrierte.

Methode: Informationen über Anzahl und Art der Krebserkrankungen stammten von den Lehrern oder ihren Familien. Die Erkrankungen wurden im lokalen Krebsregister verifiziert bis auf eine, die nicht in Kalifornien diagnostiziert worden war. Auch die Angaben zur Anstellungsdauer, zum Diagnosedatum und zum Vitalstatus der Lehrpersonen sowie zur Belegung der Klassenräume (1990 bis 2007) wurden von den Lehrern zusammengetragen. Aus Daten des kalifornischen Krebsregisters von 1988 bis 1999 wurden die in der Bevölkerung erwarteten Krebserkrankungsraten berechnet. Der Vergleich mit den beobachteten Fallzahlen (Risk Ratio) erfolgte unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Diagnosejahr und ethnischer Zugehörigkeit. Die

Signifikanzprüfung erfolgte mittels Poisson-Test.

Resultat: Die magnetische Flussdichte in den Klassenräumen lag nicht über 0.3 μ T. Es zeigte sich kein Zusammenhang mit dem Krebsrisiko. Die Messung der hochfrequenten Transientspannungen ergab, dass 13 der 51 Räume mindestens einen Stromanschluss mit Werten über 2000 G/S-Einheiten hatten. Dies wurde als "Überladung" bezeichnet. In einer anderen kalifornischen Schule und in weiteren Gebäuden waren die Werte niedriger. Der Vergleich zwischen beobachteten und erwarteten Erkrankungszahlen ergab für Tumoren allgemein und für Melanome, Schilddrüsen- und Gebärmutterkarzinome signifikant erhöhte Risiken. Beim Vergleich innerhalb des Kollegiums zeigten sich ein signifikant erhöhtes Risiko, an Krebs zu erkranken sowohl bei Lehrern, die in Räumen mit "Überladung" gearbeitet hatten, als auch bei Lehrern, die nie in einem solchen Raum unterrichtet hatten.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Berechnungen, dass die Krebsinzidenz bei den Lehrern dieser Schule aussergewöhnlich hoch war und ein Zusammenhang mit der Exposition durch hochfrequente Transientspannungen bestand.

Bemerkungen: Diese Untersuchung erfüllt nicht die Kriterien einer wissenschaftlichen Studie und erlaubt keine Aussagen über den Zusammenhang zwischen der untersuchten Exposition und dem Krebsrisiko. Es handelt sich um eine Abklärung einer bereits beobachteten lokalen Häufung von Krebserkrankungen. Die Vergleiche mit den allgemeinen Inzidenzraten sind daher nicht aussagekräftig. Zudem wurden keine Kontrollgruppen untersucht, und es lagen keine Informationen zu individuellen Risikofaktoren der Lehrer vor, z.B. Rauchen, genetische Faktoren usw. Die statistische Methodik ist unzureichend und das neue Expositionsmass der hochfrequenten Transientspannungen nicht validiert. Gegen einen Zusammenhang mit den gemessenen Transientspannungen spricht, dass auch Lehrer, die nie in einem Klassenzimmer mit "Überladung" gearbeitet hatten, ein signifikant erhöhtes Krebsrisiko hatten. Ein Kommentar von J.W. Morgan zu dieser Studie ist publiziert in: Am J Ind Med 2009, 52(4):350-351.

Finanzierung: keine Angaben

Abel EL, Hendrix SL, McNeeley GS, O'Leary ES, Mossavar-Rahmani Y, Johnson SR, Kruger M.
Use of electric blankets and association with prevalence of endometrial cancer.
Eur J Cancer Prev 2007; 16 (3): 243-250

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsuntersuchung an Teilnehmerinnen der "Women's Health Initiative" (WHI) zum Zusammenhang zwischen der Verwendung von Heizdecken und dem Risiko, an Gebärmutterkrebs (Endometriumkarzinom) zu erkranken.

Kollektiv: Die Gesamtpopulation der WHI-Studie bestand aus 93'676 postmenopausalen Frauen im Alter von 50 bis 79 Jahren, die zwischen 1993 und 1998 an 40 Zentren im ganzen Gebiet der USA rekrutiert worden waren. Die Auswertung zum Heizdeckengebrauch beschränkte sich auf Frauen über 55 Jahren, für die alle nötigen Informationen zur Verfügung standen. Die endgültige Analyse umfasste 1510 Frauen, die angaben, an Gebärmutterkrebs erkrankt zu sein, und 44'770 Frauen ohne diese Erkrankung.

Exposition: Verwendung von elektrischen Heizdecken. In Fragebögen wurde die Dauer des Gebrauchs bis zum Zeitpunkt der Befragung erfasst und in sechs Kategorien unterteilt: nie, <1 Jahr, 1-4, 5-9, 10-19 und >20 Jahre.

Methode: Faktoren, die einen Einfluss auf das Gebärmutterkrebsrisiko haben könnten, wurden in bivariaten Analysen mittels Chi-Quadrat- und t-Tests evaluiert: Alter, Alter bei Eintreten der Menopause, Ethnizität, Region, Body Mass Index, Anzahl Geburten, Rauchen, Alkoholkonsum, Ausbildung, Haushaltseinkommen, Einnahme von Östrogenpräparaten oder Kombinationstherapien mit Gestagenen, körperliche Aktivität und Betakarotin-Aufnahme. Das logistische Regressionsmodell zur Berechnung der Odds Ratios für den Zusammenhang mit der Verwendung von Heizdecken enthielt alle Faktoren, für die in der bivariaten Auswertung ein hoch signifikanter Effekt beobachtet worden war (p-Wert <0.001).

Resultat: Die Prävalenz des Endometriumkarzinoms in diesem Kollektiv betrug 3.3%. Die Benutzung von

elektrischen Heizdecken gaben 24'760 Kontrollpersonen (55%) und 887 Patientinnen (59%) an. Für Frauen, die elektrische Heizdecken benutzt hatten, ergab sich ein statistisch signifikant um 15% erhöhtes Erkrankungsrisiko (OR: 1.15, 95%-CI: 1.03-1.27). Nach der Korrektur für alle bedeutenden Einflussfaktoren zeigte sich ein Risikoanstieg bei längerer Gebrauchsdauer ($p < 0.001$). Ein signifikant um 36% höheres Risiko bestand in der Gruppe der Frauen, die über 20 Jahre lang elektrische Heizdecken verwendet hatten (238 Patientinnen und 5179 Kontrollpersonen; OR: 1.36, 95%-CI: 1.16-1.59).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass in dieser Studie Frauen mit über zwanzigjähriger Benutzung von elektrischen Heizdecken ein erhöhtes Risiko hatten, an einem Endometriumkarzinom zu erkranken. Sie weisen darauf hin, dass aus den Angaben der Teilnehmerinnen nicht ersichtlich war, ob oder wie lange sie vor der Erkrankung elektrische Heizdecken benutzt hatten. Es ist daher kaum beurteilbar, ob es sich bei der beobachteten Assoziation um einen ursächlichen Zusammenhang handelt.

Bemerkungen: In der Auswertung wurden viele potenzielle Risikofaktoren des Endometriumkarzinoms berücksichtigt. Da für viele dieser Faktoren auch eine statistisch signifikante Assoziation mit der Benutzung von Heizdecken bestand, ist es nicht einfach, den Effekt zu beurteilen, der auf die Heizdecken zurückzuführen ist. Weitere Einschränkungen ergeben sich durch das Querschnittsdesign mit fehlender Verlaufsbeobachtung und in Bezug auf die Zuverlässigkeit von Teilnehmerangaben zur Diagnose und zur Exposition.

Finanzierung: keine Angaben

Lope V, Pollan M, Gustavsson P, Plato N, Perez-Gomez B, Aragonés N, Suarez B, Carrasco JM, Rodríguez S, Ramis R, Boldo E, Lopez-Abente G.

Occupation and thyroid cancer risk in Sweden.

J Occup Environ Med 2005; 47 (9): 948-957

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Arbeitsmedizinische Kohortenstudie zur Identifizierung von Berufsgruppen oder Branchen in Schweden mit einer erhöhten Inzidenz von Schilddrüsenkrebs.

Kollektiv: Die Kohorte bestand aus allen schwedischen Frauen und Männern, die in den Volkszählungen von 1960 und 1970 als berufstätig erfasst waren und die am 1.1.1970 über 24 Jahre alt und nicht verstorben waren. Bis Ende 1989 wurden insgesamt fast 3 Millionen Personen in die Studie eingeschlossen. Eine Untergruppe bildeten Personen, die in beiden Volkszählungen den gleichen Beruf angegeben hatten.

Exposition: Zugehörigkeit zu einer Berufsgruppe und Branche. Es wurden keine spezifischen Expositionen untersucht.

Methode: Die Informationen zu Krebserkrankungen, Berufen und demographischen Charakteristika stammten aus dem Schwedischen Krebsregister und aus dem Bevölkerungsregister. Berechnet wurden Inzidenzraten, die für Alter und Zeitperiode standardisiert waren. Zum Vergleich mit den einzelnen Berufen wurden in log-linearen Poisson-Modellen unter Adjustierung für die selben Variablen relative Risiken berechnet. Zusätzlich wurden die Unterschiede zwischen den geographischen Regionen berücksichtigt.

Resultat: Im Studienzeitraum wurden bei den Männern 1103 Erkrankungen an Schilddrüsenkrebs registriert, bei den Frauen 1496 Erkrankungen. In der Gruppe der Männer ergaben sich teilweise signifikant erhöhte Risiken für verschiedene Berufe, unter anderem für Schreiner und Tischler (RR: 1.41, 95%-CI: 1.06-1.89), Polizisten (RR: 2.12, 95%-CI: 1.23-3.66), Arbeiter in der Papierproduktion (RR: 2.11, 95%-CI: 1.00-4.45), Holzfäller (RR: 1.42, 95%-CI: 0.99-2.04) und Elektroinstallateure (RR: 1.27, 95%-CI: 0.85-1.89). Bei den Frauen zeigten sich erhöhte

Erkrankungsrisiken unter anderem für medizinisch-technische Assistentinnen (RR: 1.85, 95%-CI: 1.02-3.35), Krankenschwestern (RR: 1.22, 95%-CI: 1.01-1.47), Geschäftsleiterinnen (RR: 1.80, 95%-CI: 1.10-2.94), Schneiderinnen (RR: 1.81, 95%-CI: 1.00-3.28) und Lederarbeiterinnen/Näherinnen (RR: 2.46, 95%-CI: 1.10-5.48). Auch für die Elektroinstallationsbranche insgesamt waren die Risiken, an Schilddrüsenkrebs zu erkranken bei Frauen und Männern erhöht.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass nur für einen kleinen Teil aller Berufe ein erhöhtes Risiko für Schilddrüsenkrebs gefunden wurde. Da Personen in diesen Berufen vielfältigen Expositionen ausgesetzt sein können, unter anderem Chemikalien, Holzstaub und ionisierender Strahlung, weisen die Autoren darauf hin, dass die beobachteten Assoziationen in Studien mit direkten Expositionsmessungen überprüft werden sollten.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine Untersuchung von Berufskategorien ohne Spezifizierung der Exposition. Aufgrund dieser Ergebnisse führten die Autoren an der gleichen Kohorte eine auf Strahlungsbelastungen fokussierte Auswertung mit Verwendung geschlechtsspezifischer Berufs-Expositions-Matrizen durch. Darin beobachteten sie keinen Zusammenhang mit der Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern (Lope et al.: Occupational exposure to ionizing radiation and electromagnetic fields in relation to the risk of thyroid cancer in Sweden. Scand J Work Environ Health 2006: 32 (4), 276-284).

Finanzierung: Carlos III Institute of Public Health, Madrid; Network of Epidemiology and Public Health Research Centers

Straume A, Johnsson A, Oftedal G.

ELF-magnetic flux densities measured in a city environment in summer and winter.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (1): 20-28

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Erfassung und Auswertung der Magnetfeldexposition im Zentrum der Stadt Trondheim, Norwegen, unter drei verschiedenen Bedingungen.

Kollektiv: Es handelt sich um eine Mess-Studie ohne Untersuchungskollektiv.

Exposition: Magnetfeldbelastung im Freien durch die Stromversorgung (elektrische Heizung), Transformatorenstationen und elektrische Leitungen unter dem Strassenbelag (zur Beseitigung von Schnee und Eis). Frequenzbereich: 10 Hz bis 3 kHz.

Methode: Zur Messung der magnetischen Flussdichte wurde ein EMDEX -II-Gerät verwendet, für die Erfassung der Wellenform ein EMDEX WaveCorder. Die Messungen fanden unter drei klimatische Bedingungen statt: Sommer (15 bis 20°C), Winter mit Schneefall (-5 bis 0°C), Winter ohne Schneefall (unter -9°C). Das Messgerät wurde einen Meter über dem Boden getragen, die Messungen erfolgten im Gehen mit einem Intervall von 3 Sekunden. Jeder Stadtblock wurde kontinuierlich gemessen (insgesamt 17 km Strecke), die Flussdichte zwischen den Messpunkten wurde linear interpoliert. Zusätzlich erfolgten an einigen Stellen Punktmessungen und 24-Stunden-Messungen.

Resultat: Ausgewertet wurden 5583 Messwerte im Sommer und jeweils ungefähr 3200 für die beiden Winterbedingungen. Im Sommer lag die magnetische Flussdichte über dem Strassenbelag an den meisten Stellen unter 0.2 μT , im Winter bei Schneefall waren Werte über 1 μT häufiger, ohne Schneefall ergaben sich tendenziell niedrigere Expositionen. Der Median aller Messwerte lag im Sommer bei 0.03 μT , im Winter mit Schneefall bei 0.08 μT und ohne Schnee bei 0.07 μT . Die jeweiligen Maximalwerte betrugen 16, 29 und 37 μT . Der Anteil an Messwerten über 0.4 μT war im Sommer 3.6%, im Winter ohne Schnee 29%, mit Schnee 34%. Magnetfelder

über 1.0 μT fanden sich im Winter für 23% bzw. 30% der Messungen. Die 24-Stunden-Messung im Sommer ergab für einen zweistündigen Zeitraum zur Geschäftszeit einen Mittelwert von 1.9 μT und während der Nacht von 0.88 μT (Standardabweichung jeweils 0.13 μT). Die Minimalwerte lagen bei 1.6 μT resp. 0.63 μT , die Maximalwerte bei 2.4 μT resp. 1.2 μT .

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Magnetfeldbelastung in Trondheim im Sommer gering ist, im Winter aber deutlich höher. Besonders hohe Expositionen finden sich über Transformatorenstationen.

Bemerkungen: Da in den meisten anderen Studien die Magnetfeldexposition in Innenräumen gemessen wurde, ist der Vergleich schwierig. Der hier angegebene Anteil von ca. 30% Messwerten über 1 μT im Winter ist deutlich höher als in internationalen Studien mit Messungen in Wohnräumen (1 bis 4%). Mit einer schwedischen Messung im Freien ist er aber vergleichbar (Lindgren 2001). Da die meisten Menschen sich gerade im Winter nur kurz im Freien aufhalten, wäre hinsichtlich biologischer Auswirkungen die Messung der individuellen Magnetfeldexposition über 24 Stunden im Freien und in der Wohnumgebung interessanter.

Finanzierung: Research Council of Norway, Norwegian Post and Telecommunication Authority, Telenor, NetCom, NORTIB, Torstein Erbos Gavefond.

Feizi AA, Arabi MA.

Acute childhood leukemias and exposure to magnetic fields generated by high voltage overhead power lines - a risk factor in Iran.

Asian Pac J Cancer Prev 2007; 8 (1): 69-72

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

<u>Studientyp:</u> Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen der Magnetfeldexposition durch Hochspannungsleitungen und dem Leukämierisiko bei Kindern in einer Provinzhauptstadt im Nordwesten Irans.

Kollektiv: Zwischen 1998 und 2004 wurde in der Universitätskinderklinik der Stadt Tabriz bei 87 Kindern unter 15 Jahren eine akute Leukämie diagnostiziert. Die 75 Kontrollkinder wurden unter den ambulanten Patienten der Klinik zufällig ausgewählt (mit nichtmalignen hämatologischen oder chirurgischen Erkrankungen). Gematcht wurden Patienten und Kontrollen nach Alter, Geschlecht, Ethnizität, Sozialstatus und Stadtbezirk.

Exposition: Magnetfeldbelastung in der Wohnumgebung durch Hochspannungsleitungen, Frequenz: 50 Hz. Die meisten Leitungen hatten eine Spannung von 123 kV, bei einigen betrug die Spannung 230 kV.

Methode: Die Mütter der Kinder wurden mittels Fragebögen interviewt. Am Wohnort der Familie wurde die Entfernung von Hochspannungsleitungen gemessen. Informationen zu Spannung, durchschnittlicher Auslastung, Frequenz und Phase der Leitungen stammten von der Forschungsabteilung der lokalen Akademie für Elektroingenieure. Die Berechnung der Magnetfeldbelastung erfolgte unter Berücksichtigung der Höhe von Strommasten und Freileitungen.

Resultat: Ausgewertet wurde die Daten von 60 Patienten (84.3%) und 59 Kontrollkindern (78.7%). Die Distanz zu den Wohnungen betrug in der Fallgruppe 63 bis 880 m und in der Kontrollgruppe 100 bis 1100 m. Patienten, die weniger als 500 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten, hatten eine mittlere Magnetfeldexposition von 0.6 μ T, Kontrollkinder mit der gleichen Entfernung von 0.35 μ T. In Regionen mit einer Magnetfeldbelastung über 0.45 μ T lebten 25% der Patienten und 8.5% der Kontrollkinder. Daraus ergab

sich eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 3.6 (95%-CI: 1.11-12.39). Für das Leukämierisiko der Kinder aus Wohnnung mit Distanzen unter 500 m wurde eine Odds Ratio von 8.67 (95%-CI: 1.74-58.4) berechnet.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie bei Kindern in der Nähe von Hochspannungsleitungen ein erhöhtes Risiko für akute lymphoblastische Leukämie beobachtet haben. Sie weisen darauf hin, dass die Magnetfeldexposition in Entwicklungsländern wie dem Iran höher zu sein scheint als in entwickelten Ländern.

Bemerkungen: Die Beurteilung der Studie ist aufgrund der mangelhaften Publikation schwierig. Die Darstellung der demographischen Charakteristika in beiden Gruppen ist unvollständig, und die Verteilung der Exposition im Gesamtkollektiv wird nicht beschrieben. Das Vorgehen bei der Berechnung der Magnetfeldbelastung ist unzureichend dokumentiert und daher kaum beurteilbar. Es wurden keine Messungen durchgeführt, um die berechneten Werte zu validieren. Zudem wird die Festlegung der Grenzen der Expositionskategorien nicht begründet (0.45 μ T resp. 500 m Distanz), und die statistische Auswertung bestand aus der Berechnung von rohen Odds Ratios. Zudem sind die Risikoschätzer wegen der geringen Anzahl an exponierten Kontrollkindern sehr instabil, und ein Selektionsbias kann nicht ausgeschlossen werden.

Finanzierung: keine Angaben

Lahkola A, Salminen T, Raitanen J, Heinavaara S, Schoemaker M, Christensen HC, Feychting M, Johansen C, Klæboe L, Lönn S, Sverdlow A, Tynes T, Auvinen A.

Meningioma and mobile phone use--a collaborative case-control study in five North European countries.

Int J Epidemiol 2008; 37 (6): 1304-1313

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Kombinierte Auswertung von Daten der multizentrischen Interphone-Studie aus Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden und Südostengland zum Meningeom-Risiko bei Mobiltelefonbenutzern. In früheren Publikationen wurden gepoolte Resultate zum Risiko von Gliomen resp. Akustikusneurinomen bei Mobiltelefonbenutzern veröffentlicht: Lahkola A. et al., Int J Cancer 2007: 120 (8), 1769-1775 resp. Schoemaker et al., British Journal of Cancer 2005: 93 (7), 842-848.

Kollektiv: Personen zwischen 18 und 69 Jahren, die in einer der Studienregionen wohnten und zwischen 2000 und 2004 an einem intrakranialen Meningeom erkrankten. Die Daten stammten von neurochirurgischen, neurologischen und onkologischen Abteilungen der beteiligten Kliniken und wurden mit den Zahlen der nationalen und regionalen Krebsregister vervollständigt. In den skandinavischen Ländern stammten die Kontrollpersonen aus den Bevölkerungsregistern, in Grossbritannien aus Listen von Hausarztpraxen (Häufigkeitsmatching gemäss Alter, Geschlecht und Region).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Angaben der Teilnehmer in computergestützten Interviews. Als regelmässige Benutzer galten Personen, die seit mindestens sechs Monaten wenigstens einmal pro Woche ein Mobiltelefon verwendeten. Diese Personen wurden nach den benutzten Telefonmodellen, nach Dauer und Anzahl der Telefonate, nach dem bevorzugten Ohr und nach der Verwendung von Freisprechanlagen gefragt. Die Exposition innerhalb eines Jahres vor dem Zeitpunkt der Diagnose bzw. vor dem Referenzdatum sowie die Benutzung von DECT- oder anderen Schnurlostelefonen wurde nicht berücksichtigt.

Methode: In den statistischen Analysen wurden mehrere Expositionsparameter ausgewertet: Mobiltelefonbenutzung (ja/nein), regelmässige Mobiltelefonbenutzung (ja/nein), Gesamtzahl an Telefonaten und

Gesprächsstunden, Dauer der Benutzung in Jahren und Anzahl der Jahre seit Beginn der Mobiltelefonbenutzung. Zusätzlich wurden die Studienteilnehmer nach bestehenden Erkrankungen, gehäuftem Auftreten von Gehirntumoren in der Familie und nach ihrem Ausbildungsniveau gefragt. Die Berechnung der relativen Meningeomrisiken (Odds Ratios) erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression, wobei die Teilnehmer nach Land, Region, Geschlecht und 5-Jahres-Altersgruppen unterteilt wurden. Als zusätzliche potenzielle Einflussfaktoren galten: Bildungsniveau, erbliche Vorbelastung, frühere Bestrahlung des Kopfes und Erkrankung an Neurofibromatose oder tuberöser Hirnsklerose. Da der Einbezug dieser Faktoren die Resultate nicht veränderte, wurden in den endgültigen Modellen nur die Stratifizierungsvariablen berücksichtigt.

Resultat: Insgesamt wurden 1629 Meningeompatienten und 6581 Kontrollpersonen in die Studie aufgenommen (Teilnahmerate: 74% resp. 50%). Da für einige Strata entweder keine Patienten oder keine Kontrollpersonen vorhanden waren, wurden noch mehrere Personen ausgeschlossen. Zur Auswertung kamen Daten von 1204 Patienten und 2945 Kontrollpersonen. Die Regressionsanalyse ergab für regelmässige Mobiltelefonbenutzer im Vergleich zur Referenzgruppe ein niedrigeres Risiko, an einem Meningeom zu erkranken (Odds Ratio: 0.76, 95%-CI: 0.65-0.89). Es zeigte sich kein Zusammenhang mit der Benutzungsdauer (OR: 0.99 pro Jahr) oder der Anzahl an Gesprächen. In der kontinuierlichen Analyse wies die Anzahl an Gebrauchsstunden auf ein tendenziell ansteigendes Tumorrisiko hin: Die Odds Ratio pro 100 Stunden Gebrauch eines digitalen Telefons lag bei 1.008 (95%-CI: 1.002-1.014). Verwender von analogen Mobiltelefonen hatten kein erhöhtes Meningeomrisiko (alle Odds Ratios unter 1). Nur für Personen, die vor mehr als zehn Jahren mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen hatten, ergab sich eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.87 (95%-CI: 0.71-4.93), basierend auf 8 Patienten und 13 Kontrollpersonen. Für Teilnehmer, die das Mobiltelefon überwiegend auf der erkrankten Seite benutzt hatten, zeigten sich ebenfalls keine erhöhten Meningeomrisiken. In dieser Gruppe lag die maximale OR bei 1.05 (95%-CI: 0.67-1.65) für über zehnjährigen Beginn der Mobiltelefonbenutzung.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keine Evidenz für ein erhöhtes Meningeomrisiko im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung. Eine Assoziation bestand offenbar für die Gebrauchsstunden als kontinuierliche Variable, dieses Resultat basierte aber auf wenigen, möglicherweise irrtümlich hohen Werten.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, war die Teilnahmerate in der Kontrollgruppe niedrig. Dadurch könnte es zu einem Selektionsbias mit überproportional vielen Mobiltelefonbenutzern in der Kontrollgruppe und zu einer Unterschätzung des Risikos gekommen sein. Dies könnte die verminderten Risikoschätzer teilweise erklären. Ebenfalls zu einer Abschwächung der Assoziation könnten Fehler in den Angaben der Teilnehmer zu ihrer Mobiltelefonbenutzung führen.

Finanzierung: European Union, International Union against Cancer, Mobile Manufacturers' forum, GSM Association; Academy of Finland, MTHR programme, Swedish Research Council.

Schüz J, Grigat JP, Stormer B, Rippin G, Brinkmann K, Michaelis J.

Extremely low frequency magnetic fields in residences in Germany. Distribution of measurements, comparison of two methods for assessing exposure, and predictors for the occurrence of magnetic fields above background level.

Radiat Environ Biophys 2000; 39 (4): 233-240

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Sammlung von Messwerten zur Verteilung der niederfrequenten Magnetfeldexposition in Wohnungen in Deutschland.

Kollektiv: Im Rahmen einer Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und Kinderleukämie wurden zwischen 1997 und 1999 in verschiedenen Regionen Deutschlands Messungen der Magnetfeldexposition durchgeführt. Analysiert wurden 1835 Messungen, davon stammten 1314 aus Wohnungen bzw. Häusern von Kontrollfamilien. Die Teilnahmerate lag bei 62%.

Exposition: Magnetfeldexposition in Innenräumen (50 Hz und 16.7 Hz), hervorgerufen durch Hochspannungsleitungen, Transformatorenstationen, Hausstromleitungen, Bahnstrom, und elektrische Geräte. Es wurden 24-Stundenmessungen unter dem Bett des Kindes und im Wohnzimmer durchgeführt, ausserdem Kurzzeitmessungen in allen anderen Räumen der Wohnung.

Methode: Um eine möglichst grosse Repräsentativität zu erreichen, konzentrierten sich die Auswertungen auf die Messwerte von Kontrollfamilien. Zusätzlich wurden Faktoren erfasst, die mit der Magnetfeldbelastung zusammenhängen könnten, u.a. Sozialstatus, Art der Wohnung und der Region, Distanz zu Freileitungen und Bahngleisen, Strassenverkehr.

Resultat: Ein Medianwert der häuslichen 50-Hz-Magnetfeldbelastung von über 0.2 μ T ergab sich nur in 18 von 1314 Langzeitmessungen (=1.4%; 95%-CI: 0.7-2.0%). Durch Bahnstrom (16.7 Hz) wurden Expositionen in dieser Grössenordnung lediglich bei 0.6% der Wohnungen verursacht. Im Winter waren die Felder signifikant höher als im Sommer, und Gebäude mit mehreren Wohnungen wiesen höhere Belastungen auf als Einfamilienhäuser. Von den 25 Wohnungen, die weniger als 50 m von einer Hochspannungsleitung (123 bis 420

kV) entfernt waren, hatten nur 8 (32%) eine mediane Magnetfeldbelastung von über 0.2 μ T. Insgesamt entstand eine Exposition über 0.2 μ T zu 75% durch Feldquellen ausserhalb des Hauses, auf Hochspannungsleitungen waren 29% zurückzuführen und 32% auf Niederspannungsleitungen (380 V). In 25% der Fälle waren Innenraumquellen für Magnetfeldbelastungen über 0.2 μ T verantwortlich. Familien mit niedrigem Nettoeinkommen lebten häufiger in Wohnungen mit höherer Exposition, es bestand eine ebenfalls signifikante Assoziation mit dem Strassenverkehrsaufkommen in der Umgebung.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass der Median der 24-Stundenmessung ein besseres Mass für die Magnetfeldexposition ist als der arithmetische Mittelwert, weil er nicht so stark von Spitzenbelastungen beeinflusst wird. Sie weisen darauf hin, dass Belastungen über 0.2 μ T in Deutschland selten sind, und dass Häuser, die sich direkt neben Hochspannungsleitungen befanden, nur in 32% der Fälle eine Magnetfeldexposition in dieser Höhe hatten.

Finanzierung: Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Sobel E, Davanipour Z, Sulkava R, Erkinjuntti T, Wikstrom J, Henderson VW, Buckwalter G, Bowman JD, Lee PJ.

Occupations with exposure to electromagnetic fields: a possible risk factor for Alzheimer's disease.

Am J Epidemiol 1995; 142 (5): 515-524

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Huss A, Spoerri A, Egger M and Rösli M for the Swiss National Cohort Study.

Residence Near Power Lines and Mortality From Neurodegenerative Diseases: Longitudinal Study of the Swiss Population.

Am J Epidemiol 2009; 169 (2): 167-175

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zum Zusammenhang zwischen der Entfernung von Hochspannungsleitungen am Wohnort und dem Risiko, an einer neurodegenerativen Erkrankung wie Morbus Alzheimer, senile Demenz, Amyotrophe Lateralsklerose, Multiple Sklerose oder Parkinson-Krankheit zu sterben.

Kollektiv: Basierend auf der Volkszählung aus dem Jahr 2000 wurden im Rahmen der Schweizerischen Kohortenstudie alle Todesfälle an neurodegenerativen Erkrankungen erfasst, die zwischen Dezember 2000 und Dezember 2005 in der Schweizer Bevölkerung aufgetreten waren. Für die Auswertung nicht berücksichtigt wurden Personen unter 29 Jahren und Personen, für die keine Angaben zum Wohnort vorhanden waren. In der daraus resultierenden Kohorte von 4.65 Millionen Studienteilnehmern wurden im Beobachtungszeitraum insgesamt 282'378 Todesfälle registriert, davon 9228 an Alzheimer, 28'288 an seniler Demenz, 773 an Multipler Sklerose und 6683 an Morbus Parkinson.

Exposition: Der Wohnort der Studienteilnehmer in den Jahren 1990 und 2000 liess sich anhand von geokodierten Daten des nationalen Gebäuderegisters ermitteln. Die Expositionsschätzung beruhte auf der Entfernung zur nächstgelegenen Hochspannungsleitung (220 bis 380 kV), die Daten zum Verlauf der Freileitungen stammten vom Eidgenössischen Starkstrominspektorat. Registriert wurde die Anzahl der Personen, die in Korridoren von 0 bis <50 m, 50 bis <200 m, 200 bis <600 m und >600 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten. Zusätzlich wurde die Wohndauer (mindestens 5 Jahre, 10 Jahre oder 15 Jahre) berücksichtigt.

Methode: Zur Auswertung kamen Todesfälle, für die auf der Sterbekarte eine neurodegenerative Erkrankung als Haupt- oder Begleitursache angegeben war. Um eine Verzerrung durch Unterschiede im Sozialstatus zu evaluieren, wurden zusätzliche Todesursachen registriert, die bekanntermassen mit dem Sozialstatus assoziiert

sind: Luftröhren- oder Lungenkrebs, Speiseröhrenkrebs und alkoholbedingte Lebererkrankungen. Auch die Gesamtmortalität wurde erfasst. Der statistische Vergleich zwischen den Expositionskategorien erfolgte in Regressionsmodellen (Cox Proportional Hazard Models). Als zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden Alter, Geschlecht, Ausbildungsniveau, Beruf, Zivilstatus, Urbanisierungsgrad der Wohnregion, Sprachregion, Anzahl der Wohnungen im Gebäude und Distanz von weniger als 50 m zu einer Hauptstrasse.

Resultat: Für Personen, die weniger als 50 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten, ergab sich im Vergleich zu Personen in Entfernungen von über 600 m ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Risiko für eine Alzheimer-Demenz, der Risikoschätzer lag bei 1.24 (95%-CI: 0.80-1.92). Das Risiko einer senilen Demenz war mit 1.23 (95%-CI: 0.96-1.59) ebenfalls erhöht. Die Auswertungen ergaben wenig Hinweise auf erhöhte Risiken für Personen mit mehr als 50 m Distanz zu einer Hochspannungsleitung. Für den Korridor unter 50 m zeigte sich für beide Demenzformen ein Risikoanstieg bei längerer Aufenthaltsdauer in der entsprechenden Wohnung: Bei mindestens fünfjähriger Wohndauer betrug das Alzheimer-Risiko 1.51 (95%-CI: 0.91-2.51), bei mindestens zehnjähriger Dauer 1.78 (95%-CI: 1.07-2.96) und bei mindestens 15 Jahren 2.00 (95%-CI: 1.21-3.33). Ein ähnliches Muster bestand für die senile Demenz, die Assoziationen waren aber insgesamt etwas schwächer: Die Risikoschätzer lagen bei 1.34 (95%-CI: 0.98-1.82), 1.36 (95%-CI: 0.98-1.89) und 1.41 (95%-CI: 1.00-1.98). In Bezug auf Morbus Parkinson und Multiple Sklerose wurde keine Risikoerhöhung in der unmittelbaren Umgebung von Hochspannungsleitungen beobachtet (0.83, 95%-CI: 0.46-1.49 resp. 1.20, 95%-CI: 0.30-4.80). Für die Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) konnte für den 50-m-Korridor kein Risikoschätzer berechnet werden, da im Beobachtungszeitraum kein Todesfall registriert wurde. Es ergaben sich keine erhöhten Risiken in der Nähe von Hochspannungsleitungen bezüglich der Gesamtmortalität und der Sterblichkeit an Luftröhren- oder Lungenkrebs, Speiseröhrenkrebs oder alkoholbedingter Lebererkrankung.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie bei Personen, die weniger als 50 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten, ein erhöhtes Sterberisiko an Alzheimer oder seniler Demenz beobachtet wurde. Sie sehen darin eine Unterstützung der Hypothese, dass die Magnetfeldbelastung durch Hochspannungsleitungen in Wohnungen bei der Entstehung dieser Erkrankungen eine Rolle spielen könnte, weisen aber darauf hin, dass der biologische Mechanismus für diesen Effekt nicht bekannt ist.

Bemerkungen: Die Auswertungen wurden für viele Einflussfaktoren korrigiert, die den beobachteten Zusammenhang verfälschen oder erklären könnten. Da es sich um eine registerbasierte Kohortenstudie handelt, sind Verzerrungen durch Auswahl- oder Erinnerungsfehler nicht zu befürchten. Wie die Autoren anmerken, wird die Aussagekraft der Resultate dadurch abgeschwächt, dass es kein Register für neurodegenerative Erkrankungen gibt, und man davon ausgehen muss, dass Demenzerkrankungen auf Sterbekarten nicht vollständig erfasst sind. Für Parkinson, Multiple Sklerose und Amyotrophe Lateralsklerose ist die Erfassung besser, die Auswertungen basierten aber auf kleinen Fallzahlen. Aufgrund einer einzelnen Studie kann nicht auf einen ursächlichen Zusammenhang geschlossen werden, solange kein biologischer Wirkungsmechanismus bekannt ist.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation

Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schüz J, Berg-Beckhoff G.

Mobile phone base stations and adverse health effects: Phase 1: A population-based cross-sectional study in Germany.

Occup Environ Med 2009; 66 (2): 118-123

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zu Mobilfunkantennen in Deutschland mit zwei Zielen: 1) Abschätzung, wie viele Personen sich wegen Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung auf die Gesundheit Sorgen machen oder ihre gesundheitlichen Beschwerden darauf zurückführen. 2) Untersuchung, ob ein Zusammenhang mit der in den Wohnungen gemessenen Hochfrequenzbelastung besteht. Die vorliegende Publikation enthält Ergebnisse der QUEBEB-Studie zum ersten Ziel.

Kollektiv: Die Studie fand zwischen August und November 2004 im Rahmen einer regelmässigen Bevölkerungsbefragung statt. Von den angeschriebenen 51.444 Personen im Alter von 14 bis 69 Jahren beteiligten sich 30.047 (58,4%). Das Kollektiv war für die deutsche Allgemeinbevölkerung hinsichtlich Alter, Geschlecht, Einkommen und Wohnregion repräsentativ.

Exposition: Entfernung der nächsten Mobilfunksendeanlage vom Wohnort. Als exponiert galten Wohnungen mit Distanzen unter 500 m. Die Angaben zur Entfernung stammten einerseits von den Teilnehmern selbst, andererseits aus der Standortdatenbank der Bundesnetzagentur. Diese Datenbank enthält die technischen Daten und Geokoordinaten aller genehmigungspflichtigen Mobilfunkbasisstationen in Deutschland. Im Jahr 2004 umfasste sie 51.000 Standortangaben. Für 29.805 Teilnehmer (99,2%) konnte die Entfernung zwischen Wohnung und Antenne mittels Geokodierung berechnet werden.

Methode: Der Fragebogen, den die Teilnehmer per Post erhielten, beinhaltete eine Liste mit 38 Symptomen, die in früheren Studien mit der Hochfrequenzstrahlung in Verbindung gebracht worden waren. Auf einer vierstufigen Skala gaben die Befragten an, ob und wie stark bei ihnen kognitive Probleme, Schmerzen, Schlafstörungen, Hautreaktionen, Verdauungsschwierigkeiten, Sehstörungen oder andere Beschwerden vorhanden waren

(Antwortmöglichkeiten: "überhaupt nicht", "wenig", "mässig" oder "stark"). Weitere Fragen betrafen die Besorgnis wegen der Auswirkungen von Mobilfunksendeanlagen und die Zuschreibung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Attribution). Der statistische Vergleich erfolgte in Regressionsmodellen unter Berücksichtigung von Geschlecht, Alter, Wohnregion und Sozialstatus. Die Risikowahrnehmung wurde mittels logistischer Regression ausgewertet ("keine Besorgnis und keine Attribution" versus "Besorgnis oder Attribution"). Das Ausmass der Beschwerden wurde in linearen Regressionsmodellen verglichen (Summe der Punktwerte auf der Skala).

Resultat: Von den 30.047 Teilnehmern beantworteten 27.376 die Fragen zur Besorgnis und zur Attribution von Beschwerden. Wegen Mobilfunksendeanlagen besorgt zeigten sich 18.7% der Teilnehmer, und weitere 10.3% fühlten sich durch die Felder gesundheitlich beeinträchtigt. Personen mit höherem Sozialstatuts machten sich häufiger Sorgen, berichteten aber seltener über Beschwerden. Tendenziell äusserten sich Teilnehmer aus dem Süden Deutschlands häufiger besorgt als Teilnehmer aus anderen Regionen. Gemäss Geokodierung waren 14.503 von 29.805 Wohnungen (51.5%).maximal 500 m von einer Mobilfunkantenne entfernt. Eine korrekte Einschätzung der Distanz machten 41.6% der Teilnehmer, 29.7% schätzten die Entfernung falsch ein, und 27.9% waren sich nicht sicher. Personen, die angaben, weniger als 500 m von einer Mobilfunkbasisstation entfernt zu wohnen, äusserten statistisch signifikant häufiger Bedenken wegen Mobilfunksendeanlagen (OR: 1.35, 95%-CI: 1.25-1.45). Wenn die berechnete Distanz verwendet wurde, bestand dagegen kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen (OR: 1.00, 95%-CI: 0.94-1.07). Auf der Beschwerdenskala erzielten Personen, die besorgt waren oder gesundheitliche Beeinträchtigungen auf Mobilfunkanlagen zurückführten, höhere Werte. Ebenfalls etwas mehr Beschwerden gaben Teilnehmer in der Nähe von Sendeanlagen (<500 m) an.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass ein beträchtlicher Anteil der deutschen Bevölkerung sich wegen möglicher Gesundheitsschäden durch Mobilfunkbasisstationen Sorgen macht und dass jede zehnte Person gesundheitliche Beschwerden auf die Hochfrequenzexposition zurückführt. Zwischen der Nähe zu Mobilfunkantennen (<500 m) und der Häufigkeit von Beschwerden bestand eine schwache Assoziation, die nicht alleine durch Besorgnis oder Attribution erklärt werden kann. In der zweiten Phase der Studie wird die beobachtete Assoziation mit Hilfe von Messungen der Hochfrequenzexposition in den Wohnungen überprüft.

Bemerkungen: Der Anteil besorgter Personen und von Personen mit Attribution von Beschwerden ist höher als in früheren Studien (zusammengenommen fast 30%). Eine Einschränkung von Querschnittsstudien, die auch von den Autoren erwähnt wird, ist die gleichzeitige Erhebung der Informationen über Exposition und Beschwerden. Die zeitliche Abfolge lässt sich daher kaum beurteilen und sollte zum Beispiel in einer Fall-Kontrollstudie verifiziert werden. Die Ergebnisse der zweiten Studienphase sind publiziert in: Berg-Beckhoff et al., Occup Environ Med 2009; 66 (2), 124-130.

Finanzierung: Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Rahmen des deutschen Mobilfunkforschungsprogramms

Merzenich H, Schmiedel S, Bennack S, Brüggemeyer H, Philipp J, Blettner M, Schüz J.
Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio
broadcast transmitters.
Am J Epidemiol 2008; 168 (10): 1169-1178

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Leukämierisikos bei Kindern in der Umgebung von Radio- und Fernsehsendern in Deutschland.

Kollektiv: Kinder unter 15 Jahren, die von 1984 bis 2003 im Deutschen Kinderkrebsregister mit einer Leukämie oder einer myelodysplastischen Erkrankung registriert wurden, und zum Zeitpunkt der Diagnose in einer Studienregion wohnten. Aus den Bevölkerungsregistern wurden für jeden Patienten drei Kontrollkinder mit entsprechendem Alter, Geschlecht und Wohnort gezogen.

Exposition: Das Studiengebiet setzte sich aus 805 Ortschaften in der Umgebung der stärksten Radio- und Fernsehsender in den westdeutschen Bundesländern zusammen. Die effektive Strahlungsleistung der Monopolantenne lag für amplitudenmodulierte (AM) und frequenzmodulierte (FM) Radiosender bei mindestens 200 kW, für Fernsehsender (TV) bei mindestens 500 kW. Es wurden 16 AM-Sender und 8 FM-/Fernsehsender ausgewählt. Ebenfalls berücksichtigt wurde der Expositionsbeitrag von 312 Sendern in der Nähe der Studienregionen. Um stark exponierte und weniger exponierte Gemeinden einzuschliessen, wurde der Radius, in dem eine Feldstärke von mehr als 1 V/m erwartet wurde, bei den Mittelwellensendern verdoppelt (120 dB (mV/m)); bei den FM-Sendern lag der Radius bei 0.03 V/m (90 dB(μV/m)). Die technischen Daten der Sender stammten von den Netzbetreibern (Stand: 2004). Die kumulative durchschnittliche Feldstärke der Hochfrequenzstrahlung wurde mittels Ausbreitungsmodell und geographischem Informationssystem für alle Adressen berechnet. Zur Validierung des Modells wurden Stichprobenmessungen vorgenommen, die Korrelation lag bei 0.8 (95%-CI: 0.76-0.83).

Methode: Die primäre statistische Auswertung erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. Als hoch

exponiert galten Kinder, die ein Jahr vor der Diagnose zu den obersten 10% der Expositionsverteilung gehörten. Die berechnete mediane Feldstärke (AM und FM/TV) für diese Gruppe betrug 0.504 bis 7.742 V/m. Die Gruppe wurde noch einmal unterteilt in die 90. bis 95. Perzentile (0.504 bis 0.701 V/m) und die 95. bis 100. Perzentile (0.701 bis 7.742 V/m). Als Referenzgruppe dienten jeweils Kinder mit Expositionen unterhalb der 90%-Perzentile (<0.504 V/m). Zusätzlich wurden verschiedene Subgruppenanalysen durchgeführt und in einem linearen Modell die Dosis-Wirkungsbeziehung untersucht.

Resultat: Vollständige Informationen lagen für 1959 Kinder mit Leukämie und 5848 Kontrollkinder vor. Eine lymphatische Leukämie bestand bei 1586 Kindern (81%), bei 336 Kindern eine myeloische Leukämie oder ein myelodysplastisches Syndrom. Der statistische Vergleich zwischen Kindern in den obersten 5% und unterhalb von 90% der Expositionsverteilung ergab eine Odds Ratio von 0.86 (95%-CI: 0.67-1.11) für das Leukämierisiko insgesamt. Auch die Auswertungen bezüglich der verschiedenen Signaltypen oder Leukämiearten zeigten keine statistisch signifikant erhöhten Risiken. Die kontinuierliche Analyse resultierte in einer Odds Ratio von 0.99 (95%-CI: 0.98-1.00) für einen Expositionsanstieg um 1 dB(μ V/m). Wenn die Distanz zwischen Wohnung und Sender ausgewertet wurde, ergab sich für Kinder im Umkreis von 0 bis 2 km eine Odds Ratio von 1.04 (95%-CI: 0.65-1.67) im Vergleich zu Kindern aus 10 bis 15 km entfernten Wohngebieten. Für die Subgruppe der lymphatischen Leukämien war dieser Risikoschätzer mit 1.31 (95%-CI: 0.80-2.15) statistisch nicht signifikant erhöht, in der Nähe von AM-Sendern lag er bei 1.56 (95%-CI: 0.77-3.16). Teilweise signifikant erniedrigte Odds Ratios ergaben sich dagegen für Kinder aus Wohngebieten, die 2 bis 6 km oder 6 bis 10 km von einem Rundfunksender entfernt waren.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie kein signifikant erhöhtes Leukämierisiko im Zusammenhang mit der Hochfrequenzexposition durch Radio- oder Fernsehsender beobachtet haben. Dies galt für beide untersuchten Zeitperioden 1983 bis 1991 und 1992 bis 2002 sowie für Kinder verschiedener Altersgruppen.

Bemerkungen: Die Resultate dieser grossen Fall-Kontrollstudie mit verschiedenen Expositionsparametern sprechen gegen eine Assoziation zwischen der Hochfrequenzexposition von Rundfunksendern und dem Leukämierisiko, auch wenn keine Informationen über die Gesamtexposition der Kinder an unterschiedlichen Orten oder durch andere Expositionsquellen vorlagen. Die (nichtdifferenzielle) Fehlklassifizierung kann wohl nur durch persönliche Messungen, möglichst über einen längeren Zeitraum, minimiert werden. Die Details zur Anlage der vorliegenden Studie wurden publiziert in Merzenich et al.: Leukämie bei Kindern in der Umgebung von Sendestationen des Rundfunks - Anforderungen an das Studiendesign. Umweltmed Forsch Prax 2007; 12 (4), 213-223. Die Ergebnisse der Validierungsstudie zu den Expositionsmassen sind beschrieben in: Schmiedel et al.: An evaluation of exposure metrics in an epidemiologic study on radio and television broadcast transmitters and the risk of childhood leukemia. Bioelectromagnetics 2009; 30 (2), 81-91.

Finanzierung: Bundesamt für Strahlenschutz, im Rahmen des Deutschen Mobilfunkforschungsprogramms

Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Hansson Mild K.

Meta-analysis of long-term mobile phone use and the association with brain tumours.

Int J Oncol 2008; 32 (5): 1097-1103

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern. Aktualisierung der Publikation von Hardell et al., Occup Environ Med 2007; 64 (9), 626-632.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Systeme: NMT 450 MHz (analog), GSM 900 und 1800 MHz (digital), DECT 900 und 1900 MHz (digital).

Methode: Die Literaturrecherche erfolgte in PubMed. Die adjustierten Odds Ratios der Studien wurden mittels Zufallseffektmodell metaanalytisch ausgewertet.

Resultat: In die Auswertung einbezogen wurden 16 Fall-Kontrollstudien. Nicht berücksichtigt wurde die dänische Kohortenstudie sowie zwei Fall-Kontrollstudien, die keine separaten Risikoschätzer für verschiedene Hirntumortypen angaben. Aus den Daten von zehn Fall-Kontrollstudien zum Gliomrisiko bei Mobiltelefonbenutzern ergab sich eine kombinierte Odds Ratio von 0.9 (95%-CI: 0.8-1.1). Wenn nur die sechs Ergebnisse zur über zehnjährigen Benutzung kombiniert wurden, lag der Risikoschätzer bei 1.2 (95%-CI: 0.8 -1.9). Aus vier Studien mit Resultaten zur Seitenabhängigkeit errechnete sich ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite (2.0, 95%-CI: 1.2-3.4), keine Risikoerhöhung auf der Gegenseite (1.1, 95%-CI: 0.6-2.0). Das Risiko für Akustikusneurinome war in der auf neun Studien basierenden Gesamtauswertung nicht erhöht (0.9, 95%-CI: 0.7-1.1). Aus den vier Studien mit über zehnjähriger Benutzung resultierten erhöhte Odds Ratios von insgesamt 1.3 (95%-CI: 0.6-2.8), für den ipsilateralen Gebrauch von 2.4 (95%-CI: 1.1-5.3) und für den kontralateralen Gebrauch von 1.2 (95%-CI: 0.7-2.2). Zum Meningeom wurde

anhand von sieben Studien ein Risikoschätzer von 0.8 (95%-CI: 0.7-0.99) errechnet. Bei über zehnjähriger Benutzung betrug der Risikoschätzer basierend auf vier Studien 1.3 (95%-CI: 0.9-1.8). Für die langjährige ipsilaterale Verwendung ergaben zwei Studien ein Meningeomrisiko von 1.7 (95%-CI: 0.99-3.1), für die kontralaterale Verwendung von 1.0 (95%-CI: 0.3-3.1).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen der Metaanalyse ein einheitliches Muster für eine Assoziation zwischen der über zehnjährigen, ipsilateralen Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Gliomen und Akustikusneurinomen.

Bemerkungen: Die Resultate zum Gliom und zum Akustikusneurinom wurden bereits in der oben erwähnten, früheren Auswertung von Hardell et al. (2007) publiziert. Daneben liegen noch zwei Metaanalysen vor: Lahkola et al. (2006) errechneten für ipsilaterale Hirntumoren eine Odds Ratio von 1.36 (95%-CI: 0.99-1.87), die Arbeit enthielt aber keine Auswertungen für Langzeitbenutzer. Die Metaanalyse von Kan et al. (2008), in der die Studien von Hardell nicht berücksichtigt wurden, zeigte für Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung ein statistisch signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko mit einer Odds Ratio von 1.25 (95%-CI: 1.01-1.54). Zur Überprüfung der beobachteten Hinweise sollte in zukünftigen Studien eine grössere Anzahl von Langzeitbenutzern ausgewertet werden.

Finanzierung: Schwedischer Krebs- und Allergiefonds

Baste V, Riise T, Moen BE.

Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring.

Eur J Epidemiol 2008; 23 (5): 369-377

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale
Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie an Männern, die bei der norwegischen Marine angestellt waren, zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Fruchtbarkeit und das Geschlechterverhältnis ihrer Kinder.

Kollektiv: Alle männlichen Angestellten der norwegischen Marine, die Ende September 2002 im Dienst waren. Von diesen 2497 Personen beteiligten sich 1550 (62%). Zusätzlich wurden 15'259 Männer angeschrieben, die zwischen 1950 und 2002 länger als 16 Monate bei der Marine gearbeitet hatten. In dieser Gruppe lag die Teilnahmerate bei 63%. Insgesamt umfasste die Studienpopulation 10'497 Männer mit einem Altersdurchschnitt von 49 Jahren.

Exposition: Berufliche Hochfrequenzexposition durch Antennen, Funk- oder Radargeräte. Die Teilnehmer gaben in einem schriftlichen Fragebogen an, ob sie weniger als 10 m von einer Hochfrequenzantenne oder 3 m von Funkgeräten oder 5 m von einer Radaranlage entfernt arbeiteten oder gearbeitet hatten. Die Exposition konnte auch ausserhalb der Marine oder in der Freizeit aufgetreten sein. Aus diesen Angaben wurde eine kombinierte Belastungsvariable mit den Stufen "überhaupt nicht", "niedrig", "etwas", "hoch" oder "sehr hoch" gebildet.

Methode: Die Information zur Anzahl der Kinder und zum unerfüllten Kinderwunsch über mindestens ein Jahr stammte ebenfalls von den Teilnehmern. Die Frage lautete: "Haben Sie und Ihre Partnerin jemals während eines Jahres ohne Erfolg versucht, ein Kind zu bekommen?". Weitere Fragen betrafen andere berufliche Expositionen, Rauchgewohnheiten und Alkoholkonsum. Die statistische Auswertung bezüglich Infertilität erfolgte nach Altersgruppen getrennt mittels logistischer Regression unter Korrektur für Rauchen, Alkohol, Lösungsmittel- und Bleiexposition sowie für die Tätigkeit als Schweisser. Als Referenzgruppe dienten alle Männer, die keine Fruchtbarkeitsprobleme angaben und Kinder hatten. Das Geschlechterverhältnis der Kinder wurde mittels

Mantel-Haenszel Chi-Quadrat-Test analysiert, die Odds Ratios in einer nicht adjustierten logistischen Regression berechnet.

Resultat: Die Auswertungen zur Fruchtbarkeit beruhten auf 9925 Teilnehmern; ausgeschlossen wurden Personen, die keine Fruchtbarkeitsprobleme angaben, aber keine Kinder hatten. Ungefähr 20% hatten zu einem hohen oder sehr hohen Grad in der Nähe von Hochfrequenzanlagen gearbeitet. Als überhaupt nicht exponiert galten ca. 25%. Probleme mit der Fruchtbarkeit gaben 15% der Teilnehmer an. Zwischen der Exposition und dem Infertilitätsrisiko zeigten sich für alle Altersgruppen statistisch signifikante Zusammenhänge und Dosis-Wirkungsbeziehungen, auch für die Gruppe der geringgradig Exponierten (OR: 1.39, 95%-CI: 1.15-1.68). Für Teilnehmer mit sehr hohem Expositionsgrad lag die Odds Ratio bei 1.86 (95%-CI: 1.46-2.37). Ebenfalls signifikante Assoziationen bestanden mit der unfreiwilligen Kinderlosigkeit. Aus den linearen Analysen ergab sich dagegen kein Zusammenhang mit dem Vorhandensein oder der Anzahl von Kindern. Die Auswertungen zum Geschlechterverhältnis wiesen darauf hin, dass stärker Exponierte weniger Söhne hatten (OR: 0.8 bis 0.9, teilweise signifikant).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die von den Teilnehmern angegebene Arbeit in der Nähe von Hochfrequenzsendeanlagen signifikant und linear mit der selbst berichteten Infertilität assoziiert war.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist ein Schwachpunkt dieser Studie, dass die Klassifizierung der Exposition und der gesundheitlichen Zielgrößen auf Angaben der Teilnehmer beruhen und keine objektiven Informationen vorliegen. Auch die Teilnahmerate ist mit 63% nicht sehr hoch. Zudem fehlen Informationen zur Art der Sendeanlagen (Antenne, Leistung, Frequenz, Betriebsdauer etc.) sowie zum Zeitpunkt und zur Dauer der Exposition. Ebenfalls nicht beurteilbar ist, ob die Teilnehmer auch ionisierender Strahlung oder niederfrequenten Magnetfeldern ausgesetzt waren. Weitere Auswertungen zu dieser Studie sind zu finden in Mollerlokken O.J.; Moen B.E.: Is fertility reduced among men exposed to radiofrequency fields in the Norwegian Navy?. Bioelectromagnetics 2008: 29 (5), 345-52.

Finanzierung: Royal Norwegian Navy

Mollerlokken OJ, Moen BE.

Is fertility reduced among men exposed to radiofrequency fields in the Norwegian Navy?.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (5): 345-352

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie an norwegischen Marineangestellten zur Untersuchung, ob bei Männern in Berufsgruppen mit höherer EMF-Exposition häufiger ungewollte Kinderlosigkeit, mehr Kinder mit Missbildungen, Totgeburten oder frühverstorbene Kinder vorkommen. Überprüfung der Resultate einer früheren Studie der gleichen Autorengruppe, publiziert in Mageroy et al.: A higher risk of congenital anomalies in the offspring of personnel who served aboard a Norwegian missile torpedo boat. Occup Environ Med 2006; 63 (2), 92-97.

Kollektiv: Alle männlichen Angestellten der norwegischen Marine, die Ende 2002 im Dienst waren. Die Antwortrate lag bei 58% (n=2265). Ausgewertet wurden nur Personen, die ihren Pflichtwehrdienst abgeschlossen hatten. Bei diesen 1487 Männern betrug die Teilnahmerate 63%, das Durchschnittsalter lag bei 36 Jahren.

Exposition: Der Fragebogen betraf unter anderm die ausgeübten Berufskategorien innerhalb der Marine, Lebensstilfaktoren und frühere Erkrankungen. Die Fragen zu Expositionen im Beruf oder in der Freizeit umfassten Lösungsmittel, Öl, Benzin, Diesel, Rauch, Abgas, Pestizide, Herbizide, Sandstrahler, Schweissen, Schneidbrenner, Blei, Lärm und Vibration. Zudem wurden Tätigkeiten näher als 10 m bei Hochfrequenzantennen, 5 m bei Radaranlagen und 3 m bei anderen Kommunikationsgeräten erfasst. Eine Expertengruppe teilte die 18 Berufskategorien in vier Gruppen ein: Radar-/Sonararbeiter, Tele-/Kommunikationsarbeiter, Elektroniker und Nichtexponierte.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten Fragen nach biologischen Kindern, deren Geburtsjahr, Geschlecht, allfälligen angeborenen Missbildungen oder Chromosomenanomalien, nach Frühgeburten, Totgeburten, ob das Kind in der ersten Lebenswoche oder im ersten Lebensjahr gestorben war. Die Frage zur Fruchtbarkeit lautete:

"Haben Sie und Ihre Partnerin jemals während eines Jahres ohne Erfolg versucht, ein Kind zu bekommen?". Der Vergleich zwischen den Expositionskategorien erfolgte mittels logistischer Regression unter Korrektur für Alter, Rauchen, militärischer Ausbildung und körperlicher Aktivität bei der Arbeit.

Resultat: Als Nichtexponiert galten 1138 Teilnehmer. Radar-/Sonararbeiter und Tele-/Kommunikationsarbeiter waren signifikant älter als Nichtexponierte. Elektroniker berichteten weniger körperliche Aktivität als Nichtexponierte. Hinsichtlich Rauchen und Alkohol bestanden wenig Unterschiede. Die drei EMF-exponierten Gruppen hatten weniger Belastungen durch Öl, Benzin und Diesel als Nichtexponierte. Die adjustierte logistische Regression ergab, dass Tele-/Kommunikationsarbeiter und Radar-/Sonararbeiter statistisch signifikant häufiger über Unfruchtbarkeit berichteten: die Odds Ratios lagen bei 1.72 (95%-CI: 1.04-2.85) und 2.28 (95%-CI: 1.27-4.09). Es zeigten sich keine Unterschiede hinsichtlich Anzahl der Kinder, Alter des Vaters bei Geburt des ersten Kindes, angeborenen Missbildungen, Chromosomenanomalien, Früh- bzw. Totgeburten oder Sterblichkeit im ersten Jahr.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf eine Beziehung zwischen Hochfrequenzexposition und verminderter Fruchtbarkeit, halten aber weitere Untersuchungen zur Überprüfung der Resultate für notwendig.

Bemerkungen: Aus der Publikation gehen die Gesamtzahlen der vier Expositionsgruppen und die Verteilung der Zielgrößen im Gesamtkollektiv nicht hervor. Die Aussagekraft der Ergebnisse wird durch das Fehlen von objektiven Informationen zur Exposition und zur reproduktiven Gesundheit sowie durch die relativ niedrige Teilnahmerate eingeschränkt. Dass bei Tele-/Kommunikationsarbeitern und Radar-/Sonararbeitern eine verminderte Fruchtbarkeit zu bestehen scheint, aber kein Unterschied hinsichtlich Kinderzahl oder Alter des Vaters bei Geburt des ersten Kindes, ist schwer nachvollziehbar. Eine weitere Auswertung dieser Querschnittsstudie ist publiziert in Baste et al.: Radiofrequency electromagnetic fields; male infertility and sex ratio of offspring. Eur J Epidemiol 2008; 23 (5), 369-77.

Finanzierung: Research Council of Navy

Kheifets L, Bowman JD, Checkoway H, Feychting M, Harrington JM, Kavet R, Marsh G, Mezei G, Renew DC, van Wijngaarden E.

Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields: review and recommendations.

Occup Environ Med 2009; 66 (2): 72-80

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über die epidemiologische Forschung zur beruflichen Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern.

Kollektiv: Diverse Kollektive aus stark exponierten Berufsgruppen oder aus der Allgemeinbevölkerung.

Exposition: Berufliche Exposition gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern.

Methode: Zusammenfassung der Ergebnisse eines internationalen Workshops im September 2006 in Edinburgh, an dem die Resultate der Studien, ihre methodischen Mängel und bestehende Forschungslücken diskutiert wurden.

Resultat: Aufgrund der Resultate der neueren Studien und einer Metaanalyse aus dem Jahr 2008 lässt sich eine geringe Erhöhung des Hirntumor- und Leukämierisikos bei Personen mit stärkerer beruflicher Magnetfeldbelastung nicht ausschliessen. Da ein klares Dosis-Wirkungsmuster fehlt, scheinen die Magnetfelder, wie sie bisher gemessen werden, nicht für diesen Risikoanstieg verantwortlich zu sein. Die Studien zum Brustkrebs bei Frauen haben unterschiedliche Ergebnisse erzielt, weisen aber insgesamt nicht auf einen Zusammenhang mit der Magnetfeldexposition hin. Brustkrebs bei Männern wurde ebenfalls untersucht, wegen der Seltenheit der Erkrankung waren die Fallzahlen aber sehr klein. Auch andere Krebserkrankungen wurden in mehreren Studien untersucht, sie zeigen keine einheitlichen Hinweise auf eine Assoziation. Zum Risiko der Alzheimer-Demenz sind die Ergebnisse ebenfalls nicht einheitlich. Die Studien zur Amyotrophen Lateralsklerose (ALS) ergaben bemerkenswert konsistent erhöhte Risiken für Personen in Elektroberufen, für einen Zusammenhang mit der gemessenen Magnetfeldbelastung ist die Evidenz aber schwächer. Ein möglicher

Einflussfaktor sind die häufigeren elektrischen Schläge bei Personen in Elektroberufen; es ist aber unwahrscheinlich, dass der ganze Risikoanstieg darauf zurückzuführen ist. Erhöhte Risiken für kardiovaskuläre Erkrankungen wurden in Studien aus den 1990er Jahren beobachtet. Da die Ergebnisse später nicht bestätigt wurden, scheint die berufliche Magnetfeldexposition kein ursächlicher Faktor für Herz-Kreislaufkrankungen zu sein.

Eine Hauptschwierigkeit bei allen Studien ist die Expositionsabschätzung: Berufsbezeichnungen sagen wenig über die individuelle Magnetfeldbelastung aus, und auch Berufsbelastungsmatrizen beruhen auf der durchschnittlichen Belastung in bestimmten Berufen. Messungen erfassen die Exposition in der Vergangenheit schlecht. Verbesserung könnten durch den Einbezug von Tätigkeitsprotokollen (Ort und Dauer) sowie Angaben zu Geräten etc. erreicht werden. Zu berücksichtigen sind auch elektrische Felder, elektrische Schläge und Kontaktströme. Eine andere Frage ist, welches Mass die Magnetfeldexposition am besten repräsentiert: zeitgewichteter Mittelwert (TWA), Anteil über einem Schwellenwert, induzierte Ströme, Kombination von Gleich- und Wechselfeldern, Achsenverhältnis oder Periodizität der Belastungen. Auch die Erfassung der Diagnosen ist verbesserungsbedürftig, oft stehen nur Daten von Sterberegistern zur Verfügung. Zudem sollten hierarchische Regressionsmodelle und andere adäquate statistische Methoden verwendet werden, um Einflussfaktoren und Verzerrungen durch systematische Fehler zu untersuchen. Für die gemeinsame Auswertung von Studienresultaten in Metaanalysen sind die ursprünglichen Datensätze besser als publizierte Ergebnisse. Ein prioritäres Forschungsgebiet ist die Untersuchung des erhöhten ALS-Risikos in Elektroberufen; eine gepoolte Analyse der bisherigen Kohorten mit einer verbesserten Belastungsmatrix ist empfehlenswert.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass für einige Zielgrössen erhöhte Risiken im Zusammenhang mit der beruflichen Exposition beobachtet wurden. Die Evidenz sei aber insgesamt nicht stark oder einheitlich genug, um von einer Gesundheitsgefahr auszugehen. Für manche Endpunkte liegen nur Studien mit kleinen Fallzahlen und grosser statistischer Unsicherheit vor. Aus den Laborstudien hat sich kein Anhaltspunkt für einen Wirkungsmechanismus ergeben. Höchste Priorität hat die Untersuchung des ALS-Risikos in Studien mit verbesserter Expositionserfassung. Ausserdem sollten bessere Methoden zur Evaluierung der Verzerrung durch systematische Fehler entwickelt werden.

Finanzierung: Finanzierung des Workshops: Energy Network Association (ENA)

Cooper AR, Van Wijngaarden E, Fisher SG, Adams MJ, Yost MG, Bowman JD.

A population-based cohort study of occupational exposure to magnetic fields and cardiovascular disease mortality.

Ann Epidemiol 2009; 19 (1): 42-48

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Kohortenstudie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und dem Risiko, an einer Herz-Kreislaufkrankung zu sterben.

Kollektiv: Die Studie basierte auf der nationalen Kohortenstudie, in der die Mortalität der berufstätigen Personen in den USA erfasst wird. Für die Auswertungen wurde eine repräsentative Untergruppe aus fünf Kohorten verwendet. Geeignete Berufscodes standen für 307 012 Personen zur Verfügung. Arbeitslose und Rentner wurden nicht berücksichtigt.

Exposition: Die Kategorien der Magnetfeldbelastung wurden a priori auf <0.15 , 0.15 bis 0.2 und $>0.2 \mu\text{T}$ festgelegt. Eine zusätzliche Analyse betraf die Kategorien 0.2 bis 0.3 und $>0.3 \mu\text{T}$. Die Berufscodes wurden mit einer amerikanischen Berufsbelastungsmatrix verknüpft (vgl. Bowman 2007). Unter Verwendung zusätzlicher Messwerte wurden aus den durchschnittlichen Magnetfeldbelastungen pro Arbeitstag für 31.2% der 502 Berufscodes arithmetische Mittelwerte berechnet. Für 52.7% der Berufe ohne Messwerte wurde die Belastung von ähnlichen Berufen abgeleitet. Personen mit Berufen, für die keine Expositionsschätzung möglich war, wurden von der Auswertung ausgeschlossen (15.2% der Berufe, 3.6% der Personen).

Methode: Die Angaben zu den Todesursachen stammten aus dem nationalen Sterberegister. Es lagen Informationen über demographische Charakteristika vor, aber nicht zum Gesundheitsverhalten oder anderen Risikofaktoren. Die statistische Auswertung erfolgte in Proportional-Hazard-Modellen unter Korrektur für Alter, Geschlecht, Ethnie, hispanische Abstammung, Zivilstand und Sozialstatus. Für das Zigarettenrauchen wurde eine indirekte Korrektur vorgenommen, indem die Prävalenz des Rauchens in den Berufsgruppen und Expositionskategorien abgeschätzt und das relative Risiko durch Confounding berechnet wurde. Das adjustierte

Risiko ergab sich aus dem Quotienten des nicht korrigierten Risikos mit dem Risiko durch Confounding.

Resultat: Zwischen 1980 und 1989 wurden 4958 Todesfälle an Herz-Kreislaufkrankungen registriert (1.56% des Kollektivs). Eine Magnetfeldexposition von mehr als 0.2 μT hatten ca. 48% der Teilnehmer. Die nicht korrigierten Regressionsmodelle ergaben für Personen in diesen Kategorien statistisch signifikant höhere kardiovaskuläre Sterberisiken. Nach der Korrektur für demographische Einflussfaktoren lagen die Risikoschätzer nur noch bei 1 oder darunter. Das galt für alle Herz-Kreislaufkrankungen zusammen und für die einzelnen Diagnosegruppen (Arrhythmie, akuter Myokardinfarkt, Atherosklerose und koronare Herzkrankheit). Die indirekte Korrektur für den Einfluss des Rauchens als Störfaktor änderte die Resultate kaum.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang beobachtet wurde zwischen der beruflichen Magnetfeldexposition und dem Risiko, an einer Herz-Kreislaufkrankung zu sterben.

Bemerkungen: Es wurden viele Einflussfaktoren berücksichtigt, auch wenn nur indirekt für Rauchen korrigiert werden konnte. Einschränkungen bezüglich der Expositionserfassung ergeben sich durch die Verwendung einer Berufsbelastungsmatrix, die auf Berufsbezeichnungen basiert (keine individuellen Messwerte). Der hohe Anteil von 48% der Berufscodes mit Expositionen über 0.2 μT wird von den Autoren auf die Verwendung des arithmetischen Mittelwerts zurückgeführt. Die nichtdifferenzielle Fehlklassifizierung hinsichtlich Exposition und Erkrankung könnte zu einer Unterschätzung des Zusammenhangs geführt haben. Ebenfalls von den Autoren wird diskutiert, dass Personen in Berufen mit höherer Magnetfeldbelastung generell gesünder sein und deshalb ein niedrigeres Herz-Kreislaufisiko haben könnten ('healthy worker effect').

Finanzierung: keine Angaben

Stang A, Schmidt-Pokrzywniak A, Lash TL, Lommatzsch PK, Taubert G, Bornfeld N, Jöckel KH.
Mobile phone use and risk of uveal melanoma: results of the risk factors for uveal melanoma case-control study.
J Natl Cancer Inst 2009; 101 (2): 120-123

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Seh- und Hörstörungen Tumoren: weitere
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie in Deutschland zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen verschiedenen Risikofaktoren und der Entstehung von Uveamelanomen (=bösartige Augentumoren). Das Ziel war, die Ergebnisse einer eigenen Untersuchung mit verbesserter Expositionsabschätzung und an einem grösserem Kollektiv zu überprüfen (Stang et al.: The possible role of radiofrequency radiation in the development of uveal melanoma. Epidemiology 2001: 12 (1), 7-12).

Kollektiv: Fälle: Patienten im Alter von 20 bis 74 Jahren, bei denen zwischen September 2002 und September 2004 neu ein Melanom der mittleren Augenhaut diagnostiziert wurde. Die Patienten waren aus ganz Deutschland an das Zentrum für Augentumoren der Universitätsklinik Duisburg-Essen überwiesen worden. Es wurden drei Kontrollgruppen rekrutiert: 1) bevölkerungsbasiert (aus Listen der Einwohnermeldeämter), 2) Patienten ohne Krebserkrankungen von den gleichen Augenärzten (zwei Kontrollpersonen pro Patient), 3) Geschwister der Patienten (eine Kontrollperson pro Patient). Von 486 auswählbaren Patienten nahmen 459 (94%) teil. In der ersten und dritten Kontrollgruppe lag die Teilnahmerate bei 57%, in der zweiten bei 52%.

Exposition: Verwendung von Mobiltelefonen im Alltag. Die Teilnehmer wurden in drei Kategorien unterteilt: ohne Mobiltelefon, mit sporadischer und mit regelmässiger Benutzung. Für Personen mit regelmässiger Mobiltelefonbenutzung wurde die Gesamtzahl ein- und ausgehender Gespräche sowie die Gesamtdauer seit Benutzungsbeginn (in Stunden) und die Anzahl der Gebrauchsjahre aufsummiert.

Methode: Befragung in schriftlichen Fragebögen und Telefoninterviews, Fragebogen wie bei INTERPHONE-Studie. Auswertung der Ergebnisse mittels bedingter logistischer Regression (Matchingfaktoren: Alter, Geschlecht und Wohnregion).

Resultat: Die Auswertungen zeigten keinen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Uveamelanom zu erkranken. Für Personen mit regelmässiger Benutzung ergaben sich im Vergleich zu Nichtbenutzern bezogen auf die drei Kontrollgruppen Odds Ratios von 0.7 (95%-CI: 0.5-1.0), 1.1 (95%-CI: 0.6-2.3) und 1.2 (95%-CI: 0.5-2.6). Auch für die kumulativen Parameter des Telefongebrauchs und die Benutzung von Funkgeräten zeigten sich keine Assoziationen. Die Auswertung der Angaben von Personen, die nicht bereit waren, an der Studie teilzunehmen, zeigte, dass Mobiltelefonbenutzer in der Kontrollgruppe überrepräsentiert waren. Dieser Selektionsbias kann das Nullresultat nicht vollständig erklären.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass bei regelmässigen Benutzern von Mobiltelefonen oder Radios kein erhöhtes Risiko für Uveamelanome beobachtet wurde. Aussagen über Langzeiteffekte (>10 J.) lassen sich aus den Resultaten nicht ableiten.

Bemerkungen: Auch wenn die Fallzahlen in einigen Subgruppenanalysen niedrig sind, sprechen die Ergebnisse insgesamt gegen eine Assoziation zwischen Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Uveamelanomen. Dies wird durch die Analyse zum Selektionsbias unterstützt. Eine genauere Beschreibung der Studienanlage und Methodik ist publiziert in: Schmidt-Pokrzywniak et al.: Case-control study on uveal melanoma (RIFA): rationale and design. BMC Ophthalmol 2004; 4 (1), 11. In der kleineren Studie aus dem Jahr 2001 war bei Personen, die beruflich Mobiltelefone oder Funkgeräte benutzten, ein erhöhtes Risiko für Uveamelanome beobachtet worden. Eine Einschränkung dieser Studie war die weniger detaillierte Expositionsabschätzung; unter anderem wurde die Exposition durch UV-Strahlung nicht berücksichtigt.

Finanzierung: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)

Berg-Beckhoff G, Blettner M, Kowall B, Breckenkamp J, Schlehofer B, Schmiedel S, Bornkessel C, Reis U, Potthoff P, Schüz J.

Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 2 of a cross-sectional study with measured radio frequency electromagnetic fields.

Occup Environ Med 2009; 66 (2): 124-130

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zu Mobilfunkantennen in Deutschland mit zwei Zielen: 1) Abschätzung, wie viele Personen sich wegen Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung auf die Gesundheit Sorgen machen oder ihre gesundheitlichen Beschwerden darauf zurückführen. 2) Untersuchung, ob ein Zusammenhang mit der in den Wohnungen gemessenen Hochfrequenzbelastung besteht. Die Resultate der ersten Studienphase sind publiziert in: Blettner et al., Occup Environ Med 2009; 66 (2): 118-123. Die vorliegende Publikation enthält die Resultate der QUEBEB-Studie zum zweiten Ziel.

Kollektiv: Die Studie fand im Rahmen einer regelmässig durchgeführten, repräsentativen Bevölkerungsbefragung statt. An Phase 1 beteiligten sich von den angeschriebenen 51'444 Personen 30'047 (58%) im Alter von 14 bis 71 Jahren. Für Phase 2 wurden aus diesem Kollektiv im Dezember 2005 aus 8 städtischen Regionen 4150 Personen erneut kontaktiert und gebeten, mehrere Fragebögen zu gesundheitlichen Beschwerden und zur Risikowahrnehmung auszufüllen. Wenn die Teilnehmer einverstanden waren, wurden dosimetrische Messungen in ihren Wohnungen durchgeführt (März bis August 2006). Parallel dazu wurden sie zur Lokalisation von Mobilfunkbasisstationen und zu aktuell aufgetretenen Schlafstörungen oder Kopfschmerzen befragt.

Exposition: Für die Expositionsmessung wurden Dosimeter der Firma Antennessa benutzt, die 12 Frequenzbereiche von Radio- und Fernsehsendern, von DECT-Schnurlostelefonen, Wireless LAN, Bluetooth sowie von Mobilfunkbasisstationen und Mobiltelefonen (GSM 900, GSM 1800, UMTS) erfassten. In den Schlafzimmern der Teilnehmer wurden bei geschlossenen Fenstern an vier verschiedenen Stellen des Bettes jeweils fünfminütige Messungen durchgeführt. Für jede Person wurde aus insgesamt 280 Messwerten ein Mittelwert für die drei Downlink-Frequenzbereiche des Mobilfunks berechnet. Da nur die Exposition durch Basisstationen Gegenstand der Untersuchung war, wurden die Uplink-Frequenzen der Mobiltelefone nicht

berücksichtigt. Die gleichen Berechnungen erfolgten für die neun anderen Frequenzbereiche. In den Auswertungen galten die obersten 10% der Teilnehmer als exponiert.

Methode: In univariaten Analysen wurden die Medianwerte von fünf Skalen zu gesundheitlichen Beschwerden ausgewertet (PSQI, HIT-6, von Zerssen-Skala, SF-36 zur körperlichen und zur geistigen Gesundheit). In den linearen Regressionsmodellen wurden Alter, Geschlecht, Ausbildungsniveau, ländliche/städtische Region, Mobiltelefonbenutzung und Stress als potenzielle Störfaktoren berücksichtigt.

Resultat: Von 4150 kontaktierten Personen antworteten 3526 (85%). Expositionsmessungen wurden für 1500 Personen durchgeführt, die Daten von 1326 Personen kamen zur Auswertung. Von den 3526 Teilnehmern führten 7.5% gesundheitliche Beschwerden auf Mobilfunkbasisstationen zurück. Negative Auswirkungen auf die Gesundheit befürchteten 20% der Teilnehmer. In der Gruppe der 1326 Personen mit auswertbaren Hochfrequenzmessungen berichteten 8.8% über Beschwerden und 27.1% über Befürchtungen wegen Mobilfunkbasisstationen. In 65.8% der Haushalte lag die Exposition unter 0.05 V/m (Nachweisgrenze der Messgeräte). Als exponiert galten die obersten 10% des Kollektivs, in dieser Gruppe lag die durchschnittliche Belastung über 0.1 V/m (0.029 mW/m²). Der maximale Durchschnittswert lag bei 1.141 V/m (3.452 mW/m²). Die medianen Punktwerte auf den fünf Skalen zu gesundheitlichen Beschwerden unterschieden sich nicht zwischen Exponierten und Nichtexponierten. Personen, die Symptome auf Mobilfunkbasisstationen zurückführten, hatten mehr Beschwerden als die übrigen Teilnehmer. Auch in den linearen Regressionsmodellen bestätigte sich das Fehlen eines Zusammenhangs mit der Hochfrequenzexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie keine Assoziation zwischen der Exposition durch Mobilfunkbasisstationen oder andere Hochfrequenzsender und fünf verschiedenen Gesundheitsbeeinträchtigungen beobachtet haben. Personen, die Symptome auf Mobilfunkbasisstationen zurückführten, hatten mehr Schlafstörungen und andere Beschwerden als die übrigen Teilnehmer. Auch Personen mit stärkerem Stress hatten mehr gesundheitliche Beeinträchtigungen. Die Befürchtung von negativen Auswirkungen der Mobilfunkbasisstationen führte dagegen nicht zu Unterschieden in der Anzahl der Beschwerden.

Bemerkungen: Da Kurzzeitmessungen in den Schlafzimmern der Teilnehmer durchgeführt wurden, konnten Variationen der Hochfrequenzbelastung im Tagesablauf, z.B. am Arbeitsplatz, nicht berücksichtigt werden. Eine Einschränkung von Querschnittsstudien, die auch von den Autoren erwähnt wird, ist die gleichzeitige Erhebung der Informationen zur Exposition und zu Beschwerden. Die zeitliche Abfolge lässt sich daher kaum beurteilen und sollte zum Beispiel in Fall-Kontrollstudien verifiziert werden.

Finanzierung: Deutsches Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Rahmen des deutschen Mobilfunkforschungsprogramms

Schüz J, Waldemar G, Olsen JH, Johansen C.

Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. PLoS ONE 2009; 4 (2): e4389

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer Patienten-, Registerdaten	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Landesweite Kohortenstudie in Dänemark zu Zusammenhängen zwischen der Benutzung von Mobiltelefonen und verschiedenen Erkrankungen des Gehirns oder des Rückenmarks. Das Risiko von Krebserkrankungen in dieser Kohorte wurde in einer früheren Studie ausgewertet und ist publiziert in: Schüz et al., J Natl Cancer Inst 2006: 98 (23), 1707-1713.

Kollektiv: Aufgenommen wurden alle Privatpersonen, die zwischen 1982 und 1995 in Dänemark als Mobiltelefonbenutzer bei einem Anbieter registriert waren und deren Adresse identifiziert werden konnte. Firmenabonnements wurden nicht berücksichtigt. Von insgesamt 723'421 Verträgen im Untersuchungszeitraum waren 200'507 Firmenabonnements. Für weitere 102'819 waren nicht alle nötigen Informationen vorhanden. Zur Auswertung gelangten die Daten von 420'095 Personen über 18 Jahren, davon 62'542 (16.5%) Frauen.

Exposition: Die Benutzung eines Mobiltelefons wurde ab dem Beginn des ersten Vertrags berechnet. Nur 10.6% der Teilnehmer hatten vor 1992 mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen, die meisten Abonnements wurden im Jahr 1995 abgeschlossen (46.9%).

Methode: Die Namen und Adressen der Mobiltelefonbenutzer stammten von den Anbietern und wurden mit den Daten des dänischen Bevölkerungsregisters und des Hospitalisierungsregisters verknüpft. Identifiziert wurden Spitalaufenthalte (ab 1994 auch ambulante Behandlungen) wegen Erkrankungen des Gehirns und des Rückenmarks, einschliesslich Migräne und Schwindel. Die Beobachtungszeit begann mit dem ersten Mobiltelefonvertrag und endete zum Zeitpunkt des ersten Kontakts mit einem Krankenhaus, spätestens aber am 31.12.2003. Bei Emigration oder Todesfall endete die Beobachtung am entsprechenden früheren Datum. Die Anzahl der Hospitalisierungen wurde mit den in der Allgemeinbevölkerung zu erwartenden Raten verglichen.

Die standardisierten Hospitalisierungsquotienten (SHRs) wurden unter Annahme einer Poisson-Verteilung für 5-Jahres-Altersgruppen und für jeweiligen Beobachtungszeitraum separat berechnet. Zusätzlich wurde das durchschnittliche Jahreseinkommen in der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer mit demjenigen der Gesamtbevölkerung verglichen.

Resultat: Die 420'095 Teilnehmer repräsentierten im Beobachtungszeitraum insgesamt fast 4 Millionen Personen-Jahre. Die grösste Altersgruppe waren die 30- bis 59-Jährigen (vor 1992: 80%, 1995: 62%). Die Analysen ergaben für Mobiltelefonbenutzer ein um 10 bis 20% erhöhtes, statistisch signifikantes Risiko, wegen Migräne oder Schwindel in einem Krankenhaus behandelt zu werden. Für die Gesamtgruppe lagen die relativen Risiken im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung bei 1.2 (95%-CI: 1.1-1.3) respektive 1.1 (95%-CI: 1.1-1.2). Die Resultate veränderten sich nur wenig, wenn die Dauer der Mobiltelefonverträge berücksichtigt wurde. Für Personen mit über zehnjähriger Vertragsdauer war die Erhöhung etwas geringer ausgeprägt als im Gesamtkollektiv (Migräne: 1.1, 95%-CI: 0.8-1.4, Schwindel: 1.0, 95%-CI: 0.9-1.2). Die Risiken für eine Alzheimer-Krankheit, für vaskuläre oder andere Demenzen sowie für Morbus Parkinson waren bei den Mobiltelefonbenutzern statistisch signifikant niedriger als in der Gesamtbevölkerung. Hinsichtlich Amyotropher Lateralsklerose (ALS) und Multipler Sklerose bestanden keine Unterschiede. Das Risiko einer Epilepsie war für Männer, die ein Mobiltelefonabonnement hatten, geringer als in der Gesamtbevölkerung; für Frauen war es dagegen leicht erhöht (1.1, 95%-CI: 0.9-1.2). Generell zeigte sich kein Anstieg der Hospitalisierungsraten in der Gruppe mit über zehnjähriger Vertragsdauer.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen aufgrund dieser Resultate, Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung und Krankheiten wie Migräne und Schwindel weiter zu untersuchen. Sie halten einen direkten Zusammenhang mit der Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen für die meisten beobachteten Assoziationen für unwahrscheinlich. Die Ursachen der erhöhten, aber auch der reduzierten Risiken sollten in prospektiven Kohortenstudien evaluiert werden.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist die Gefahr der Verzerrung durch Selektionsbias oder Erinnerungsfehler in dieser Studie gering, weil es sich um eine landesweite Kohortenstudie handelt und objektive Daten zum Mobiltelefonvertrag und zu den Hospitalisierungsrisiken zur Verfügung standen. Fehleinschätzungen der Exposition könnten allerdings entstehen, wenn Personen ein Mobiltelefon benutzten, das nicht auf ihren Namen registriert war oder eine Registrierung für ein nicht mehr verwendetes Telefon bestand. Möglich ist auch, dass Personen mit beginnender Demenz- oder Parkinsonerkrankung seltener mit der Benutzung eines Mobiltelefons anfangen. Dagegen spricht allerdings, dass auch in der Gruppe mit über zehnjähriger Vertragsdauer das Alzheimerisiko kleiner war als in der Gesamtbevölkerung. Durch den Ausschluss von Firmen-Abonnements wurden Personen mit beruflicher und möglicherweise starker Mobiltelefonbenutzung nicht erfasst. Zudem zählten Personen, die nach 1995 ein Abonnement abschlossen, zur Referenzgruppe. Diese methodischen Schwierigkeiten könnten zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Zusammenhangs geführt haben und sollten in weiteren Studien evaluiert werden. Zudem handelte es sich bei den frühen Mobiltelefonbenutzern um Personen mit überdurchschnittlich hohem Einkommen und einem tendenziell gesünderen Lebensstil (vgl. Schüz et al., J Natl Cancer Inst 2006; 98 (23), 1707-1713).

Finanzierung: Danish Strategic Research Council

Thomas S, Kühnlein A, Heinrich S, Praml G, von Kries R, Radon K.

Exposure to mobile telecommunication networks assessed using personal dosimetry and well-being in children and adolescents: the German MobilEe-study.

Environ Health (online) 2008; 7 (54)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Messung der individuellen Hochfrequenzexposition durch Mobilfunk bei Kindern und Jugendlichen in Bayern und Untersuchung von Zusammenhängen mit gesundheitlichen Beschwerden (MobilEe-Studie). Die vorliegende Publikation enthält die Methoden, die deskriptiven Auswertungen und die Analysen zum Teilnahmeverhalten.

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden aus den Einwohnermelderegistern von vier bayerischen Städten zufällig ausgewählt: München (ca. 1 300 000 Einwohner), Augsburg (ca. 260 000 Einwohner), Rosenheim (ca. 60 000 Einwohner) und Landsberg (ca. 28 000 Einwohner). Auswählbar waren Kinder zwischen 8 und 12 sowie Jugendliche zwischen 13 und 17 Jahren mit deutscher Staatsangehörigkeit.

Exposition: Die Hochfrequenzexposition wurde mit einem Personendosimeter (ESM-140, Maschek Electronics) über 24 Stunden gemessen. Tagsüber trugen die Teilnehmer das Messgerät am Oberarm auf der nicht zum Telefonieren bevorzugten Seite. In der Nacht wurde das Messgerät neben dem Bett platziert. Erfasst wurden folgende Frequenzbereiche: a) GSM 900 (890 bis 960 MHz), b) GSM 1800 (1710-1880 MHz) einschliesslich UMTS 2100 (1920-2170 MHz) und DECT (1880-1900 MHz), c) WLAN 2400 (2400-2480 MHz). Für Werte unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze (0.05 V/m) wurde eine Belastung von 0.025 V/m angenommen.

Methode: Die Feldphase dauerte von Februar 2006 bis Dezember 2007. Alle Teilnehmer beantworteten in einem computergestützten Interview diverse Fragebögen zu akuten und chronischen Beschwerden und zu verschiedenen Einflussfaktoren. Bei Kindern wurde zusätzlich ein Elternteil befragt, unter anderem bezüglich der Besorgnis wegen Umweltschäden und zu soziodemographischen Faktoren. Während der Messung machten die Teilnehmer in einem Tagebuch Angaben zum Auftreten von Kopfschmerzen, Nervosität, Schwindel, Konzentrationsstörungen oder Müdigkeit sowie zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen (DECT). Zur Berechnung der

individuellen Hochfrequenzbelastung wurde die durchschnittliche Feldstärke im Tagesverlauf für jeden Frequenzbereich einzeln berechnet und quadriert. Aus diesen Durchschnittswerten wurde eine Summe gebildet, die mit den quadrierten ICNIRP-Referenzwerten invers gewichtet wurde. Die Quadratwurzel dieser Summe ergab die Gesamtexposition über alle Frequenzbereiche, ausgedrückt als Prozentsatz des ICNIRP-Referenzwertes. Da sich herausstellte, dass die während der Nacht gemessenen Werte aufgrund der fehlenden Bewegung nicht gültig waren, gelangten nur die tagsüber erhobenen Messwerte zur Auswertung.

Resultat: Von 5870 auswählbaren Kindern und Jugendlichen beteiligten sich 3022 (52%). Personen, die nicht bereit waren, an der Messung teilzunehmen, wurden in einem kurzen Fragebogen befragt. Es zeigte sich, dass die Teilnehmer etwas häufiger ein Mobiltelefon benutzten (93 vs. 90%), eher ein höheres Bildungsniveau hatten und häufiger angaben, wegen der Mobilfunkstrahlung besorgt zu sein. Die Messungen von 1484 Kindern und 1508 Jugendlichen zeigten, dass insgesamt 82% der tagsüber gemessenen Werte unter der Nachweisgrenze lagen. Der Median der Exposition betrug für Kinder 0.18% des ICNIRP-Grenzwerts und für Jugendliche 0.19%. Der Maximalwert lag bei 0.92%. Validierungsmessungen an 54 Personen über fünf Tage ergaben, dass zwischen 20 und 57% der Teilnehmer an zwei verschiedenen Wochentagen demselben Expositionsquartil zugeteilt wurden. Für das Wochenende zeigten sich aber deutliche Unterschiede in der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in dieser Studie die Hochfrequenzexposition von Kindern und Jugendlichen zum ersten Mal mit Personendosimetern individuell erfasst wurde. Sie weisen darauf hin, dass die Teilnahmerate zufriedenstellend war und die Dosimeter gut akzeptiert wurden. Die Messwerte der Hochfrequenzexposition lagen weit unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, besteht wegen der Teilnahmerate von 52% die Gefahr eines Selektionsbias. Durch die Beschränkung der Messung auf 24 Stunden und auf Wochentage sind Fehlklassifizierungen möglich. Dadurch könnten Auswirkungen auf die Gesundheit unterschätzt werden. Limitationen ergeben sich daraus, dass die Expositionsbeiträge der verschiedenen Sendeanlagen nicht getrennt untersucht werden konnten. Auch Uplink- und Downlinksignale konnten nicht unterschieden werden. Resultate zur Kategorisierung der Exposition und zum Wohlbefinden sind publiziert in: Kühnlein et al., Bioelectromagnetics 2009: 30 (4), 261-269. Ergebnisse einer Studie der selben Arbeitsgruppe mit individuellen Messungen an Erwachsenen befinden sich in: Thomas et al., Bioelectromagnetics 2008: 29 (6), 463-470.

Finanzierung: Federal Office for Radiation Protection (Germany)

Hartikka H, Heinavaara S, Mantyla R, Kahara V, Kurtio P, Auvinen A.
Mobile phone use and location of glioma: a case-case analysis.
Bioelectromagnetics 2009; 30 (3): 176-182

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung an Patienten mit Gliom im Rahmen der finnischen Teilstudie von INTERPHONE zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonbenutzung und der Tumorlokalisation.

Kollektiv: Zwischen November 2000 und Oktober 2002 wurde in den Unikliniken von Helsinki und Tampere bei 144 Personen im Alter von 20 bis 60 Jahren ein Gliom diagnostiziert. Die Aufnahmekriterien für die Studie erfüllten 101 Patienten, für 99 lagen Informationen zur Benutzung von Mobiltelefonen vor.

Exposition: Von den 99 Studienteilnehmern, darunter 47 Frauen, verwendeten 78 (78%) regelmässig ein Mobiltelefon (mindestens 1x/Woche seit 6 Monaten). Als Referenzgruppe dienten 21 Personen (22%), die unregelmässig oder nie mit einem Handy telefonierten. In CT- oder MRI-Aufnahmen wurde bei allen Patienten der Mittelpunkt des Tumors identifiziert. Von diesem Mittelpunkt aus wurde die kürzeste Distanz bis zur üblichen Position des Mobiltelefons auf einer Linie zwischen äusserem Gehörgang und Mundwinkel berechnet. Als exponiert galten Personen, bei denen diese Distanz maximal 4.6 cm betrug (n=25, 25%-Perzentil). Bei Mobiltelefonen mit 900-MHz-Signal fällt die spezifische Absorptionsrate (SAR) im Kopf innerhalb der ersten 5 cm auf ein Zehntel des ursprünglichen Wertes ab. Innerhalb von 4.6 cm werden ungefähr 90% der Sendeleistung absorbiert.

Methode: Die Teilnehmer wurden in persönlichen Interviews zur Benutzung von Mobiltelefonen und Freisprechanlagen befragt. Bei der Berechnung der kumulativen Gesprächsdauer wurden Anrufe mit Freisprechgeräten abgezogen. Nicht berücksichtigt wurde die Zeit im letzten Jahr vor der Diagnose sowie der Gebrauch von Schnurlostelefonen. Primäre Zielgrösse war die Distanz zwischen dem Mittelpunkt des Tumors und dem Mobiltelefon bei üblicher Gebrauchshaltung. Die statistische Auswertung erfolgte mittels

nichtkonditionaler logistischer Regression unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und Sozialstatus.

Resultat: Bei regelmässigen Mobiltelefonbenutzern bestand im Durchschnitt eine etwas geringere Distanz zwischen Tumormittelpunkt und der Expositionslinie als bei Nichtbenutzern (5.9 vs. 6.2 cm, Median: 5.6 vs. 6.1 cm). Die adjustierte Odds Ratio für Distanzen unter 4.6 cm war für regelmässige Mobiltelefonbenutzer mit 2.58 (95%-CI: 0.65-10.26) statistisch nicht signifikant erhöht. Die Auswertung der kumulativen Gesprächszeit (in Stunden) und der Benutzungsdauer (in Jahren) ergab ähnlich erhöhte Odds Ratios, aber keine Dosis-Wirkungsbeziehungen. Für Personen, die das Mobiltelefon bevorzugt auf der erkrankten Seite benutzt hatten, zeigte sich nur eine schwache Assoziation mit Tumoren in Distanzen unter 4.6 cm: die Odds Ratio lag bei 1.34 (95%-CI: 0.29-6.20). Für Personen, die das Mobiltelefon bevorzugt auf der Gegenseite benutzten, war diese Odds Ratio dagegen mit 4.93 (95%-CI: 1.13-21.46) statistisch signifikant erhöht.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen insgesamt keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Gliomen in der am stärksten exponierten Gehirnregion. Sie empfehlen, die Resultate an grösseren Kollektiven zu überprüfen.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist die Aussagekraft der Resultate wegen der geringen Fallzahlen und der ausgeprägten statistischen Unsicherheit limitiert. Eine Überprüfung in grösseren Studien ist auch wegen der fehlenden Dosis-Wirkungsbeziehung und den höheren Risikoschätzern für Personen in weniger stark exponierten Kategorien sinnvoll.

Finanzierung: Emil Aaltonen Foundation; data collection as part of the Interphone Study

Dahmen N, Ghezel-Ahmadi D, Engel A.

Blood laboratory findings in patients suffering from self-perceived electromagnetic hypersensitivity (EHS).

Bioelectromagnetics 2009; 30 (4): 299-306

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Melatonin und andere Hormone Physiologische oder biochemische Parameter
Exposition:		
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	Wirkungsdauer:	Land:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	Nicht bestimmt	Europa
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen		
Studientyp:		
Mobiltelefone		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob sich Personen mit Hypersensibilität gegenüber elektromagnetischen Feldern (EHS) bezüglich verschiedener Blutwerte von Personen ohne EHS unterscheiden.

Kollektiv: 132 Personen mit EHS (68.2% Frauen) und 101 Kontrollpersonen (66.3% Frauen) im Alter von 18 bis 65 Jahren. Die Rekrutierung der Personen mit EHS erfolgte über verschiedene Selbsthilfegruppen in Deutschland, über die Beratungsstelle "Mainzer Wachhund" sowie durch Werbung in Mainz und Regensburg. Die Kontrollpersonen wurden mit passendem Alter, Geschlecht und Body Mass Index (BMI) ausgesucht. Ausschlusskriterien waren akute psychiatrische Erkrankungen, z.B. akute Depressionen oder paranoide Psychosen.

Exposition: Exposition gegenüber verschiedenen Strahlungsquellen im Alltag.

Methode: Bei allen Teilnehmern wurden Blutwerte bestimmt, die auf körperliche Erkrankungen hinweisen können: schilddrüsenstimulierendes Hormon (TSH), Alanin-Transaminase (ALT), Aspartat-Transaminase (AST), Kreatinin, Hämoglobin, Hämatokrit und C-reaktives Protein (CRP). Die statistischen Vergleiche zwischen den beiden Gruppen erfolgten mittels t-Tests oder Mann-Whitney-U-Tests.

Resultat: Ein TSH-Wert unterhalb des Referenzwerts von 0.3 mU/l bestand bei 6.1% der Personen mit EHS und 0.9% der Kontrollpersonen ($p=0.042$). Erhöhte ALT-Werte (>35 U/l) hatten 27 (20.9%) EHS-Personen und 11 (11%) Kontrollpersonen ($p=0.045$). Erhöhte AST-Werte (>35 U/l) wurden bei 16 (12.4%) Personen mit EHS und 6 (5.9%) Kontrollpersonen festgestellt ($p=0.098$). Für die Anämieparameter (Hämoglobin, Hämatokrit, Eisen, Ferritin u.a.) zeigten sich keine pathologischen Werte in der EHS-Gruppe. Die mittlere Natriumkonzentration war

bei Frauen mit EHS etwas höher als in der Kontrollgruppe (in beiden Gruppen im Normbereich).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass bezüglich TSH und ALT/AST signifikante Unterschiede zwischen Personen mit EHS und den Kontrollpersonen bestanden. Hinsichtlich Anämie und Nierenfunktion sehen die Autoren keinen Hinweis darauf, dass diese Parameter bei EHS eine grössere Rolle spielen. Sie vermuten, dass verschiedene Ursachen zur Entstehung von EHS beitragen könnten und empfehlen, bei Patienten mit entsprechender Symptomatik auch Erkrankungen abzuklären.

Bemerkungen: Aufgrund der offenen Fragen im Zusammenhang mit dem EHS-Syndrom ist die Untersuchung physiologischer Parameter bei den Betroffenen ein interessanter Ansatz, um zu untersuchen, ob die Beschwerden auf andere Ursachen zurückzuführen sein könnten. In dieser Studie bestehen allerdings einige Unklarheiten: Es fehlen Informationen darüber, wie die Rekrutierung der Kontrollpersonen erfolgte und ob körperliche Erkrankungen bei der Auswahl der Studienteilnehmer berücksichtigt wurden. Auch über die Bedingungen während der Blutentnahme ist nichts bekannt (für alle gleich?). In den statistischen Auswertungen wurden keine zusätzlichen Einflussfaktoren berücksichtigt, die zu einer Verzerrung der Resultate führen könnten (z.B. Lebensstilfaktoren, Sozialstatus etc.). Ausserdem wurden sehr viele Tests durchgeführt, so dass mit einigen Zufallsergebnissen zu rechnen ist, und die Anzahl von Personen mit auffälligen Laborwerten war gering. Weitere Auswertungen dieser Studien sind publiziert in Ghezel-Ahmadi et al., Sci Total Environ 2010: 408 (4), 774-778.

Finanzierung: Federal Office for Radiation Protection, Germany

Bergamaschi A, Magrini A, Ales G, Coppetta L, Somma G.

Are thyroid dysfunctions related to stress or microwave exposure (900 MHz)?.

Int J Immunopathol Pharmacol 2004; 17 (2 Suppl): 31-36

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: In dieser arbeitsmedizinischen Studie wurde die Schilddrüsenfunktion von Angestellten mit unterschiedlicher Mobiltelefonbenutzung untersucht.

Kollektiv: 2598 Angestellte (1355 Männer, 1243 Frauen), die als Verkäufer, Arbeiter oder Netzwerktechniker arbeiteten.

Exposition: Die Studienteilnehmer füllten einen Fragebogen zur Mobiltelefonbenutzung aus, die Informationen zur Dauer der privaten und beruflichen Gespräche stammten von Mobilfunkbetreibern. Nach diesen Angaben wurden die Teilnehmer in drei Gruppen eingeteilt: <19, 19 bis 33, >33 Stunden Mobiltelefonbenutzung pro Monat.

Methode: Neben den Blutwerten des Schilddrüsenhormons Thyroxin analysierten die Autoren auch das Thyreotropin (TSH), das in der Hirnanhangdrüse gebildet wird und die Funktion der Schilddrüse steuert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Tests oder Varianzanalyse (ANOVA).

Resultat: In der obersten Benutzerkategorie hatten 9.9% der Personen einen zu niedrigen TSH-Blutspiegel (<0.4 UI/l), in der Gruppe mit der geringsten Mobiltelefonbenutzung waren es 6%. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0.05$). Es bestanden keine signifikanten Unterschiede für freies Thyroxin und andere Blutwerte.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass mit diesen Daten nicht beurteilbar ist, ob die beobachtete Differenz auf die Mobiltelefonexposition zurückzuführen ist oder auf andere Faktoren wie z. B. Stress.

Finanzierung: keine Angaben

Eger H, Neppe F.

Krebsinzidenz von Anwohnern im Umkreis einer Mobilfunksendeanlage in Westfalen; Interview-basierte Piloterhebung und Risikoschätzung.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2009; 22 (1): 55-60

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Abklärung einer von Anwohnern beobachteten Häufung von Krebsfällen in der Umgebung einer Mobilfunksendeanlage im Ortsteil Hennen in Iserlohn (Nordrhein-Westfalen).

Kollektiv: Im Umkreis von 400 m um die Mobilfunksendeanlage waren 1283 Personen gemeldet. Für die Studie auswählbar waren Personen ab dem Alter von 10 Jahren. Insgesamt wurden 627 Personen in 163 Häusern befragt. Zur Auswertung kamen die Daten von 575 Personen (265 Männer, 310 Frauen), das entsprach 3.86 Bewohnern pro Gebäude. Da von 91 Häusern keine Angaben erhältlich waren, wurden 65% der Hausbewohner befragt. Nach Abzug der Zweitwohnsitze (2.9%, entsprechend 38 Personen) lag der Erfassungsgrad bei 50%.

Exposition: Mobilfunksendeanlage auf einem Gebäudedach mit zwei Rundstrahlantennen in Höhe von 13.57 und 16.57 m über der Erde. Die Sendeanlage war spätestens seit 1999 in Betrieb.

Methode: Die Studie bezog sich auf den Zeitraum von Januar 2000 bis Juni 2007. Ab 2003 errichtete Wohnsiedlungen wurden nicht berücksichtigt. In der Studienregion mit einem Radius von 400 m um die Mobilfunksendeanlage führten zwei Anwohnerinnen eine Tür-zu-Tür-Befragung durch. Die Fragen betrafen Krebserkrankungen, Alter, Geschlecht und bei erkrankten Personen bestimmte Risikofaktoren. Die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen, Rauchen, Alkoholkonsum, Krebserkrankungen in der Familie, berufliche Belastungen durch Chemikalien sowie die Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern wurde in einem Fragebogen erfasst. Verglichen wurden die Krebserkrankungen im Zeitraum 1 von 01.01.2000 bis 31.12.2004 und im Zeitraum 2 von 01.01.2005 bis 30.06.2007. Zudem wurde anhand des Saarländischen Krebsregisters berechnet, wie viele Erkrankungen in den Jahren 2002 und 2007 zu erwarten waren (bezogen auf 5-Jahres-Altersgruppen). Diese altersspezifischen Inzidenzen wurden für die Jahre 2000, 2001, 2003, 2004, 2005 und 2006

linear extrapoliert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test und logistischer Regression.

Resultat: In der Studienregion wurden im ersten Zeitabschnitt 9, und im zweiten Zeitabschnitt 14 Krebserkrankungen erfasst. Die erwartete Inzidenz gemäss Saarländischem Krebsregister betrug für den ersten Zeitraum 16.45 Erkrankungen, für den zweiten Zeitraum 9.8 Erkrankungen. Bei den Studienteilnehmern lag das mittlere Erkrankungsalter im ersten Abschnitt bei 59.2 Jahren und im zweiten Abschnitt bei 59.3 Jahren, der Erwartungswert betrug 66.5 Jahre. Das Verhältnis der Erkrankungschancen (beobachtete Fälle zu erwartete Fälle) zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitraum betrug 2.63 (95%-CI: 1.14-6.10). Die Angaben der Teilnehmer zu ihren Risikofaktoren konnten nicht ausgewertet werden, weil die Rücklaufquote der Fragebögen mit weniger als 10% zu gering war.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den Resultaten auf einen signifikanten Anstieg der Krebsinzidenz im Beobachtungszeitraum. Zur weiteren Abklärung empfehlen sie eine verbesserte Feldstudie mit Erfassung der Risikofaktoren, Erhöhung der Teilnehmerrate und Einbezug der behandelnden Ärzte in der Studienregion.

Bemerkungen: Diese Piloterhebung muss in epidemiologischen Studien mit verbesserter Methodik überprüft werden, bevor Rückschlüsse auf Zusammenhänge zwischen der Mobilfunksendeanlage und der Krebsinzidenz gezogen werden können. Wegen der bereits vor Beginn der Studie bestehenden öffentlichen Diskussion und der Erfassungsrate von 50% ist davon auszugehen, dass sich Personen mit Krebserkrankungen überproportional häufig an der Erhebung beteiligten. Dadurch ist mit einer Verzerrung der Ergebnisse zu rechnen (Selektionsbias). Zudem basiert die Anzahl der Krebsfälle nur auf den Angaben der Befragten, nicht auf offiziellen, systematisch erhobenen Daten. Es wurde auch nicht die ganze Stadt untersucht, sondern nur ein kleines Gebiet um die Basisstation herum mit sehr kleinen Fallzahlen. Dadurch besteht eine grosse statistische Unsicherheit. Um Veränderungen der Krebsinzidenz beurteilen zu können, müssten statistische Daten von flächendeckenden Krebsregistern ausgewertet werden, und es müsste ein Vergleich mit anderen Regionen erfolgen. Es ist bekannt, dass die Krebshäufigkeit zeitlich und örtlich variiert, und dass diese Schwankungen in kleinen Ortschaften stärker sind als in grossen Städten (vgl. Meyer et al. 2006). Wenn Studien nur in kleinen Regionen durchgeführt werden, die sich gerade am oberen Ende der Schwankungsbreite befinden, und die Ergebnisse nur dann publiziert werden, wenn sie signifikante Zusammenhänge zeigen, entsteht ein falscher Eindruck. In der Auswertung wurden auch keine Risikofaktoren für Krebs wie Rauchen, Chemikalienexpositionen oder familiäre Krebshäufungen berücksichtigt, und die Hochfrequenzexposition der Studienteilnehmer wurde weder gemessen noch modelliert. Zudem wurden verstorbene Personen offenbar nicht erfasst, und es ist davon auszugehen, dass dadurch die Anzahl an Krebserkrankungen im ersten Zeitabschnitt unterschätzt wird.

Finanzierung: Keine Fremdmittel

Yang Y, Jin X, Yan C, Tian Y, Tang J, Shen X.

Case-only study of interactions between DNA repair genes (hMLH1, APEX1, MGMT, XRCC1 and XPD) and low-frequency electromagnetic fields in childhood acute leukemia.

Leukemia & Lymphoma 2008; 49 (12): 2344-2350

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fallreihenstudie an leukämiekranken Kindern zur Frage, ob es Gen-Umwelt-Interaktionen zwischen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern und DNA-Reparaturenzymen gibt.

Kollektiv: Erfasst wurden 123 Kinder unter 15 Jahren, bei denen zwischen Mai 2006 und August 2007 in der Hämatologie der Universitätsklinik von Shanghai eine akute Leukämie diagnostiziert worden war. Alle Patienten waren chinesischer Abstammung und wohnten in Shanghai oder im Umkreis von 500 km.

Exposition: Magnetfeldexposition in der Wohnung. Bei 66 Kindern erfolgte ein Besuch am jetzigen oder früheren Wohnort mit Magnetfeldmessung (TriField Meter, Fa. AlphaLab).

Methode: Die Mütter der leukämiekranken Kinder wurden nach soziodemographischen Charakteristika, prä- und postnatalen Faktoren und nach Erbkrankheiten in der Familie befragt. Weitere Fragen betrafen Umweltexpositionen wie den Beruf der Eltern, Fernsehgeräte, Kühlschränke oder Mikrowellengeräte im Kinderzimmer sowie den Gebrauch von Insektiziden oder Spritz- und Düngemitteln für den Garten. Ebenfalls erfragt wurde die Entfernung von Sendeanlagen für die Telekommunikation, Chemiefabriken, elektrischen Transformatoren (10, 35, 110 kV) und Stromleitungen. Die genetische Untersuchung der Kinder erfolgte mittels Polymerasekettenreaktion (PCR). Die Analyse umfasste 6 Einzelnukleotid-Polymorphismen (SNPs, Variationen der Basenpaare im DNA-Strang) von DNA-Reparaturenzymen. Die Odds Ratios bezüglich Gen-Umwelt-Interaktionen wurden mittels nicht konditionaler logistischer Regression berechnet. Als mögliche Confounder berücksichtigt wurden die erfragten Umweltexpositionen und soziodemographischen Charakteristika.

Resultat: Von den 123 Kindern (82 Knaben, 41 Mädchen) waren 99 an akuter lymphoblastischer Leukämie

erkrankt und 24 an akuter myeloischer Leukämie. Der Altersmedian lag bei 5 Jahren. Eine Distanz von weniger als 500 m bis zur nächsten Freileitung oder Transformatorenstation bestand bei 39 Kindern (31.7%). In dieser Kategorie wurde die Magnetfeldexposition für 19 Kinder gemessen; der Höchstwert lag im Durchschnitt bei 0.13 μT . In einer Entfernung von weniger als 100 m wohnten 31 Kinder (25.2%). In dieser Gruppe wurde die Magnetfeldexposition für 13 Kinder gemessen, der mittlere Maximalwert lag bei 0.14 μT . Zwanzig Kinder wohnten weniger als 50 m von einer elektrischen Installation entfernt. Der in 9 Wohnungen in dieser Kategorie gemessene Mittelwert betrug 0.18 μT . Für Distanzen unter 100 m und unter 50 m zeigte sich eine signifikante Gen-Umwelt-Interaktion mit dem Allel XRCC1 Ex9+16A; die Interaktions-Odds-Ratios betrugen 4.31 (95%-CI: 1.54-12.08) respektive 4.39 (95%-CI: 1.42-13.54). In Entfernungen unter 500 m lag die Odds Ratio bei 2.37 (95%-CI: 0.94-5.97). Für die anderen fünf Genotypen wurden keine signifikanten Interaktionen mit der Distanz zu Freileitungen und Transformatoren beobachtet. Auch für andere Umwelteinflüsse, inklusive Sendeanlagen im Umkreis von 500 m der Wohnungen, zeigten sich keine signifikanten Assoziationen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie bei Kindern mit Leukämie eine statistisch signifikante Interaktion zwischen dem Polymorphismus XRCC1 Ex9+16A und der Nähe von Stromleitungen oder elektrischen Transformatoren bestand. Sie vermuten, dass es für Kinder mit dieser genetischen Variante ein Risikofaktor für eine Leukämie sein könnte, weniger als 100 m von Stromleitungen oder Transformatoren entfernt zu wohnen. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Beobachtungen in grösseren Studien mit verbesserter Expositionserfassung und nicht an Leukämie erkrankten Kontrollgruppen überprüft werden müssen.

Bemerkungen: Die Untersuchung von Gen-Umwelt-Interaktionen ist ein interessanter neuer Ansatz bei der Erforschung der wiederholt beobachteten Assoziation zwischen häuslicher Magnetfeldbelastung und Leukämie bei Kindern. Da bisher kein biologischer Mechanismus für diesen Zusammenhang identifiziert wurde, könnte der Nachweis einer Interaktion mit bestimmten Genvarianten Aufschluss über die Kausalkette liefern. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, erlauben reine Fallstudien zwar keine Aussagen über gesundheitliche Auswirkungen der Genvarianten oder der Exposition selbst, aber über die Gen-Umwelt-Interaktionen. Allerdings ist die Verbindung zwischen den untersuchten Polymorphismen und der Entstehung von Leukämien nicht etabliert, und es wird nicht erklärt, warum gerade diese 6 Polymorphismen getestet wurden. Eine signifikante Assoziation mit der Entfernung von Stromleitungen zeigte sich nur für einen Polymorphismus. Bei der Vielzahl der möglichen Interaktionen ist davon auszugehen, dass allein durch Zufall immer wieder signifikante Assoziationen mit unterschiedlichen Polymorphismen beobachtet werden. Daher ist eine Verifizierung der Ergebnisse in Studien mit möglichst grossen Kollektiven und unter Einbezug von gesunden Kontrollgruppen notwendig. Problematisch ist auch, dass die Expositionsschätzung teilweise auf den Angaben der Mütter beruhte, nur für etwas mehr als die Hälfte der Kinder wurden Messungen durchgeführt. Die Messungen ergaben sehr geringe Unterschiede zwischen den drei Kategorien (0.13 bis 0.18 μT).

Finanzierung: Science and Technology Commission of Shanghai Municipality, Shanghai Key Laboratory of Children's Environmental Health, Key Discipline in Pediatrics of Shanghai Municipal Education Commission, Shanghai Municipal Education Commission, Key Project in Medicine of Shanghai Municipal Bureau of Health.

Djeridane Y, Touitou Y, de Seze R.

Influence of electromagnetic fields emitted by GSM-900 cellular telephones on the circadian patterns of gonadal, adrenal and pituitary hormones in men.

Radiat Res 2008; 169 (3): 337-343

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Effekte der Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen auf die Ausschüttung der Steroidhormone Kortison und Testosteron sowie auf die Ausschüttung von Hormonen der Hypophyse (Hirnanhangdrüse):

Schilddrüsenstimulierendes Hormon (TSH), Wachstumshormon (GH), Prolaktin (PRL) und Adrenokortikotropes Hormon (ACTH).

Kollektiv: 20 gesunde Männer (20 bis 32 Jahre) ohne Nacht- oder Schichtarbeit oder berufliche Belastung mit elektromagnetischen Feldern. Weitere Ausschlusskriterien waren die Benutzung eines Mobiltelefons vor dem Eintritt in die Studie, hormonelle oder neuropsychiatrische Erkrankungen, ungewöhnliches Schlafverhalten sowie ein Transkontinentalflug in der letzten Zeit.

Exposition: GSM-Mobiltelefon (Motorola 8200), 900 MHz, Modulationsfrequenz: 217 Hz, 1/8 Duty-Faktor, maximale Sendeleistung: 2 W, spezifische Absorptionsrate über 10g (SAR): 0.3 W/kg. Die Exposition erfolgte für jeden Probanden nur auf einer Seite des Kopfes.

Methode: Das Experiment bestand aus zwei Phasen: einer vierwöchigen Expositionsphase und einer zweiwöchigen Postexpositionsphase. Während der Expositionsphase wurden die Probanden an 5 Tagen pro Woche jeweils 2 Stunden lang exponiert, indem sie im Labor einen Fernsehfilm anschauten und den Ton über ein Mobiltelefon hörten. Die Exposition fand immer zur gleichen Zeit statt, für eine Gruppe zwischen 14 und 16 Uhr, für die andere Gruppe zwischen 16:30 und 18:30 Uhr. An vier Tagen wurden über einen Katheter Blutproben abgenommen: vor Beginn der Expositionsphase, nach den ersten 15 Tagen, am Ende der Expositionsphase und 15 Tage danach. An diesen Tagen erfolgten bei jedem Probanden jeweils 17 Blutentnahmen innerhalb von 24 Stunden: um 19 Uhr, stündlich von 22 bis 10 Uhr und in Abständen von drei Stunden von 10 Uhr bis 22 Uhr. Das Licht wurde um 23:00 gelöscht und um 7:00 angeschaltet. In den Nächten schliefen die Probanden im

Allgemeinen auch während der Blutentnahmen, manchmal wachten sie davon auf. Für Kortison, Testosteron, TSH, GH, PRL und ACTH wurde die Maximalkonzentration bestimmt, die Zeit dieses Spitzenwertes und die Gesamtmenge des Hormons. Als Referenzwert diente die Hormonkonzentration jedes Probanden vor Beginn der Expositionsphase. Für alle 17 Zeiten der Blutentnahme wurden die Mittelwerte aller Probanden mit dem Mittelwert am Studienbeginn verglichen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nichtparametrischem Friedman-Test und Dunn's Test für multiple Vergleiche.

Resultat: Ein Proband wurde ausgeschlossen, weil sein Hormonprofil darauf hinwies, dass er nicht den normalen Tag-/Nachtrhythmus einhielt. Die mittleren Hormonkonzentrationen der 19 verbleibenden Probanden lagen alle im physiologischen Bereich. Die Auswertungen ergaben für TSH, PRL, Testosteron und ACTH keine statistisch signifikanten Veränderungen im Zusammenhang mit der Exposition. Für Kortison war der Maximalwert nach zweiwöchiger Exposition um 12% niedriger als zu Beginn (statistisch signifikant, $p=0.025$). Nach Korrektur für multiple Testung bestand kein signifikanter Unterschied mehr. Für das Wachstumshormon (GH) zeigte sich zum gleichen Zeitpunkt eine statistisch signifikante Abnahme der Gesamtmenge um 17.3% ($p=0.013$). Eine signifikante Reduktion des Maximalwerts um 27 bis 29% im Vergleich zum Ausgangswert bestand nach zwei und vier Wochen Expositionsphase ($p=0.003$), nach Korrektur: $p<0.01$ resp. <0.05).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie während der Expositionsphase für die beiden Hormone Kortison und GH eine signifikante Abnahme der Maximalwerte um 12% respektive 28% beobachtet haben. Zwei Wochen nach Expositionsende bestanden keine signifikanten Unterschiede mehr. Die Autoren folgern, dass der Hormonhaushalt unter den hier verwendeten Versuchsbedingungen nicht durch Mobiltelefonexposition beeinflusst wurde. Sie weisen darauf hin, dass die Reihenfolge der Exposition für alle Probanden gleich war und dass keine Aussagen über längere Expositionszeiträume abgeleitet werden können.

Bemerkungen: Dass das Wachstumshormon (GH) auch nach der Korrektur für multiple Testung noch statistisch signifikant vermindert war, spricht für einen Zusammenhang mit der Exposition. Auch zwei Wochen nach dem Experiment war der Maximalwert noch niedriger als zu Beginn der Studie. Eine Beeinflussung durch Stressfaktoren wie die nächtlichen Blutentnahmen ist möglich, würde allerdings wohl auch einen Anstieg der Stresshormone verursachen. Entgegen der Beschreibung im Methodenteil werden keine individuellen Vergleiche für einzelne Probanden vor und nach der Exposition präsentiert, sondern Mittelwerte für alle Probanden gemeinsam. Extremwerte könnten auf diese Mittelwerte einen grösseren Einfluss haben. Eine Überprüfung der Ergebnisse in einer Doppelblindstudie mit ausgeglichener Expositionsreihenfolge ist empfehlenswert. In einer früheren Studie der Forschergruppe wurde unabhängig von der Exposition ein Anstieg der GH-Konzentrationen beobachtet (de Seze R. et al.: GSM radiocellular telephones do not disturb the secretion of antepituitary hormones in humans. Bioelectromagnetics 1998: 19 (5), 271-278).

Finanzierung: Motorola, Inc.

Burch JB, Reif JS, Noonan CW, Ichinose T, Bachand AM, Koleber TL, Yost MG.
Melatonin metabolite excretion among cellular telephone users.
Int J Radiat Biol 2002; 78 (11): 1029-1036

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Melatonin und andere Hormone Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobilfunk allgemein	Langzeit	Nichteuropäische
Mobiltelefone		Länder
Stromleitungen		
<u>Studientyp:</u>		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenhang zwischen dem Gebrauch von Mobiltelefonen und Melatoninsekretion, gemessen als 6-OHMS im Urin.

Resultat: In einer ersten Studie wurde die Melatoninkonzentration bei 149 Arbeitern untersucht, die gegenüber niederfrequenten magnetischen Feldern exponiert waren. Dabei wurde auch die Häufigkeit des Mobiltelefongebrauchs während der Arbeit erhoben. In dieser ersten Studie wurden zwar keine statistisch signifikanten Zusammenhänge, jedoch Hinweise auf eine Assoziation zwischen dem Mobiltelefongebrauch und der 6-OHMS Konzentration gefunden. Aus diesem Grund wurde eine zweite Studie an 77 Arbeitern mit einer verbesserten Erhebung des Telefongebrauchs durchgeführt. Die Probanden der zweiten Studie benützten das Mobiltelefon häufiger als diejenigen der ersten Studie. Es wurde während 3 Tagen der Urin gesammelt und auf 6-OHMS analysiert. Probanden, die das Mobiltelefon täglich während mehr als 25 Minuten benutzten, hatten nachts eine signifikant tiefere 6-OHMS Konzentration im Urin sowie eine signifikant geringere nächtliche Sekretion. Zusätzlich wurde eine signifikante Dosis-Wirkungsbeziehung beobachtet, und es ergaben sich Hinweise für einen kombinierten Effekt von Mobiltelefongebrauch und Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern. Bei der Analyse wurden das Alter der Probanden, der Zeitpunkt der Probenahme, die Lichtexposition und die Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern berücksichtigt.

Bortkiewicz A, Pilacik B, Gadzicka E, Szymczak W.

The excretion of 6-hydroxymelatonin sulfate in healthy young men exposed to electromagnetic fields emitted by cellular phone -- an experimental study.

Neuro Endocrinol Lett 2002; 23 (Suppl 1): 88-91

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Beeinflussung des Melatoninspiegels durch die Benutzung von Mobiltelefonen.

Kollektiv: Neun gesunde Probanden (19 bis 29 Jahre alt).

Exposition: Mobiltelefon. Frequenz: 900 MHz, Pulsierung: 217 Hz, 576 μ s, SAR: 1.23 W/kg. Die Probanden benutzten das Telefon während 60 Minuten, von 19 bis 20 Uhr.

Methode: Untersucht wurde die Ausscheidung von 6-Hydroxymelatonin-Sulfat (6-OHMS) im Urin. Der Vergleich betraf die Werte an einem Tag ohne Mobiltelefonexposition und einem Tag mit Exposition. Das Experiment erfolgte unter einfach verblindeten Bedingungen. An beiden Tagen wurden Urinproben um 19 Uhr, um Mitternacht und um 7 Uhr morgens gesammelt.

Resultat: An keinem Zeitpunkt unterschieden sich die Mittelwerte der 6-OHMS-Konzentration im Urin zwischen den beiden Expositionsbedingungen signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keinen Hinweis darauf, dass die Hochfrequenzexposition durch den Mobiltelefongebrauch den Melatoninspiegel beeinflusst.

Bemerkungen: Bei einer so kleinen Anzahl an Probanden stellt sich die Frage, ob die statistische Power ausreichte, um auch geringgradige Unterschiede nachzuweisen, falls sie existieren.

Kundi M, Hutter HP.

Mobile phone base stations - Effects on wellbeing and health.

Pathophysiology 2009; 16 (2): 123-135

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Tiere

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Tumoren: Brustkrebs

Land:

Tumoren: Hirntumoren

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel über Studien zu Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung von Mobilfunkbasisstationen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit.

Kollektiv: Diverse Kollektive in epidemiologischen Studien und experimentellen Untersuchungen an Menschen, Tieren und Zellen.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen (GSM, TDMA und UMTS, CDMA).

Methode: Literaturübersicht mit Zusammenfassung und Diskussion der vorliegenden Publikationen zum Thema Mobilfunkbasisstationen und Gesundheit. Berücksichtigt wurden epidemiologische Studien zum Wohlbefinden, zu Krebserkrankungen und experimentelle Studien an Personen mit und ohne Elektrohypersensibilität (EHS) sowie an Tieren und Zellen.

Resultat: In sieben Feldstudien wurde das Wohlbefinden untersucht, zwei betrafen die Exposition am Arbeitsort (Abdel-Rassoul 2006, Heinrich 2007), die anderen fünf Anwohner von Basisstationen (Santini 2002/03, Navarro 2003, Hutter 2006, Blettner 2007, Thomas 2008). Trotz einiger methodischer Limitationen der Studien bestehen deutliche Hinweise darauf, dass die langfristige Exposition in der Umgebung von Basisstationen das Wohlbefinden beeinträchtigt. Am häufigsten berichtet wurden Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Ruhelosigkeit und Tremor. Zur Krebshäufigkeit in der Umgebung von Basisstationen gibt es leider keine multiregionalen, systematischen Untersuchungen, sondern nur Studien in einzelnen Gemeinden (Eger 2004, Wolf 2004). Aus diesen Studien können aufgrund ihrer Anlage keine weitreichenden Schlussfolgerungen gezogen werden, sie untermauern aber die Notwendigkeit von Studien mit angemessenem Design in der Umgebung von einer ausreichenden Anzahl an Basisstationen. Experimentelle Studien zum Wohlbefinden bei kurzzeitiger

Exposition wurden von Zwamborn 2003, Regel 2006 und Eltiti 2007 veröffentlicht. Die inkonsistenten Resultate erlauben noch keine Beurteilung, ob schwache Hochfrequenzstrahlung wie sie in diesen Experimenten zur Simulation einer kurzfristigen Basisstationsexposition verwendet wurde, das Wohlbefinden beeinträchtigt. Bezüglich Tierversuchen und Zellstudien ist die Datenlage zur Zeit noch ungenügend.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass es aus epidemiologischen Studien Hinweise darauf gibt, dass Hochfrequenzexpositionen durch Basisstationen oder Mobiltelefone das Wohlbefinden beeinträchtigen. Aus den experimentellen Studien an Menschen, Tieren und Zellen ergibt sich eine schwache Unterstützung dieser Hinweise.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche, zu Datenbanken und Ein- oder Ausschlusskriterien.

Finanzierung: keine Angaben

Croft RJ, McKenzie RJ, Inyang I, Benke GP, Anderson V, Abramson MJ.
Mobile phones and brain tumours: a review of epidemiological research.
Australas Phys Eng Sci Med 2008; 31 (4): 255-267

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel über epidemiologische Studien, in denen das Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern untersucht wurde.

Kollektiv: Diverse Kollektive von Mobiltelefonbenutzern, die meisten Teilnehmer umfasst die multizentrische Interphone-Studie.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Analoge und digitale Telefone, in einigen Studien auch Schnurlostelefone.

Methode: Die Literatursuche nach Publikationen in englischer Sprache erfolgte in Medline und umfasste den Zeitraum von Januar 1966 bis Oktober 2007. Studien, die nicht in Medline erfasst waren, wurden zusätzlich berücksichtigt, wenn sie den Autoren bereits bekannt waren. Die Studien präsentierten Ergebnisse zu Akustikusneurinomen, Meningeomen, Gliomen und allen Hirntumoren gemeinsam. Dargestellt werden Gesamtergebnisse und Resultate zur Latenzzeit, zur Seitenabhängigkeit, zum Ausmass der Exposition (Dauer und Häufigkeit) sowie zu Kombinationen dieser Faktoren.

Resultat: Zum Risiko von Akustikusneurinomen ergeben die vorliegenden 10 Studien insgesamt keine starke Evidenz für eine Assoziation mit der Mobiltelefonbenutzung. Sie deuten aber an, dass ein Zusammenhang mit dem über zehnjährigen, ipsilateralen Gebrauch von Mobiltelefonen bestehen könnte. Dieser Befund sollte verifiziert werden. Zum Meningeomrisiko liegen ebenfalls 10 voneinander unabhängige Publikationen vor. Davon haben neun Studien keinen Zusammenhang gezeigt, in einer Untersuchung wurde ein reduziertes Meningeomrisiko beobachtet. Eine Assoziation zwischen dem Erkrankungsrisiko und der Zeit seit der ersten Mobiltelefonbenutzung sowie der Gesamtexposition bestand in der Studie von Hardell et al. (2005). Das

Gliomrisiko wurde in 7 Studien untersucht, davon ergaben zwei ein erhöhtes Risiko (Auvinen et al. 2002, nur für analoge Mobiltelefone und Hardell et al. 2006). Eine Studie wies insgesamt auf ein reduziertes Gliomrisiko hin (Lahkola et al. 2007), vier Studien beobachteten keinen Zusammenhang. In der Studie von Lahkola 2007 bestand allerdings für Personen, die bereits seit über zehn Jahren ein Mobiltelefon benutzten und die erkrankte Seite zum Telefonieren bevorzugten, ein knapp statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko (Odds Ratio: 1.39, 95%-CI: 1.01 -1.92). Dieses Resultat sollte in der Gesamtauswertung der Interphone-Studie überprüft werden. Zum Hirntumorrisiko allgemein liegen 6 Untersuchungen vor, die keine einheitlichen Ergebnisse erbracht haben. Vier weitere Studien haben die Entwicklung der Erkrankungsraten an Hirntumoren in verschiedenen Ländern untersucht und keine Hinweise darauf ergeben, dass die Inzidenz- oder Sterberaten seit der Verbreitung der Mobiltelefonbenutzung angestiegen sind (Cook 2003, Hardell 2003, Lönn 2004, Rösli 2007).

Schlussfolgerung: Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass bisher keine überzeugende Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Hirntumoren besteht. Eine Assoziation mit dem Risiko von Akustikusneurinomen und Gliomen halten sie bei Personen mit über zehnjährigem, ipsilateralem Gebrauch von Mobiltelefonen für möglich.

Finanzierung: GSM Association (UK)

Leitgeb N, Schröttner J, Cech R, Kerbl R.
EMF-protection sleep study near mobile phone base stations.
Somnologie 2008; 12 (3): 234-243

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	Langzeit	Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Feldstudie zu Auswirkungen hochfrequenter Felder auf den Schlaf. Untersucht wurde die Veränderung von subjektiven und objektiven Schlafparametern durch Abschirmung der in den Schlafzimmern der Teilnehmer vorhandenen Hochfrequenzexposition.

Kollektiv: Das Studiengebiet umfasste alle neun Provinzen Österreichs und das Bundesland Nordrhein-Westfalen (D). Die Einladung zur Studienteilnahme erfolgte per Medienmitteilung und richtete sich an Personen, die gesundheitliche Beschwerden auf elektromagnetische Felder zurückführten. Es meldeten sich über 600 Interessenten. Ausschlusskriterien waren neurologische und psychiatrische Krankheiten, Schlafstörungen aufgrund von Schlafapnoe-Syndrom oder ähnlichen Erkrankungen sowie aktueller Drogenkonsum und Medikamenteneinnahme. Ausgewählt wurden Personen, die bereits Massnahmen zur Vermeidung oder Reduzierung elektromagnetischer Felder ergriffen hatten. In standardisierten Fragebögen wurden persönliche Daten, Schlafstörungen, Krankheiten, Alkoholkonsum, Rauchgewohnheiten, EMF-Expositionen und andere Einflussfaktoren erfasst. Als zusätzliches Einschlusskriterium galt ein Summenscore von mindestens 5 bei der Beantwortung von 19 Fragen des Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI), die zu sieben Subkategorien zusammengefasst wurden: subjektive Schlafqualität, Schlaflatenz, Schlafdauer, gewöhnliche Schlaffeffizienz, Schlafstörungen, Einnahme von Schlafmitteln und Beeinträchtigungen der Tagesaktivität. Werte über 5 weisen auf Schlafstörungen über dem normalen Niveau hin.

Exposition: Zur Abschirmung der Hochfrequenzimmissionen wurden die Betten der Teilnehmer mit mobilen Faraday'schen Käfigen umgeben, die aus einem ca. zwei Meter hohen Gerüst mit Schirmvorhängen aus elektrisch leitfähigem Material bestanden und alle Seiten sowie den Boden abdeckten. Getestet wurden drei Bedingungen: Kontrolle, Abschirmung und Scheinabschirmung. Für die Scheinabschirmung wurde ein Material verwendet, das sich nur in der elektrischen Leitfähigkeit unterschied und von den Probanden nicht identifiziert werden konnte

(einfache Verblindung). Bei der Datenanalyse kannten die Auswerter die Expositionsbedingungen nicht. Die Aufzeichnung der Immissionen erfolgte kontinuierlich und frequenzselektiv (Breitspektrumanalysator, Rhode & Schwartz TS-EMF). Eine isotrope Messsonde befand sich innerhalb der Abschirmvorrichtung über dem Bett, der Frequenzbereich betrug 80 MHz bis 2.5 GHz.

Methode: Die Untersuchungen fanden zwischen Januar 2004 und Februar 2006 statt. Von jedem Probanden wurden in zehn aufeinander folgenden Nächten mittels Polysomnographie die Hirnströme (EEG), die Herzfunktion (EKG), die Augenbewegungen (EOG) und die Positionsänderungen im Schlaf aufgezeichnet. Die erste Nacht diente der Eingewöhnung, auf die nächsten neun Nächten waren die drei Testbedingungen in zufälliger und ausgeglichener Reihenfolge verteilt (Crossover-Design). An jedem Morgen füllten die Teilnehmer einen Fragebogen zum Wohlbefinden und zur subjektiven Einschätzung der Schlafqualität (SSA) aus. Aus 20 individuellen Fragen wurden drei Kategorien gebildet (Schlafqualität, Aufwachqualität und körperliche Beschwerden). Für Vergleiche zwischen den Probanden wurden Normwerte gemäss Alter und Geschlecht verwendet. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (MANOVA), einerseits als gepoolte Analyse für alle Probanden zusammen (43 x 9 Werte für jeden Schlafparameter), andererseits für jeden Probanden einzeln (9 Werte für jeden Schlafparameter). Wenn die Varianzanalyse eine statistisch signifikante Differenz ergab, wurden post-hoc Tests durchgeführt (Duncan Test, Student-Newman-Keuls, Tukey-B und Dunnett-Test). Basierend auf den Ergebnissen dieser Tests wurde ein kombiniertes Signifikanzkriterium definiert: Um von einem Effekt der Abschirmung (positiv oder negativ) auszugehen, war ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen tatsächlicher Abschirmung und Scheinabschirmung erforderlich, gleichzeitig aber kein Unterschied zwischen Kontrollbedingung und Scheinabschirmung. Ein Nebeneffekt wurde dann identifiziert, wenn sich ein Parameter unter Kontrollbedingungen signifikant von der realen Abschirmung und der Scheinabschirmung unterschied, aber keine Differenz zwischen den beiden Abschirmungen bestand. Positive Nebenwirkungen entsprachen einem Placebo-Effekt durch die Abschirmungsvorrichtung. Für das kombinierte Signifikanzkriterium galten p-Werte unter 0.0024 als statistisch signifikant. Variablen, die die Voraussetzung für eine MANOVA nicht erfüllten, wurden mit nichtparametrischen Tests ausgewertet.

Resultat: Es wurden 97 Probanden in die Studie aufgenommen, zur Auswertung kamen die Daten von 43 Personen (17 Männer, 26 Frauen). Insgesamt lagen polysomnographische Aufzeichnungen und Morgenfragebögen für 465 Nächte vor. Das Durchschnittsalter betrug bei den Männern 55 +/- 10.5 und bei den Frauen 56 +/- 10.6 Jahre. Vierzig Probanden (92%) führten ihre Schlafstörungen auf Mobilfunkbasisstationen zurück. Der mittlere Summenscore im PSQI betrug 11.8 +/- 4.1. Die Hochfrequenzexposition lag im Allgemeinen unter 0.5% des ICNIRP-Referenzwertes, der Maximalwert war 3.5%. Die gepoolte Analyse der Kontrollnächte (ohne Abschirmung, bei unterschiedlicher Hochfrequenzbelastung in den Schlafzimmern) ergab keine statistisch signifikanten Assoziationen zwischen Exposition und Schlafqualität. Es bestand eine nicht signifikante Tendenz zu besserer Schlafqualität bei stärkerer Hochfrequenzexposition (Regressionskoeffizient: 0.017). Die Auswertung der individuellen Daten ergab für 24 Probanden (56%) keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Expositionsbedingungen. Bei den übrigen 19 Probanden (44%) bestanden signifikante Assoziationen für mindestens einen subjektiven und/oder objektiven Schlafparameter, insgesamt ergaben sich 45 signifikante Differenzen. Von 24 subjektiven Schlafparametern mit signifikanten Unterschieden handelte es sich bei 18 um Placebo-Effekte (Verbesserung bei Abschirmung und Scheinabschirmung) und bei 6 um positive Effekte, also um Verbesserungen bei tatsächlicher Abschirmung. Die objektiven Schlafparameter wiesen 21 signifikante Differenzen auf, davon 10 negative und 5 positive Abschirmungseffekte, 5 nicht beabsichtigte Nebeneffekte und einen Placebo-Effekt. Bei 3 Probanden wirkte sich die Abschirmung nur positiv aus, hauptsächlich auf die

subjektiven Schlafparameter. Negative Effekte der Abschirmung bestanden bei 6 Teilnehmern: Bei 4 Personen handelte es sich um die Verlängerung von Latenzzeiten: für die Einschlaflatenz zum Stadium 1 um bis zu 36.8 Minuten (Median der ungeschirmten Nächte: 4.7 min), für die Latenz von Stadium 1 bis Stadium 2 um bis zu 3.8 Minuten (Median: 2.3 min), vom Stadium 2 bis Stadium 3 um bis 18 Minuten (Median: 8 min). Die Verlängerung der REM-Latenz betrug bis zu 160 Minuten (Median: 85.8 min). Zwei Probanden zeigten ein häufigeres Erwachen und häufigere Wechsel der Schlafstadien unter tatsächlicher Abschirmung. Sieben Probanden (16 %) wiesen Plazebo-Effekte auf, hauptsächlich in subjektiven Schlafparametern. Bei drei Teilnehmern bestanden überwiegend unbeabsichtigte Nebenwirkungen. Zusätzliche Faktoren wie Müdigkeit, spätes Abendessen, Stress etc., die sich zwischen den Expositionsbedingungen signifikant unterschieden, erklärten die beobachteten Differenzen in der multivariaten Analyse nicht.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in der gepoolten Auswertung keine statistisch signifikanten Assoziationen zwischen den drei Expositionsbedingungen und den Schlafparametern bestanden. Das galt für die gesamten Immissionen und den Mobilfunkanteil. Die Autoren weisen darauf hin, dass die beobachteten Veränderungen in den Schlaflatenzen im Hinblick auf Interaktionen der schwachen Hochfrequenzfelder weiter untersucht werden sollten.

Bemerkungen: Wegen der Befürchtungen von elektrosensiblen Personen bei experimenteller Exposition ist die Abschirmung der Immissionen ein interessanter Ansatz. Aus der Publikation geht nicht hervor, wie stark die Hochfrequenzexposition durch die Abschirmung reduziert wurde und wie stark sich die subjektiven Schlafparameter veränderten (nur p-Werte angegeben). Die als signifikant präsentierten p-Werte erfüllen nur zum Teil das Kriterium von $p < 0.0024$. Die Darstellung der Ergebnisse der 19 Probanden mit signifikanten Differenzen ist deskriptiv. Es fehlen Angaben, wie hoch die statistische Power, um diskrete Unterschiede nachweisen zu können. Insgesamt sprechen die Ergebnisse am ehesten dafür, dass einzelne Personen empfindlicher auf die

Kühnlein A, Heumann C, Thomas S, Heinrich S, Radon K.

Personal exposure to mobile communication networks and well-being in children - A statistical analysis based on a functional approach.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (4): 261-269

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Messung der individuellen Hochfrequenzexposition durch Mobilfunk bei Kindern und Jugendlichen in Bayern und Untersuchung von Zusammenhängen mit gesundheitlichen Beschwerden (MobilEe-Studie). Die Publikation beschreibt den funktionalen Ansatz zur Kategorisierung der Expositionswerte und enthält einige Resultate bezüglich des Wohlbefindens der Kinder. Methodik und deskriptive Auswertungen der Studie sind publiziert in Thomas et al.: Exposure to mobile telecommunication networks assessed using personal dosimetry and well-being in children and adolescents: the German MobilEe-study. Environ Health (online) 2008; 7 (54), doi:10.1186/1476-069X-7-54.

Kollektiv: Die Stichprobe aus der Gesamtbevölkerung Bayerns umfasste vier Städte mit unterschiedlicher Grösse (München, Augsburg, Rosenheim, Landsberg). Aus den Einwohnermeldeämtern wurden Kinder zwischen 8 und 12 Jahren zufällig ausgewählt, die Teilnahmerate lag bei 53%. Vollständige Messungen über 24 Stunden lagen für 1433 von 1484 ursprünglich in die Studie aufgenommenen Kinder vor.

Exposition: Hochfrequenzimmissionen des Mobilfunks: a) GSM 900 (890 bis 960 MHz), b) GSM 1800 (1710 -1880 MHz) einschliesslich UMTS 2100 (1920-2170 MHz) und DECT (1880-1900 MHz), c) WLAN 2400 (2400 -2480 MHz). Die Messungen erfolgten mit Personendosimetern (ESM-140, Maschek Electronics) über 24 Stunden. Tagsüber trugen die Kinder das Messgerät am Oberarm. In der Nacht wurde es neben dem Bett platziert. Da die Messung jede Sekunde erfolgte, ergaben sich für jedes Kind 86'400 Messwerte für jede Frequenz.

Methode: In Interviews wurden chronische Beschwerden in den letzten sechs Monaten erfasst: Kopfschmerzen, Gereiztheit, Nervosität, Schwindel, Müdigkeit, Angst und Schlafschwierigkeiten (aus dem Fragebogen "Health Behaviour in School-Aged Children"). Die fünf Stufen der Likert-Skala waren: fast täglich, mehrmals pro

Woche, fast jede Woche, ungefähr einmal im Monat, selten und nie. In den dichotomen Auswertungen galt ein Symptom als vorhanden, wenn es "fast jede Woche" oder häufiger auftrat. Als potenzielle Einflussfaktoren wurden a priori festgelegt: Altersgruppe (8 -10, 10-12 J.), Geschlecht, Ausbildung der Eltern, Besorgnis der Eltern wegen Umweltbelastungen, Häufigkeit der Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen, geschätzte Distanz zur nächsten Mobilfunkbasisstation und Wohnort. Zur Berechnung der individuellen Hochfrequenzbelastung wurde die durchschnittliche Feldstärke im Tagesverlauf für jeden Frequenzbereich einzeln berechnet und quadriert. Aus diesen Durchschnittswerten wurde eine Summe gebildet, die mit den quadrierten ICNIRP-Referenzwerten invers gewichtet wurde. Die Quadratwurzel dieser Summe ergab die Gesamtexposition über alle Frequenzbereiche, ausgedrückt als Prozentsatz des ICNIRP-Referenzwertes. Messungen unterhalb der Nachweisgrenze von 0.05 V/m wurden wie die übrigen Messwerte behandelt. Zusätzlich erfolgte die Einteilung der Exposition mittels statistischer Methoden für funktionale Daten, um den zeitlichen Verlauf über 24 Stunden zu berücksichtigen. Dazu wurde die Exposition auf 480 Messwerte pro Teilnehmer reduziert, indem die Maxima von aufeinander folgenden Drei-Minuten-Intervalle berechnet wurden.

Resultat: Der Höchstwert der durchschnittlichen Expositionskurve lag bei 0.35% des ICNIRP-Referenzwertes. Die höchsten Expositionen bestanden am Nachmittag und in der grössten Stadt. Mit der funktionalen Klassifizierungsmethode ergab sich eine Unterteilung gemäss Homogenität in zwei Gruppen mit 88% und 12% der Teilnehmer (n=1267 resp. 166). Die beiden Gruppen hatten ähnliche Kurvenverläufe, aber höhere Funktionswerte in der kleineren Gruppe (=stärker exponierte Kinder). Die Ergebnisse der adjustierten logistischen Regression für den Zusammenhang zwischen 24-Stunden-Exposition und chronischen Symptomen waren für die drei Methoden ähnlich. Insgesamt bestand bei keiner der drei Kategorisierungsmethoden eine statistisch signifikante Assoziation mit einem der untersuchten Symptome. Das galt auch für die Einteilung in drei Expositionskategorien.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die Darstellung funktionaler Daten als geglättete Funktionen dazu beitragen kann, die zugrunde liegende Struktur von Messwerten in epidemiologischen Studien sichtbar zu machen. Die Resultate weisen darauf hin, dass ungefähr 10% der Kinder eine deutlich andere Hochfrequenzexposition haben als die übrigen Kinder. Es konnte ein explorativer Trennpunkt für die Kategorisierung der Exposition gefunden werden. Bei keiner der drei Methoden zeigte sich eine Assoziation zwischen der Exposition und dem Wohlbefinden der Kinder.

Finanzierung: Federal Office for Radiation Protection (Germany)

Augner C, Florian M, Pauser G, Oberfeld G, Hacker GW.

GSM base stations: short-term effects on well-being.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (1): 73-80

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle)	Elektrohypersensibilität,
	Personen mit	Beschwerden
Exposition:	Elektrohypersensibilität	
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen	Wirkungsdauer:	Land:
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Doppelblindstudie zur Untersuchung, ob die kurzfristige Exposition gegenüber Hochfrequenzstrahlung einer Mobilfunkbasisstation unter realistischen Bedingungen das Wohlbefinden beeinflusst.

Kollektiv: Die 57 Probanden (davon 35 Frauen, Durchschnittsalter: 40.72 +/- 12.75 Jahre) wurden per Inserat in einer lokalen Zeitung und über das Intranet der Salzburger Universitätskliniken rekrutiert. Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) wurden nicht gezielt angesprochen, aber ebenfalls in die Studie aufgenommen.

Exposition: Die Mobilfunkbasisstation (GSM 900 MHz, downlink) befand sich an der Aussenwand des Gebäudes, in dem die Untersuchung stattfand. Es handelte sich um eine omnidirektionale Mikrozelle (50 cm) mit einem Kontrollkanal und einem Verkehrskanal. Durch die variable Sendeleistung des Verkehrskanals fluktuierte die Leistungsflussdichte um den Faktor 2 (3 dB). Während des Experiments sassen die Probanden etwa 6 m von der Antenne entfernt auf einem Holzstuhl. Andere Hochfrequenzimmissionen (von Rundfunksendern, GSM 1800, DECT, UMTS etc.) waren mindestens um Faktor 400 niedriger. Die Mauer des Versuchsraums war bis auf eine Teilfläche mit einem leitfähigen Anstrich auf Kohlenstoffbasis gestrichen. Durch das Anbringen von Schirmvorhängen bzw. Scheinabschirmungsvorhängen vor diesem "Immissionsfenster" wurde die Exposition der Probanden variiert. Die Leistungsflussdichte wurde kontinuierlich mit einem Spektrumanalysator (FSH3, Rohde & Schwarz, Frequenzbereich: 30 bis 3000 MHz) und einem Personendosimeter (ESM-140, Maschek) gemessen. Die Probanden wurden zufällig einem von drei Expositionsszenarien zugeordnet (HM, MH und LL). Jedes Schema bestand aus fünf Expositionsphasen à 50 Minuten, die sich in ihrer Intensität unterschieden: niedrig (Median: $5.2 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0.044 \text{ V}/\text{m}$), mittel ($153.6 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0.241 \text{ V}/\text{m}$) und hoch ($2126.8 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 0.895 \text{ V}/\text{m}$). In den Szenarien HM und MH bestand die erste, dritte und fünfte Sitzung in niedriger Exposition. In Szenario HM

war die Intensität in der zweiten Sitzung hoch und in der vierten Sitzung mittel, in Szenario MH umgekehrt. Im dritten Szenario (LL) erfolgten die ersten vier Sitzungen unter maximaler Abschirmung mit niedriger Exposition, nur die fünfte unter maximaler Befeldung.

Methode: Da die Studie früher beendet werden musste als geplant, war die Verteilung der Probanden auf die drei Szenarien nicht gleichmässig: 22 Probanden in Szenario HM, 26 Probanden in Szenario MH, 9 Probanden in Szenario LL. Zu Beginn wurde das körperliche und mentale Wohlbefinden der Probanden in verschiedenen Fragebögen erfasst (SCL-90-R, Zerssen, STAI). Zusätzlich wurde die Besorgnis über Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf die Gesundheit erfragt (verschiedene Strahlungsquellen und Symptome, Fünf-Punkte-Skala) sowie die Entfernung bis zur nächsten Mobilfunkbasisstation am Wohnort und die selbst eingeschätzte EHS. Kurz vor sowie drei Minuten vor dem Ende jeder fünfzigminütigen Expositionsphase füllten die Probanden den "Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen" (MDBF) aus. Auf einer Fünf-Punkte-Skala bewerteten sie das Zutreffen von 24 Adjektiven, die sich auf drei Faktoren des Wohlbefindens bezogen: gute Stimmung, Wachheit und Gelassenheit. Als Referenz dienten die ersten vier Expositionsphasen des LL-Schemas mit maximaler Abschirmung. Für jede Testperson wurden Quotienten aus den Punktwerten in den Expositionsphasen und ihrem Ausgangswert gebildet. Diese relativen Werte wurden logarithmiert und mittels Varianzanalyse (ANOVA) zwischen den Szenarien HM und MH und dem Kontrollszenario LL verglichen. Als Einflussfaktoren berücksichtigt wurde die Reihenfolge der Expositionsitzungen sowie Alter, Geschlecht und elektromagnetische Hypersensibilität (EHS).

Resultat: Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen Alter, Geschlecht oder elektromagnetischer Hypersensibilität und dem Wohlbefinden. In Bezug auf gute Stimmung und Wachheit bestanden zwischen den Expositionsszenarien (HM und MH versus LL) keine Unterschiede. Dagegen waren die Probanden mit stärkerer Exposition gelassener als Testpersonen mit der niedrigsten Exposition (HM und MH vs. LL: $p=0.042$; HM vs. LL: $p=0.030$). Im Verlauf der vier Sitzungen mit niedriger Exposition (Szenario LL) nahm die Gelassenheit stärker ab als in den beiden anderen Szenarien (HM: $p=0.002$, MH: $p=0.009$). Personen mit Besorgnis wegen elektromagnetischen Feldern reagierten nicht anders auf die Exposition als Personen ohne Besorgnis. Lediglich in der ersten Sitzung, die in allen drei Szenarien aus niedriger Exposition bestand, war die Stimmung bei Personen mit geringer Besorgnis besser ($p=0.005$). Als elektromagnetisch hypersensibel bezeichneten sich 8 Probanden (14.3%).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Resultaten, dass die kurzfristige Exposition durch eine GSM-Mobilfunkbasisstation zu einer Abnahme der psychologischen Aktivierung führen könnte.

Bemerkungen: Die Expositionsbedingungen in dieser Studie sind näher an der Realität als in früheren Experimenten, die Zuordnung zu den Szenarien erfolgte zufällig, und die Leistungsflussdichte wurde kontinuierlich mittels Spektrumanalysator und Personendosimeter gemessen (allerdings werden keine SAR-Werte angegeben). Unklar ist, warum der Vergleich nur zwischen den Probandengruppen erfolgte, nicht für die einzelnen Testpersonen bei unterschiedlicher Exposition im Sinne eines Crossover-Designs. Wie die Autoren in der Diskussion anmerken, war der beobachtete expositionsabhängige Unterschied bezüglich der Gelassenheit nach einer Korrektur für multiple Testung nicht mehr statistisch signifikant. Auf einen Zufallsbefund könnte auch hindeuten, dass für die beiden anderen Parameter (Wachheit und gute Stimmung) keine Unterschiede bestanden.

Finanzierung: Land Salzburg Federal Government, Science Department; Mr. Daniell Porsche, Chairman of the

Paracelsus-School at St. Jakob am Thurn, Salzburg, Austria.

Furubayashi T, Ushiyama A, Terao Y, Mizuno Y, Shirasawa K, Pongpaibool P, Simba AY, Wake K, Nishikawa M, Miyawaki K, Yasuda A, Uchiyama M, Yamashita HK, Masuda H, Hirota S, Takahashi M, Okano T, Inomata-Terada S, Sokejima S, Maruyama E, Watanabe S, Taki M, Ohkubo C, Ugawa Y.

Effects of short-term W-CDMA mobile phone base station exposure on women with or without mobile phone related symptoms.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (2): 100-113

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Randomisierte Doppelblindstudie mit Crossover-Design zur Untersuchung, ob Personen mit mobiltelefonbezogenen Symptomen (MPRS) empfindlicher auf die kurzfristige Exposition gegenüber Basisstationssignalen reagieren als Kontrollpersonen.

Kollektiv: An 5000 Frauen zwischen 20 und 60 Jahren, die in Tokio oder einer benachbarten Region lebten, wurden Fragebögen zur elektromagnetischen Hypersensibilität (EHS) geschickt. Die Adressatinnen waren zufällig aus dem Einwohnerregister ausgewählt worden (stratifiziert nach 5-Jahres-Altersgruppen): 401 Frauen zwischen 20 und 24 Jahren und jeweils 657 Frauen in den Altersgruppen 25-29, 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54 und 55-60. Von 3116 (62.3%) Antworten waren 3006 gültig. Nach Ausschluss der Frauen mit Erkrankungen oder anderen Kriterien (Herzinfarkt, Epilepsie, Gehirnverletzungen, Schrittmacher, Hörgerät, Schwangerschaft, Medikamenteneinnahme) standen noch 2472 Probandinnen zur Auswahl. Davon berichteten 29 (1.2%) über Gesundheitsprobleme im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung (=EHS-Personen). Von diesen 29 Frauen gaben 4 allerdings keine Erfahrung mit Mobiltelefonen an, eine Frau machte keine Angaben dazu. Weitere 34 Probandinnen berichteten über entsprechende Beschwerden, sahen sie aber nicht im Zusammenhang mit Mobiltelefonen. Von den insgesamt 63 Frauen mit Beschwerden waren 11 bereit, an der Provokationsstudie teilzunehmen. Davon gehörten 3 zu den EHS-Personen und 8 zu den Probandinnen mit Symptomen, aber ohne Zuschreibung zur Mobiltelefonbenutzung. Diese 11 Frauen wurden als MPRS-Gruppe zusammengefasst und einer Kontrollgruppe von 43 Personen gegenübergestellt.

Exposition: Es gab 4 Expositionsbedingungen: kontinuierlich, intermittierend (5 Min. an, 5 Min. aus), Scheinexposition mit Lärm und Scheinexposition ohne Lärm. Alle Probandinnen durchliefen die vier Expositionen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen, so dass an beiden Tagen zwei Expositionssitzungen à 30 Min.

im Abstand von mindestens 2 Stunden stattfanden. Die Reihenfolge der Expositionsbedingungen war zufällig und innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Es wurde eine Hornantenne mit einer Höhe von 1.15 m verwendet, die sich im Abstand von 3 m links hinter den Testpersonen befand. Die Exposition bestand aus einem Downlink-Signal (W-CDMA) mit einer Frequenz von 2.14 GHz und einer Feldstärke von 10 V/m (inzidente Flussdichte: 0.265 W/m²). Die Simulation am Modell ergab SAR-Durchschnittswerte von 0.0015 W/kg für die Ganzkörperbelastung, von 0.0013 W/kg für die Exposition des Gehirns und Spitzenwerte bezogen auf 10g Gewebe von 0.019 bzw. 0.0078 W/kg.

Methode: Vor und nach jeder Expositionssitzung füllten die Teilnehmerinnen den Fragebogen "Profile of mood states (POMS)" aus, in dem anhand von 65 Faktoren 6 Bereiche der Stimmungslage evaluiert wurden: Spannung-Angst, Depression, Ärger-Feindseligkeit, Lebenskraft, Müdigkeit und Verwirrtheit. Die Stufen der 5-Punkte-Skala waren "überhaupt nicht", "etwas", "mässig", "ziemlich" und "extrem häufig". Zusätzlich wurde die Reaktionszeit (RT) in einem Wahlreaktionstest (PCRT) bestimmt. Während der Exposition wurden die Probanden im Abstand von 5 Minuten nach ihrem Befinden (Eintrag auf einer 5-Punkte-Skala von "kein Unbehagen" bis "maximal vorstellbares Unbehagen") und nach der Feldwahrnehmung (an/aus) befragt. Der Wahlreaktionstest bestand aus 32 Aufgaben mit unterschiedlicher Vorinformation und wurde vor und nach jeder Expositionssitzung durchgeführt (Dauer jeweils 7 Min., vgl. Terao et al. 2006). Während der kontinuierlichen Exposition und der Scheinexposition wurden drei Parameter für die Funktionen des autonomen Nervensystems gemessen: Temperatur der Hautoberfläche, Pulsfrequenz und Blutflussvolumen. Aus den Messwerten berechneten die Autoren Durchschnitte für drei Phasen: 0 bis 5, 12 bis 17 und 25 bis 30 Min. nach Beginn der Exposition. Als Basis dienten die Mittelwerte jeder Testperson in den letzten drei Minuten vor dem Experiment. Der statistische Vergleich erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen. In den Post-hoc-Analysen wurde eine Korrektur für multiple Tests nach Scheffé vorgenommen.

Resultat: Die MPRS-Gruppe wies generell eine schlechtere Stimmungslage auf als die Kontrollgruppe. Alle Probandinnen hatten nach den Expositionsphasen statistisch signifikant höhere Punktwerte für Müdigkeit und Verwirrtheit und geringere Werte für Lebenskraft. Die Auswertung der statistisch signifikanten Interaktionen in der Varianzanalyse ergab, dass die Veränderungen in der Stimmungslage nicht von der Exposition abhängig waren, sondern von der Reihenfolge und vom Verlauf der Test. Bezüglich der Feldwahrnehmung bestand in der MPRS-Gruppe eine Trefferquote von 52+/-8% und in der Kontrollgruppe von 49+/-5%. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=0.105$), und unterschied sich nicht signifikant von der Ratewahrscheinlichkeit (50%). Auch die Angaben der Probandinnen zum Befinden während der Expositionen zeigten keinen signifikanten Einfluss der Expositionsart ($p=0.859$). Bei Lärmexposition stieg das Unbehagen statistisch signifikant an ($p=0.002$). Im Wahlreaktionstest zeigte sich kein Einfluss der Exposition auf die Reaktionszeiten. Die Parameter des autonomen Nervensystems, Herzfrequenz, Hauttemperatur und Blutfluss, wurden durch die Exposition nicht beeinflusst.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keine Hinweise darauf, dass die kurzfristige Exposition gegenüber einer Mobilfunkbasistation Symptome der elektromagnetischen Hypersensibilität verursacht.

Bemerkungen: Stärken dieser Studie sind die Doppelblindbedingungen, das Crossover-Design, die genaue Definition und Kontrolle der Expositionsbedingungen mit einer vergleichsweise hohen Feldstärke sowie die ausgeglichene Reihenfolge der Expositionsarten (inkl. Lärmexposition). Schwächen sind die geringe Anzahl an Probandinnen, vor allem in der Gruppe mit mobiltelefonbezogenen Symptomen, und die fehlenden Angaben zur

statistischen Power. Unklar ist, wie die Anwendung der Korrektur für multiple Testung die Resultate beeinflusste. Aussagen über langfristige Effekte der Basisstationsexposition lassen sich aus den Ergebnissen nicht ableiten.

Finanzierung: Committee to Promote Research on the Possible Biological Effects of Electromagnetic Fields, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan.

Schoemaker MJ, Swerdlow AJ.

Risk of pituitary tumors in cellular phone users: a case-control study.

Epidemiology 2009; 20 (3): 348-354

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Risikos von Tumoren der Hirnanhangdrüse (Hypophyse) bei Mobiltelefonbenutzern. Die Studie wurde im Südosten Englands als Erweiterung der Interphone-Studie durchgeführt, in der mehrere andere Arten von Hirntumoren untersucht wurden.

Kollektiv: Personen im Alter von 18 bis 59 Jahren, bei denen zwischen Dezember 2000 und Februar 2005 ein Tumor der Hirnanhangdrüse festgestellt worden war. Kontrollpersonen mit passendem Alter und Geschlecht wurden aus den Patientenlisten der Hausarztpraxen in der Studienregion zufällig ausgewählt.

Exposition: Die Studienteilnehmer wurden mit Hilfe eines computerassistierten Fragebogens zu ihrer Mobiltelefonbenutzung befragt (Telefonmodelle, Dauer, Anzahl Telefonate, Verwendung von Freisprechanlagen etc.). Als regelmässige Benutzer galten Personen, die mehr als ein Jahr vor der Tumordiagnose (bzw. dem Referenzdatum) mindestens sechs Monate lang ein Mobiltelefon verwendet hatten.

Methode: Der Vergleich des Tumorrisikos bei Patienten und Kontrollpersonen erfolgte mittels nicht konditionaler logistischer Regression. Die Verteilung von Alter, Geschlecht und Gesundheitsbehörde war in beiden gleich (Häufigkeitsmatching). Als Einflussfaktoren im Modell berücksichtigt wurden: Geschlecht, 5-Jahres-Altersgruppen, Referenzdatum, Sozialstatus und geographisches Gebiet innerhalb der Studienregion.

Resultat: Von 506 Patienten mit Hypophysentumor beteiligten sich 317 (63%) an der Studie. Nach Ausschluss von Personen, die nicht alle Einschlusskriterien erfüllten, kamen die Daten von 291 Patienten zur Auswertung. Von 1464 kontaktierten Kontrollpersonen beteiligten sich 630 (43%). Der Anteil der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer lag in der Fallgruppe bei 60%, in der Kontrollgruppe bei 61%. Das Risiko eines

Hypophysentumors war bei regelmässiger Mobiltelefonbenutzung nicht erhöht (OR: 0.9; 95%-CI: 0.7-1.3). Auch für Personen, die 10 Jahre vor der Diagnose mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen hatten, bestand kein erhöhtes Erkrankungsrisiko (OR: 1.0; 95%-CI: 0.5-1.9). Es zeigte sich ebenfalls kein Risikoanstieg bei Teilnehmern, die sehr viel oder sehr lange telefoniert hatten. Für Personen, deren Gesamtdauer an Gesprächen 10 Jahre vor der Diagnose oberhalb des Medians lag (>51 Stunden), ergab sich eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.6 (95%-CI: 0.8-3.6). In der separaten Auswertung für analoge und digitale Mobiltelefone zeigte sich insgesamt kein Zusammenhang mit dem Tumorrisiko (OR: 1.0; 95%-CI: 0.6-1.6 resp. OR: 0.9; 95%-CI: 0.7-1.3). In den höchsten Kategorien der Nutzungsdauer und -intensität bestanden für beide Telefontypen basierend auf kleinen Fallzahlen einige statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratios mit weiten Vertrauensintervallen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass diese Studie keine Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Tumoren der Hirnanhangdrüse ergeben hat.

Bemerkungen: Zum Risiko von Tumoren der Hirnanhangdrüse bei Mobiltelefonbenutzern liegt eine frühere Auswertung der Interphone-Studie aus Japan vor, in der ebenfalls keine Assoziation beobachtet wurde (Takebayashi et al. 2008). Wie die Autoren anmerken, kann es zu einer Unterschätzung des statistischen Zusammenhangs kommen, wenn die Angaben der Studienteilnehmer zu ihrer Mobiltelefonbenutzung nicht der Realität entsprechen (nicht differenzielle Fehlklassifizierung). Eine andere Limitation der Studie ist die niedrige Teilnahmerate von 43% in der Kontrollgruppe. Falls Mobiltelefonbenutzer sich häufiger als Kontrollpersonen an der Studie beteiligten als Nichtbenutzer, könnte das die "verminderten" Risiken (ORs<1) erklären. Ausserdem war der Anteil an Personen mit dem höchsten Sozialstatus in der Kontrollgruppe grösser als in der Fallgruppe (30 vs. 23%). Die Auswertungen zur Langzeitbenutzung (>10 Jahre) beruhen immer noch auf sehr kleinen Zahlen und sollten an grösseren Kollektiven überprüft werden. Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass die Strahlenexposition durch Mobiltelefone in der Region der Hirnanhangdrüse an der Schädelbasis gering ist.

Finanzierung: European Commission Fifth Framework Program, International Union against Cancer (UICC), UK Mobile Telecommunications and Health (MTHR) Programme. The UICC receives funds for this study from the Mobile Manufacturers' Forum and the GSM Association.

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L.

Use of wireless telephones and serum S100B levels: a descriptive cross-sectional study among healthy Swedish adults aged 18-65 years.

Sci Total Environ 2009; 407 (2): 798-805

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone Schnurlostelefone	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Untersuchung, ob ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und der Blutkonzentration des Proteins S100B besteht. Das Eiweiss S100B wird als Marker für eine Schädigung der Blut-Hirn-Schranke betrachtet. In einer anderen Auswertung dieser Studie wurde die Blutkonzentration des Proteins Transthyretin als Marker für die Grenzmembran zwischen Blut und Zerebrospinalflüssigkeit analysiert (Söderqvist et al., Environ Health (online publication) 2009: 8, 19).

Kollektiv: Aus dem Bevölkerungsregister der schwedischen Stadt Örebro wurden 500 Männer und 500 Frauen im Alter von 18 bis 65 Jahren zufällig ausgewählt.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen (GSM, 3G, analoges NMT) oder Schnurlostelefonen (DECT) gemäss Teilnehmerangaben.

Methode: In schriftlichen Fragebögen wurden die Teilnehmer zur Berufstätigkeit, zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen, zur Exposition gegenüber Röntgenstrahlen, Chemikalien, Strahlentherapien und zu Gesundheits- und Lebensstilfaktoren befragt. Am Tag der Blutentnahme zur Bestimmung des S100B beantworteten sie Fragen zur aktuellen Mobiltelefonbenutzung bzw. zum Zeitpunkt der letzten Benutzung. Die statistische Auswertung erfolgte mittels linearer Regression unter Berücksichtigung des Geschlecht und des Zeitpunkts der Blutentnahme. Für die dichotomisierte Analyse der S100B-Konzentration mit einem Trennpunkt von 0.1 µg/l wurde eine nicht konditionale logistische Regression verwendet. S100B-Konzentration über 0.1 µg/l gelten als ausserhalb des normalen Bereichs.

Resultat: Von 1000 kontaktierten Personen beteiligten sich 314 (31.4%) an der Studie, davon waren 181 Frauen.

Das Durchschnittsalter lag bei 47 Jahren. Die S100B-Konzentrationen lagen zwischen 0.013 und 0.689 µg/l. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen Frauen und Männern (Median: 0.052 vs. 0.045 µg/l, $p=0.03$) sowie für die Zeit der Blutentnahme (Median vormittags: 0.045 µg/l, Median nachmittags: 0.049 µg/l, $p=0.04$). Eine S100B-Konzentration über 0.1 µg/l hatten 24 Personen. In Bezug auf die erfragten Lebensstil- und Gesundheitsfaktoren ergaben sich keine Assoziationen mit der S100B-Konzentration. Als Referenzgruppe galt das unterste Quartil der Mobiltelefonbenutzer, weil nur 3 Personen überhaupt keine Benutzung angaben. Personen, die häufiger ein Mobil- oder Schnurlostelefon benutzten, hatten kein höheres Risiko für S100B-Konzentrationen über 0.1 µg/l (Odds Ratio: 0.8, 95%-CI: 0.3-2.0). Es bestanden auch keine Assoziationen mit der Häufigkeit oder Intensität der Mobiltelefonbenutzung oder bei über 5- respektive 10-jähriger Benutzung. Die lineare Regression ergab ebenfalls keinen Risikoanstieg bei längerer Gesprächszeit oder Verwendungsdauer der Telefone. Lediglich bei Männern, die ein UMTS-Telefon benutzten, zeigte sich ein statistisch signifikanter Anstieg der S100B-Konzentration pro Jahr (Koeffizient: 0.17, $p=0.01$). Die Verlaufsbeobachtungen über mehrere Wochen bei den 24 Personen mit Blutspiegeln über 0.1 µg/l wies nicht auf Zusammenhänge mit der Telefonbenutzung hin.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die S100B-Konzentration im Blut in dieser Studie nicht mit der kurz- oder langfristigen Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen assoziiert war. Sie weisen darauf hin, dass einzelne signifikante Ergebnisse in grösseren Studien hinsichtlich Kausalität und klinischer Relevanz überprüft werden müssen.

Bemerkungen: Wie die Autoren auch diskutieren, ist die Bedeutung von Veränderungen der S100B-Konzentration im Blut unklar. Aus der Publikation geht nicht hervor, ob Personen mit neurologischen Erkrankungen von der Studie ausgeschlossen wurden. Auch die Verteilung der Mobiltelefonbenutzung im Kollektiv wird nicht angegeben, und es fehlen Angaben zur statistischen Power der Studie.

Finanzierung: Cancer- und Allergifonden, Örebro University Hospital Cancer Fund and Örebro County Council Research Committee.

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L.

Use of wireless telephones and self-reported health symptoms: a population-based study among Swedish adolescents aged 15-19 years.

Environ Health (online publication) 2008; 7 (18)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittserhebung zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen bei schwedischen Jugendlichen. Explorative Untersuchung von Einflussfaktoren und Zusammenhängen mit selbstberichteten gesundheitlichen Beschwerden. Die Ergebnisse der Vorgängerstudie an Kindern ist publiziert in Söderqvist et al., BMC Public Health 2007; 7 (105), doi:10.1186/1471-2458-7-105.

Kollektiv: Kontaktiert wurden 2000 Jugendliche, die aus dem schwedischen Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt worden waren, jeweils 200 Mädchen und 200 Knaben aus jedem Jahrgang zwischen 15 und 19 Jahren.

Exposition: Als regelmässige Mobiltelefonbenutzer galten Jugendliche, die mehr als 2 Minuten pro Tag telefonierten (DECT-Telefone: >5 Min./Tag).

Methode: Die Befragung erfolgte zwischen Oktober 2005 und Juli 2006 und betraf soziodemographische Charakteristika sowie die Benutzung von Mobiltelefonen, DECT-Schnurlostelefonen, drahtlosen Internetverbindungen und drahtlosen Kopfhörern. Zudem wurde nach Fernsehkonsum, Schlafgewohnheiten und körperlicher Aktivität gefragt. Auf einer Liste mit 23 Symptomen gaben die Teilnehmer das Auftreten und die Häufigkeit von Beschwerden an (nie, selten, jede Woche oder jeden Tag). Zudem wurde das Empfinden der eigenen Gesundheit eingeschätzt (sehr gut, gut, ziemlich gut, schlecht oder sehr schlecht). Die Auswertung von Einflussfaktoren auf die Mobiltelefonbenutzung erfolgte mittels Chi-Quadrat-Tests und nicht konditionaler logistischer Regression, adjustiert für Alter und Geschlecht. Statistische Zusammenhänge zwischen der Telefonbenutzung und dem Auftreten von Symptomen wurden in ordinalen logistischen Regression untersucht. Als Referenzgruppe dienten Jugendliche ohne Mobiltelefon oder ohne regelmässige Benutzung. Eine Korrektur

für multiple Testung wurde nicht vorgenommen.

Resultat: Die Antwortrate betrug 63.5%. Von den 1269 Studienteilnehmern waren 52.2% Mädchen. Insgesamt benutzten 99.6% ein Mobiltelefon (81.9% GSM-Telefone, 16.2% 3G-Telefone und 0.7% analoge NMT-Telefone). Die Mobiltelefonbenutzung nahm mit dem Alter zu, und Mädchen gaben häufiger an, regelmässig ein Mobiltelefon zu benutzen (74.5% vs. 62.9%). Statistisch signifikant erhöhte Odds Ratios für die Gruppe der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer ergaben sich bei 3 von 23 Symptomen: asthmatische Beschwerden (OR: 1.8, 95%-CI: 1.1-3.0), Kopfschmerzen (OR: 1.5, 95%-CI: 1.1-2.0) und (OR: 1.4, 95%-CI: 1.1-1.9). Bei separater Auswertung der Jugendlichen mit über 15-minütiger Benutzung pro Tag waren die Odds Ratios etwas höher. Grenzwertig signifikant erhöhte Odds Ratios zeigten sich für allergische Symptome, Schwindel, Stress und Müdigkeit. Die Auswertung zur Benutzung von DECT-Telefonen ergab ähnliche Resultate. In Bezug auf die Einschätzung der eigenen Gesundheit zeigte sich nach Korrektur für unzureichenden Schlaf und Müdigkeit kein Zusammenhang mit der Mobil- oder Schnurlostelefonbenutzung (OR: 1.1, 95%-CI: 0.9-1.5, resp. OR: 1.1, 95%-CI: 0.8-1.5).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie einige Assoziationen zwischen Symptomen und der Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen beobachtet wurden. Sie weisen darauf hin, dass die Resultate vorsichtig zu interpretieren sind, weil viele Tests durchgeführt wurden und die Angaben zur Telefonbenutzung sowie zum Gesundheitszustand von den Jugendlichen selbst stammten (nicht objektiv).

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist in Querschnittsstudien die Reihenfolge von Exposition und Symptomen schlecht beurteilbar. Daher lassen sich wenig Aussagen zur Verursachung ableiten. Die Angaben zur Gesundheit und zur Mobiltelefonbenutzung beruhen nicht auf objektiven Daten, und es wurde nicht für Einflussfaktoren wie Sozialstatus oder Rauchen korrigiert.

Rubin GJ, Cleare AJ, Wessely S.

Psychological factors associated with self-reported sensitivity to mobile phones.

J Psychosom Res 2008; 64 (1): 1-9

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Befragung von Personen, die an einer experimentellen Studie zum Auftreten von Beschwerden bei der Exposition gegenüber einem Mobiltelefon teilnahmen (vgl. Rubin et al., British Medical Journal 2006: 332 (7546), 886-891). Verglichen wurde die Mobiltelefonbenutzung und der selbstberichtete Gesundheitszustand von Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität und Personen ohne solche Beschwerden.

Kollektiv: Die Probanden wurden zwischen September 2003 und März 2005 über Inserate in verschiedenen Medien, über Selbsthilfeorganisationen und Arztpraxen in Grossbritannien rekrutiert (Alter: 18 bis 75 Jahre). Die Teilnehmer wurden zu ihren Beschwerden befragt und in 3 Gruppen eingeteilt: 1) Personen, die sich selbst als elektrosensibel bezeichneten (ES-Gruppe), 2) Personen, bei denen in den ersten zwanzig Minuten der Mobiltelefonbenutzung Beschwerden auftraten (MP-Gruppe), und 3) Kontrollpersonen ohne Symptome im Zusammenhang mit Mobiltelefonen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag gemäss Teilnehmerangaben.

Methode: Die schriftlichen Fragebögen enthielten Fragen zu demographischen Charakteristika, Lebensstilfaktoren, Mobiltelefonbenutzung, psychischen und physischen Erkrankungen, Besorgnis wegen Umwelteinflüssen, Behandlungen wegen Elektrosensibilität und zu Reaktionen auf elektrische oder chemikalische Expositionen durch elektrische Geräte, Stromleitungen, Mobilfunkstrahlung, Rundfunkstrahlung, Luftverschmutzung, Zigarettenrauch, Verkehrsabgase, Pestizide, Lösungsmittel, Kosmetikartikel, Amalgam und andere Stoffe. Unterschiede zwischen den drei Probandengruppen bezüglich Mobiltelefonbenutzung wurden in Chi-Quadrat-Tests evaluiert. Das Ausmass an depressiver Verstimmung, an Besorgnis und Symptomen wurde in Varianzanalysen mit anschliessenden Tukey-Tests ausgewertet.

Resultat: Zur Auswertung kamen die Daten von 60 Probanden ohne Empfindlichkeit gegenüber Mobiltelefonen und 71 Probanden mit Beschwerden. Von den Personen mit Symptomen bezeichneten sich 19 als elektrosensibel (ES-Gruppe), die übrigen 52 hatten nur bei der Mobiltelefonbenutzung Beschwerden (MP-Gruppe). Das Durchschnittsalter der ES-Gruppe (47.3 J.) war statistisch signifikant höher als in der MP-Gruppe (33.4 J.) und in der Kontrollgruppe (33.5 J.). Die Dauer oder Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung unterschied sich nicht signifikant zwischen den drei Gruppen. In der MP- und in der ES-Gruppe benutzten statistisch signifikant mehr Personen das Telefon aus beruflichen Gründen ($p=0.02$). Elektrosensible Personen hatten signifikant höhere Punktwerte auf der Depressionsskala PHQ-9 als die beiden anderen Gruppen ($p=0.001$), schätzten ihren Gesundheitszustand insgesamt schlechter ein ($p<0.05$), gaben mehr Symptome an ($p<0.05$) und machten sich mehr Sorgen wegen Auswirkungen von Umwelteinflüssen auf die Gesundheit ($p<0.001$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass Personen, die sich selbst als elektrosensibel bezeichnen, mehr körperliche und seelische Beschwerden haben als Personen, die nur bei der Benutzung eines Mobiltelefons Symptome entwickeln, und Personen ohne solche Beschwerden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, wurden die Studienteilnehmer gleichzeitig nach ihren Beschwerden und nach der Mobiltelefonbenutzung befragt (Querschnittsstudie). Daher ist nicht beurteilbar, ob es sich bei den beobachteten Assoziationen um einen ursächlichen Zusammenhang handelt bzw. in welche Richtung die Kausalität geht. Zudem waren die Personen in der ES-Gruppe im Mittel circa 14 Jahre älter als die beiden anderen Gruppen. Soweit aus der Publikation hervorgeht, wurde der Einfluss des Alters in den statistischen Auswertungen nicht berücksichtigt. Das Ziel der Studie war die Untersuchung von Unterschieden zwischen den drei Gruppen, nicht die Auslösung von Symptomen durch die Mobiltelefonexposition. Ein Kommentar zu dieser Studie ist publiziert in: Sivertsen B., Hysing M., J Psychosom Res 2008; 64 (1), 11-12. Darin wird ergänzt, dass das Ausmass der Besorgnis, der Beschwerden und der dadurch verursachten Einschränkungen im Alltag bei der Abklärung des Interventionsbedarfs bei Personen mit Elektrohypersensibilität berücksichtigt werden sollte.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Nieto-Hernandez R, Rubin GJ, Cleare AJ, Weinman JA, Wessely S.

Can evidence change belief? Reported mobile phone sensitivity following individual feedback of an inability to discriminate active from sham signals.

J Psychosom Res 2008; 65 (5): 453-460

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an elektrosensiblen Personen, die an einer experimentellen Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition teilgenommen hatten (Rubin et al., British Medical Journal 2006: 332 (7546), 886-891). Es wurde untersucht, ob sich die Situation von Personen mit Elektrohypersensibilität verbessert, wenn sie erfahren, dass sie die Hochfrequenzfelder im Experiment nicht wahrnehmen konnten.

Kollektiv: Die Probanden wurden zwischen September 2003 und Juni 2005 über Inserate in verschiedenen Medien, über Selbsthilfeorganisationen und Arztpraxen in Grossbritannien rekrutiert. Sie gaben an, bei Mobiltelefonbenutzung Kopfschmerzen zu bekommen.

Exposition: In der doppelt verblindeten Provokationsstudie gab es drei Expositionsarten: gepulstes Signal eines GSM-Mobiltelefons, kontinuierliches Signal (Trägerwelle) und Scheinexposition. Die Exposition dauerte jeweils 50 Minuten.

Methode: Die 69 Teilnehmer der Provokationsstudie hatten während der GSM-Exposition nicht häufiger Symptome berichtet als bei Scheinexposition, und die Anzahl der Personen mit richtiger Zuordnung der Feldbedingungen war nicht grösser als die Zufallswahrscheinlichkeit. Für die Verlaufsuntersuchung wurden 61 Personen nach 1.4 bis 2.1 Jahren erneut kontaktiert und über die Ergebnisse informiert. Die dritte Befragung fand sechs Monate nach der telefonischen Information statt und umfasste 58 Teilnehmer (32 Frauen, 26 Männer, Durchschnittsalter: 37.7 Jahre). Die Sensibilität gegenüber Mobiltelefonen zum Zeitpunkt 2 und 3 wurde mit Hilfe der "Sensitive Soma Assessment Scale" (SSAS) erhoben. Die statistische Analyse der Resultate zum Zeitpunkt 3 erfolgte mittels Kovarianzanalyse (ANCOVA). Das Ausmass an mobiltelefonbezogenen Beschwerden wurde in einer multinomialen logistischen Regression evaluiert. In den Modellen wurden die

Ergebnisse zum Zeitpunkt 2 als zusätzlicher Einflussfaktor berücksichtigt.

Resultat: Von 58 Teilnehmern wurde bei 31 die Feldwahrnehmung als korrekt kategorisiert und bei 27 als nicht korrekt. Als korrekte Wahrnehmung galt auch, wenn Probanden beim GSM-Mobiltelefonsignal und bei der Scheinexposition auf ein aktives Feld getippt hatten, sich aber bei der realen Exposition sicherer gewesen waren (n=11). Sechs Monate nach der individuellen Mitteilung der Ergebnisse (Zeitpunkt 3) zeigten sich weder im Punktwert auf der Empfindlichkeitsskala (SSAS), noch im Ausmass der Symptome ein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0.9$).

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren weisen die Resultate nicht darauf hin, dass ein individuelles Feedback zur Feldwahrnehmungsfähigkeit von Personen ihre Einschätzung der Elektrosensibilität oder ihre Beschwerden beeinflusst.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research Programme

Davis S, Mirick DK.

Residential magnetic fields, medication use, and the risk of breast cancer.

Epidemiology 2007; 18 (2): 266-269

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Nachbefragung der Teilnehmerinnen einer Fall-Kontrollstudie über Brustkrebs und Magnetfeldbelastung im Schlafzimmer. Untersuchung, ob die Einnahme von Medikamenten, welche die Melatoninsekretion unterdrücken, den postulierten Einfluss von Magnetfeldern auf das Brustkrebsrisiko verwischen.

Kollektiv: Weisse Frauen zwischen 20 und 74 Jahren in einer Region Washingtons. 558 Fälle mit Brustkrebs, diagnostiziert vom Krebsforschungszentrum zwischen November 1992 und März 1995. 588 Kontrollen ausgewählt durch Zufallsnummerngenerierung, 75% respektive 83% des ursprünglichen Kollektivs.

Exposition: Erhebung der Belastung in den Jahren 1993-95. Magnetfeldmessungen in den Häusern und Wire-Codes aller Häuser, in denen die Patientinnen in den letzten 10 Jahren vor der Diagnose wohnten. Befragung zur Art der Heizung und zum Elektrogerätegebrauch. 48Std-kontinuierliche Messung von Magnetfeldern im Schlafzimmer mit einem EMDEX-II-Meter auf dem Boden beim Kopf des Bettes der Studienteilnehmerin. In dieser Nachauswertung wurde die mittlere nächtliche Magnetfeldbelastung im Schlafzimmer (22.00-5.00 Uhr) als Belastungsmass untersucht.

Methode: Telefonbefragung der noch lebenden ursprünglichen Teilnehmerinnen im Zeitraum 2000/2001 nach der Einnahme von folgenden Medikamentengruppen in den 10 Jahren vor der Diagnose: Betablocker oder Kalziumkanalblocker, Kortikosteroide, nicht steroidale Entzündungshemmer und psychotrope Substanzen wie Antidepressiva, angstlösende, antipsychotische und stimulierende Medikamente. Geschichtete Analysen der Odds-Ratios und 95%-Konfidenzintervalle für die Magnetfeldbelastung (kontinuierlich und für eine Belastung von mehr als 0.3 oder 0.4 μ T) mit bedingter logistischer Regression, für jede Medikamentengruppe und unter Berücksichtigung der Dauer der Einnahme. Einflussfaktoren: Bekannte oder vermutete Faktoren, die das Risiko

von Brustkrebs beeinflussen können (5-Jahres Altersgruppen, Pilleneinnahme, Alter bei erster Schwangerschaft, Familienanamnese u.a.).

Resultat: 24% der Teilnehmerinnen gaben an, dass sie nichtsteroidale Entzündungshemmer verwendeten, 15% der Fälle und 13% der Kontrollen nannten Betablocker oder Kalziumkanalblocker, 13% und 12 % Psychotherapeutika, und 4% respektive 5% Kortikosteroide. In keiner der vier Gruppen mit Medikamenteneinnahme zeigte sich eine Risikozunahme, die Odds Ratios lagen zwischen 0.58 und 1.07. Es war auch kein Zusammenhang mit der Dauer der Medikamenteneinnahme zu beobachten. In der sehr kleinen Gruppe von Frauen mit Expositionen über 0.3 oder 0.4 μ T zeigte sich ebenfalls kein Risikoanstieg (Odds Ratios nicht angegeben).

Schlussfolgerung: Die Autoren verweisen auf einen möglichen Erinnerungsbias, da die Befragung nach Medikamenten 5 bis 18 Jahre nach der relevanten Belastungsperiode stattgefunden hat. Sie weisen auf die kleine Zahl der Teilnehmerinnen, die eine Medikamenteneinnahme angaben, hin und darauf, dass die nächtliche Melatoninsekretion nicht gemessen wurde. Daher konnte der Zusammenhang mit der Medikamenteneinnahme, Magnetfeldbelastung oder Brustkrebs nicht direkt untersucht werden. Trotzdem halten die Autoren die Ergebnisse für einen weiteren Beitrag zur Evidenz, dass die Magnetfeldbelastung nicht mit einem erhöhten Brustkrebsrisiko verbunden sei. Das gelte auch für Gruppen von Frauen, die möglicherweise auf eine solche Belastung empfindlicher seien.

Bemerkungen: Die Autoren machen keine Angaben zur Verteilung der Magnetfeldbelastung in den einzelnen Gruppen. Sie geben auch nicht an, wie viele Patientinnen keines der Medikamente oder irgendeines der Medikamente regelmässig eingenommen hatten, obwohl die Auswertung dieser Gruppen vermutlich stabilere und leichter interpretierbare Ergebnisse gebracht hätte. Basisauswertung in: Davis et al., Residential magnetic fields and the risk of breast cancer. Am J Epidemiol 2002: 155 (5), 446-54. (Id. Nr. 1625). Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldbelastung, Melatoninausscheidung und Medikamenteneinnahme in einem anderem Kollektiv: Davis et al., Residential magnetic fields, light-at-night, and nocturnal urinary 6-sulfatoxymelatonin concentration in women. Am J Epidemiol 2001: 154 (7), 591-600. (Id. Nr. 1652).

Finanzierung: National Cancer Institute

Johansen C, Raaschou Nielsen O, Olsen JH, Schüz J.

Risk for leukaemia and brain and breast cancer among Danish utility workers: a second follow-up.

Occup Environ Med 2007; 64 (11): 782-784

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Neue Auswertung der Kohortenstudie an Elektrizitätswerksangestellten in Dänemark zur Untersuchung des Risikos für Leukämie, Hirntumor und Brustkrebs in Abhängigkeit von der Magnetfeldbelastung am Arbeitsplatz.

Kollektiv: 22'335 Männer und 5774 Frauen, die im Durchschnitt 22.8 Jahre (mindestens 3 Monate) in einem der 99 dänischen Elektrizitätswerke gearbeitet hatten.

Exposition: Für 475 Kombinationen von Berufen und Arbeitsbereichen wurde die durchschnittliche Magnetfeldbelastung abgeschätzt und drei Kategorien gebildet: Hintergrundbelastung ($<0.099 \mu\text{T}$), mittlere (0.1 bis $0.99 \mu\text{T}$) und hohe Belastung ($>1.0 \mu\text{T}$). Den Arbeitnehmern wurde die Kategorie für die erste innegehabte Anstellung zugeordnet, in der Annahme diese sei über die Anstellungszeit gleich geblieben.

Methode: Über die persönlichen Identifizierungsnummern liessen sich die Kohortendaten mit dem dänischen Bevölkerungsregister und dem Krebsregister verknüpfen. Darin wurde das Überleben und die Todesursachen vom 1.4.1968 bis 31.12.2002 kontrolliert. Multivariate Poisson-Regressionsanalyse unter Einbezug von Alter, Dauer der Anstellung und Kalenderjahr.

Resultat: Zur Auswertung kamen 128'936 Personenjahre in der Kategorie Hintergrundbelastung ($<0.099 \mu\text{T}$) sowie 343'140 Personenjahre mit mittlerer Belastung (0.1 bis $0.99 \mu\text{T}$) und 170'032 Personenjahre mit einer Belastung von mehr als $1 \mu\text{T}$. In der Nachkontrollzeit traten 70 Leukämiefälle bei Männern und 188 Fälle von Brustkrebs bei Frauen auf, ferner 85 Hirntumoren bei Männern und 25 Hirntumoren bei Frauen. Für keine der Krebsarten ergab sich bei mittlerer oder höherer Belastung ein signifikant erhöhtes Risiko. In der obersten Belastungskategorie hatten die Männer tendenziell ein erniedrigtes Hirntumorrisiko. Bei Frauen in der höchsten

Expositionskategorie trat kein Fall auf, während die Frauen in der mittleren Belastungskategorie tendenziell ein leicht erhöhtes Hirntumorrisiko hatten.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen daraus, dass eine berufliche Belastung mit magnetischen Feldern von 50 bis 60 Hz nicht mit einem erhöhten Risiko für Leukämie, Hirntumoren oder Brustkrebs bei Frauen einhergeht.

Bemerkungen: In die aktuelle Auswertung konnten 5 weitere Jahre und fast doppelt so viele Brustkrebsfälle, ausserdem 38 Hirntumor- und 10 Leukämiefälle mehr einbezogen werden als in die frühere Auswertung (vgl. Johansen et al.: Risk of cancer among Danish utility workers - a nationwide cohort study. Am J Epidemiol 1998: 147 (6), 548-55). Trotzdem ist die Zahl der Personenjahre bei Frauen mit hoher Magnetfeldbelastung immer noch relativ gering.

Finanzierung: Dänische Elektrizitätswerke und dänische Krebsgesellschaft

McElroy JA, Egan KM, Titus-Ernstoff L, Anderson HA, Trentham-Dietz A, Hampton JM, Newcomb PA. Occupational exposure to electromagnetic field and breast cancer risk in a large, population-based, case-control study in the United States.

J Occup Environ Med 2007; 49 (3): 266-274

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie an Brustkrebspatientinnen aus drei US-Staaten zur Untersuchung, ob das Brustkrebsrisiko mit der Magnetfeldbelastung im Beruf zusammenhängt.

Kollektiv: 6429 Brustkrebspatientinnen im Alter von 20 bis 69 Jahren, die in Massachusetts, New Hampshire oder Wisconsin wohnten (Teilnahmerate: 80%), identifiziert aus den Krebsregistern dieser Staaten. Die 7683 Kontrollpersonen wurden aus Listen von Führerscheininhaberinnen (<65 J.) und aus Verzeichnissen der Krankenversicherung für Ältere (>65 J.) zufällig ausgewählt (Teilnahmerate: 76%).

Exposition: Telefonische Befragung nach der Berufsanamnese, bzw. nach jedem Beruf, der ab dem Alter von 14 Jahren, mindestens ein Jahr lang während mindestens 4 Std. pro Woche ausgeübt worden war. Ausgewertet wurde die berufliche Belastung des am längsten ausgeübten Berufs (Vollzeitbeschäftigung in Jahren). Die Abschätzung der Magnetfeldexposition an dieser Arbeitsstelle berücksichtigte die Berufsbezeichnung, die Branche und die Aufgaben am Arbeitsplatz hinsichtlich Stärke der möglichen Strahlungsquelle. Ebenfalls einbezogen wurde die Nähe des Arbeitsplatzes zu dieser Quelle und die Häufigkeit der Arbeit an diesem Ort. Es wurde sowohl eine kontinuierliche Expositionsskala als auch vier Belastungskategorien gebildet (Hintergrund, niedrig, mittel, hoch).

Methode: Die Befragung fand zwischen 1997 und 2001 statt und beinhaltete neben der Berufsanamnese zahlreiche andere Risikofaktoren. Unter anderem wurde nach der körperlichen Aktivität, der gynäkologischen Anamnese, nach Alkoholkonsum, Grösse und Gewicht, Einnahme von Hormonen und anderen Medikamenten sowie nach der Familienanamnese bezüglich Krebs gefragt. Multivariate logistische Regressionsanalyse zur Untersuchung 1. einer möglichen loglinearen Beziehung des Brustkrebsrisikos zur Magnetfeldbelastung im am

längsten ausgeübten Beruf (kontinuierliche Skala) und in Belastungskategorien. Zweitens wurde wie in der Vorgängerstudie das Risiko in Berufen mit mittlerer und hoher Belastung separat untersucht. Die Analysen wurden auch nach dem Menopausestatus stratifiziert. Verschiedene Sensitivitätsanalysen, z.B. Berechnung der Belastung nur bis 10 Jahre vor der Diagnose (Latenz).

Resultat: Aus der adjustierten logistischen Regression ergab sich für gering Exponierte eine Odds Ratio von 1.05 (95%-CI: 0.97-1.13), für mässig Exponierte von 1.11 (95%-CI: 0.99-1.39) und für stark Exponierte von 1.17 (95%-CI: 0.90-1.53). Zur obersten Belastungskategorie gehörten 115 Patientinnen und 127 Kontrollpersonen, und es bestand eine Dosis-Wirkungsbeziehung (p-Trend: 0.03). Wenn prä- und postmenopausale Teilnehmerinnen getrennt ausgewertet wurden, war die Dosis-Wirkungsbeziehung nur in der Gruppe der postmenopausalen Frauen nachweisbar (p-Trend: 0.02). Die separate Auswertung für Berufsbezeichnungen mit hoher oder mittlerer Magnetfeldbelastung ergab teilweise leichte erhöhte, aber nicht signifikante Risiken. In diesen beiden Kategorien befanden sich nur wenige Studienteilnehmerinnen.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten aufgrund dieser Ergebnisse einen leichten Anstieg des Brustkrebsrisikos bei Frauen mit beruflicher Magnetfeldexposition für möglich. Sie empfehlen Verbesserungen bei der Erfassung der Exposition.

Bemerkungen: Die Autoren bemerken, dass sie gewisse Kohorteneffekte nicht berücksichtigen konnten, wie die durchschnittlich geringere Bildung der älteren Personen und die grössere Häufigkeit von Büroberufen bei den jüngeren Frauen. Änderungen der EMF-Belastung über die Zeit, Zunahme der Computer etc. sowie die allgemein weniger verlässliche Einschätzung der beruflichen Belastung bei Frauen und das Fehlen der Information über Magnetfeldbelastungen in der Wohnung hätten die statistischen Zusammenhänge eher abgeschwächt.

Nachfolgestudie von Coogan et al.: Occupational exposure to 60-Hertz magnetic fields and risk of breast cancer in women. Epidemiology 1996; 7 (5), 459-464. (Id. Nr. 1077).

Finanzierung: National Institutes of Health (NIH)

Peplonska B, Stewart P, Szeszenia-Dabrowska N, Rusiecki J, Garcia-Closas M, Lissowska J, Bardin-Mikolajczak A, Zatonski W, Gromiec J, Brzezinski S, Brinton LA, Blair A.

Occupation and breast cancer risk in Polish women: a population-based case-control study.

Am J Ind Med 2007; 50 (2): 97-111

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie an Frauen aus Polen zur Untersuchung, ob das Brustkrebsrisiko in bestimmten Berufskategorien erhöht ist.

Kollektiv: 2275 Patientinnen im Alter von 20 bis 74 Jahren, bei denen im Zeitraum 2000 bis 2003 neu Brustkrebs diagnostiziert worden war. Die Daten stammten aus den regionalen Krebsregistern und Angaben von Spitälern der Regionen Warschau und Lodz. Die 2424 Kontrollpersonen derselben 5-Jahres-Altersgruppe kamen aus den selben Städten und wurden aus dem nationalen Bevölkerungsregister von Polen ausgewählt.

Exposition: Befragung nach allen jemals während 6 Monaten ausgeübten Berufen inklusive Bezeichnung, Beginn und Ende der Anstellung, Betrieb, Produkt oder Dienstleistung, Aufgaben, körperliche Anstrengung bei der Arbeit, Passivrauchen und Belastung mit Chemikalien (Liste). Zuordnung von standardisierten Berufs- und Industrie-codes, ferner Einteilung in die Kategorien Angestellte, Arbeiterin oder beides. Mit einer in den USA entwickelten Berufsbelastungs-Matrix für elektromagnetische Strahlung mit vier Belastungskategorien (keine, niedrig, mittel, hoch) wurde jede Teilnehmerin entsprechend ihrer jemals geleisteten Arbeit mit der höchsten Exposition charakterisiert.

Methode: Persönliches, fragebogengestütztes Interview nach der beruflichen, gynäkologisch-geburtshilflichen und übrigen medizinischen Anamnese, Hormonverwendung, körperlicher Aktivität, Rauchen, Alkoholkonsum, Ernährung, Krebs in der weiblichen Verwandtschaft etc. Die Brustkrebshäufigkeit wurde für jeden Beruf mit mindestens 5 Krebsfällen mit dem Risiko bei allen Frauen ohne diesen Beruf verglichen. In die multivariate logistische Regressionsanalyse wurden zahlreiche bekannte Risikofaktoren, für den Sozialstatus die Schulbildung und die Anstellungskategorie einbezogen und auch geschichtete Analysen nach Menopause, Stillen etc.

durchgeführt. Speziell analysiert wurde das Brustkrebsrisiko in vier Belastungsklassen für elektromagnetische Strahlung. Wie für die EMF-Belastung wurden spezielle Auswertungen für die Belastung mit Zytostatika und Äthylenoxid durchgeführt.

Resultat: Für zahlreiche Berufe ergaben sich signifikant erhöhte Risikoschätzer, unter anderem für Berufsgruppen mit höherer Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern. Die zusätzliche Auswertung unter Verwendung der amerikanischen Berufsbelastungs-Matrix zeigte einen signifikanten Risikoanstieg bei zunehmender Exposition (p-Trend: <0.05): Die Odds Ratios lagen bei 1.2 (95%-CI: 1.0-1.5) in der gering exponierten Gruppe, bei 1.2 (95%-CI: 0.9-1.5) in der mittleren Kategorie und bei 1.5 (95%-CI: 1.1-2.0) in der am stärksten belasteten Gruppe. Die oberste Expositions-kategorie bestand fast ausschliesslich aus Maschinenführerinnen in der Textil- und Einrichtungsindustrie. Für andere Berufe mit potenziell stärkerer EMF-Belastung wurden keine erhöhten Risiken beobachtet, unter anderem für Computerarbeiterinnen, Zahnärztinnen und Telefonistinnen.

Schlussfolgerung: Die Autoren verweisen auf die geringe Anzahl der Fälle in vielen Berufsgruppen, häufige Arbeitswechsel und die Vielzahl der Vergleiche. Die möglicherweise erhöhten Brustkrebsrisiken in der Elektronikbranche und bei der Arbeit mit elektrischen Geräten sollten weiter untersucht werden.

Bemerkungen: Die Studie hat sehr viele mit dem Brustkrebsrisiko assoziierte Faktoren einbeziehen können und für diese ähnliche Ergebnisse erhalten wie in vielen bekannten Brustkrebsstudien. Die grosse Schwäche liegt auch in dieser Studie wieder in der unzuverlässigen Klassifizierung der Magnetfeldbelastung im Beruf. Die Übernahme der amerikanischen Berufs-Expositions-Matrix, die hauptsächlich auf der Charakterisierung der Arbeitsplätze von Männern beruht, ist mit grossen Unsicherheiten behaftet. Gründe dafür sind einerseits die geschlechtsspezifischen Unterschiede in der beruflichen Tätigkeit, und andererseits die landesspezifischen Differenzen im Hinblick auf Arbeitsbedingungen, Prozessabläufe, Techniken und andere Faktoren.

Finanzierung: National Institute of Health, Division of Cancer Epidemiology and Genetics, Bethesda, Maryland, USA.

Ray RM, Gao DL, Li W, Wernli KJ, Astrakianakis G, Seixas NS, Camp JE, Fitzgibbons ED, Feng Z, Thomas DB, Checkoway H.

Occupational exposures and breast cancer among women textile workers in Shanghai.

Epidemiology 2007; 18 (3): 383-392

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: In eine Kohortenstudie eingebettete Fall-Kontrollstudie an Textilarbeiterinnen in Shanghai zur Untersuchung des Brustkrebsrisikos in Abhängigkeit von verschiedenartigen Belastungen in der Textilindustrie.

Kollektiv: 1709 Frauen mit Brustkrebsdiagnose und 3155 Frauen der selben Altersgruppe als Kontrolle. Die Zufallsauswahl erfolgte aus den Teilnehmerinnen einer grossen Langzeitstudie zur selbständigen Brustkontrolle bei Angestellten in der Textilindustrie von Shanghai (n= 267'400). Die Teilnehmerinnen waren in den Jahren 1989 bis 1991 rekrutiert worden und die Krebsinzidenz wurde bis Juli 2000 erfasst.

Exposition: Aus den Arbeitsunterlagen der Frauen wurden alle Arbeitsstellen in der Textilindustrie seit Aufnahme der Tätigkeit festgehalten, inklusive Beschreibung der Tätigkeit, Verarbeitungsprozess und Anfangs- und Enddaten. Fehlende Informationen wurden durch Befragung von Vorgesetzten, Arbeitskollegen oder der Frauen selbst ergänzt. Mit Hilfe von Arbeitshygienikern der Textilindustrie entwickelten die Autoren eine Berufsbelastungs-Matrix, die die Belastung mit Stäuben, Chemikalien (Endotoxin, Lösungsmittel, Farben, Metallen, Harzen etc.), und mit elektromagnetischer Strahlung charakterisierte. Die EMF-Exposition wurde in die Kategorien "unbelastet", "Belastung bis zu 5 Jahren", "5 bis 10 Jahre", "10 bis 20 Jahre" oder "mehr als 20 Jahre Belastung" unterteilt.

Methode: Die statistische Auswertung erfolgte mittels Cox proportional Hazard Regressionsanalyse, angepasst für das stratifizierte Fall-Kohorten-Design, zur Berechnung des Risikoverhältnisses in belasteten Arbeitsstellen im Vergleich zu nicht belasteten Tätigkeiten. Berücksichtigt wurde das Alter bei Studieneintritt und viele gynäkologisch-geburtshilfliche Faktoren.

Resultat: Ausser einer starken negativen Beziehung zur Baumwollstaubbelastung und zur Endotoxinkonzentration zeigten sich keine Beziehungen des Brustkrebsrisikos zu beruflichen Belastungen. Das Brustkrebsrisikos nahm auch nicht zu in Abhängigkeit von der Anstellungsdauer in einem Beruf mit EMF-Belastung (p-Trend: 0.10). Der höchste Risikoschätzer ergab sich bei zehn- bis zwanzigjähriger Berufstätigkeit und betrug 1.09 (95%-CI: 0.91-1.30, n=567). Bei mehr als 20 Jahren in einem Beruf mit EMF-Belastung betrug das Risikoverhältnis 0.86 (0.74-1.01, n=241).

Schlussfolgerung: Die Autoren halten es für möglich, dass die Erfassung der Belastung mit elektromagnetischen Feldern zu grob war, um einen schwachen Zusammenhang mit dem Brustkrebsrisiko aufzuzeigen. Sie planen eine Studie mit quantitativer Abschätzung der Magnetfeldexposition an den Arbeitsplätzen.

Bemerkungen: Die Publikation enthält keine Angaben zur Korrelation von Endotoxin- oder Baumwollstaubbelastung mit den anderen Expositionen. Vermutlich wurden alle Belastungen einzeln analysiert.

Finanzierung: US National Cancer Institute, National Institutes of Health (NIH), National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)

Landgrebe M, Frick U, Hauser S, Hajak G, Langguth B.

Association of tinnitus and electromagnetic hypersensitivity: hints for a shared pathophysiology?.

PLoS ONE 2009; 4 (3): e5026

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Im Rahmen einer experimentellen Studie zu kognitiven und neuropsychologischen Charakteristika von Personen mit selbstberichteter Elektrohypersensibilität (EHS) wurden die Teilnehmer auch zu Tinnitus befragt. Die Ergebnisse der Gesamtstudie sind publiziert in: Landgrebe et al., Cognitive and neurobiological alterations in electromagnetic hypersensitive patients: results of a case-control study. Psychological Medicine (2008); 38 (12): 1781-1791.

Kollektiv: Kontaktiert wurden 89 Personen mit EHS im Alter von 18 bis 75 Jahren und 107 Kontrollpersonen, die den EHS-Patienten nach Alter, Geschlecht und Wohn- oder Arbeitsort zugeordnet wurden. Als Kriterium für Elektrohypersensibilität galt ein Punktwert von mindestens 19 auf der "Regensburger Liste für Elektromog-Beschwerden" (= oberstes Drittel in der Gesamtbevölkerung).

Exposition: Keine spezifische Exposition, untersucht wurde der Zusammenhang zwischen EHS und Tinnitus.

Methode: In einer Querschnittsbefragung erhielten die Teilnehmer einen Fragebogen zum Vorhandensein und zur Dauer von Ohrgeräuschen. Der Schweregrad des Tinnitus wurde mit Hilfe des "Tinnitus Handicap Inventory" erfasst. Mittels multivariater logistischer Regression wurde das Tinnitusrisiko in beiden Gruppen verglichen. Bei der Auswertung berücksichtigt wurden zahlreiche Umwelt- und Lebensstilfaktoren, die mit EHS oder Tinnitus in Zusammenhang gebracht werden, unter anderem Alter, Geschlecht, Schlafqualität, Lärmexposition, Feldwahrnehmungsfähigkeit und Anzahl der EHS-Beschwerden.

Resultat: Die Antwortrate lag in der EHS-Gruppe bei 77.5% und in der Kontrollgruppe bei 74.8%, zur Auswertung kamen die Daten von 69 EHS-Personen und 80 Kontrollpersonen. In der EHS-Gruppe waren

Depressionen, Angststörungen und somatoforme Erkrankungen statistisch signifikant häufiger als in der Kontrollgruppe. Zudem berichteten EHS-Personen über mehr Symptome und eine schlechtere Schlafqualität. Auch Tinnitus wurde von EHS-Personen signifikant häufiger angegeben als von Kontrollpersonen (50.7% vs. 17.5%, $p < 0.0001$). Männer hatten ein höheres Tinnitusrisiko als Frauen, das selbe galt für Personen mit der Überzeugung elektrosensibel zu sein, sowie für Probanden mit schlechterer Schlafqualität und mit geringerer Fähigkeit, einen Magnetfeldpuls im Rahmen der transkraniellen Magnetfeldstimulation wahrzunehmen. Nicht mit dem Tinnitusrisiko in Verbindung stand die Faktoren Lärmbelastung, ein höherer Punktwert auf der Symptomliste und stärkere Mobiltelefonbenutzung ($p = 0.5$). Es zeigte sich, dass EHS und Tinnitus unabhängig voneinander mit Schlafstörungen assoziiert waren.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keinen Hinweis darauf, dass ein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern und dem Auftreten von Tinnitus besteht. Sie vermuten aber, dass es ähnliche Entstehungsmechanismen für Elektrohypersensibilität und Tinnitus geben könnte und empfehlen eine Überprüfung dieser Hypothese in Studien mit Verlaufskontrollen über einen längeren Zeitraum.

Bemerkungen: Eine Einschränkung der Aussagekraft ergibt sich dadurch, dass die Angaben zum Tinnitus nicht objektiv waren, sondern von den Teilnehmern stammten. Wichtig wäre auch eine unabhängige Replikation der Befunde zur verminderten Wahrnehmungsfähigkeit von Magnetfeldpulsen bei EHS-Personen.

Finanzierung: German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety; Tinnitus Research Initiative

Landgrebe M, Frick U, Hauser S, Langguth B, Rosner R, Hajak G, Eichhammer P.

Cognitive and neurobiological alterations in electromagnetic hypersensitive patients: results of a case-control study.

Psychol Med 2008; 38 (12): 1781-1791

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Studientyp:

Experimentelle Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von kognitiven Funktionen, Feldwahrnehmungsfähigkeit und neurobiologischen Parametern bei Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) und Kontrollpersonen ohne Hypersensibilität. Nachfolgestudie zu: Landgrebe et al.: Altered cortical excitability in subjectively electrosensitive patients: Results of a pilot study. J Psychosom Res 2007; 62 (3), 283-288).

Kollektiv: An der Studie nahmen 89 Personen mit EHS im Alter von 18 bis 75 Jahren teil und 107 Kontrollpersonen, die den EHS-Patienten nach Alter, Geschlecht und Wohn- oder Arbeitsort zugeordnet wurden. Als Kriterium für Elektrohypersensibilität galt ein Punktwert von mindestens 19 auf der "Regensburger Liste für Elektromog-Beschwerden" (=oberstes Drittel in der Gesamtbevölkerung).

Exposition: Transkranielle Magnetstimulation im Bereich der Zentralfurche an der seitlichen Grosshirnrinde.

Methode: Die Personen wurden mit verschiedenen Fragebögen zu ihren soziodemographischen Charakteristika, zur Schlafqualität (PSQI), zu körperlichen und psychischen Erkrankungen und zu spezifischen Aspekten im Zusammenhang mit EHS befragt. In einer verblindeten Versuchsanordnung wurde mittels transkranieller Magnetstimulation die Fähigkeit der Personen untersucht, eine reale Magnetfeldstimulation von einer Scheinstimulation (nur Klickgeräusch) zu unterscheiden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Kovarianzanalyse mit zwei Faktoren: Gruppenzugehörigkeit und Randomisierungsschema. Als Einflussvariablen wurden Geschlecht und Alter berücksichtigt. Unterschiede zwischen EHS- und Kontrollpersonen hinsichtlich der kognitiven Funktionen wurden in multivariaten logistischen Regressionen evaluiert.

Resultat: Personen mit EHS gaben generell mehr Symptome, eine schlechtere Schlafqualität und mehr psychische Erkrankungen an (Depressionen, Angststörungen, somatoforme Störungen). Bei der transkraniellen

Magnetstimulation gaben 40% der EHS-Patienten und 60% der Kontrollpersonen bis zum Ende der Durchgänge mit Scheinstimulation keine Feldwahrnehmung an. Die Wahrnehmungsschwelle für reale Magnetimpulse war dagegen in beiden Gruppen ähnlich: In der EHS-Gruppe lag der Median bei 21% der maximalen Pulsintensität, in der Kontrollgruppe bei 24%). Die Fähigkeit die beiden Bedingungen zu unterscheiden, war in der EHS-Gruppe geringer als bei den Kontrollpersonen ($p=0.01$). Die intrakortikale Bahnung war bei EHS-Personen unter 54 Jahren geringer als in der Kontrollgruppe, bei über 55-Jährigen Probanden mit EHS dagegen stärker als bei den Kontrollpersonen. Alle anderen Parameter der kortikalen Erregbarkeit unterschieden sich nicht. In der Wahrnehmung und im Umgang mit physiologischen Reaktionen auf äussere Reize bestanden Unterschiede zwischen den Gruppen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise darauf, dass Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität eine höhere individuelle Empfindlichkeit haben.

Bemerkungen: Die Bedeutung der kortikalen Erregbarkeit für die Entstehung von EHS unklar, wie die Autoren in der Diskussion einschränkend anmerken. Einschränkungen in der Interpretierbarkeit der Ergebnisse ergeben sich daraus, dass Personen mit psychiatrischen oder internistischen Krankheiten nicht ausgeschlossen wurden. Zudem wurden zahlreiche Tests durchgeführt und keine Korrektur für multiple Vergleiche vorgenommen. Ein Erklärungsansatz für die altersabhängigen Unterschiede in der EHS-Gruppe wird nicht diskutiert. In einer früheren Studie zeigte sich bei Probanden ohne EHS eine Zunahme der kortikalen Erregbarkeit unter Mobiltelefonexposition (Ferrerri et al. 2006).

Finanzierung: German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety

Luria R, Eliyahu I, Hareuveny R, Margaliot M, Meiran N.

Cognitive effects of radiation emitted by cellular phones: the influence of exposure side and time.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (3): 198-204

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der experimentellen Studie zur kognitiven Funktion unter Mobiltelefonexposition von Eliyahu et al., Effects of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans.

Bioelectromagnetics 2006: 27 (2), 119-126.

Kollektiv: 48 Männer, alle Rechtshänder.

Exposition: An beiden Seiten des Kopfes wurde ein Mobiltelefon (GSM, Nokia 5110) befestigt. Frequenz: 890.2 MHz, Spitzenleistung: 2 W (durchschnittlich: 0.25 W), Pulsbreite: 577 µs. Die SAR-Werte für diese Modell liegen zwischen 0.54 und 1.09 W/kg. Der Abstand zum Kopf betrug 1,5 cm. Je nach Expositionsbedingung wurde das rechte, das linke oder kein Telefon aktiviert

Methode: Die Probanden wurden nach dem Zufallsverfahren in drei Gruppen à 18 Personen unterteilt. Sie erhielten jeweils nur eine Expositionsform: rechtsseitig oder linksseitig Mobiltelefonexposition oder Scheinexposition. Das Experiment war einfach verblindet, die Probanden kannten den Expositionsstatus nicht. Sie absolvierten einen Test zum räumlichen Arbeitsgedächtnis, der aus 12 Blocks mit jeweils 50 Einzelaufgaben bestand (insgesamt ca. 1 Stunde). Ausgewertet wurde die durchschnittliche Reaktionszeit bei korrekten Antworten und der Anteil korrekter Antworten. Die statistische Analyse erfolgte mittels Varianzanalyse unter Berücksichtigung der Blocknummer und der Reaktionshand (rechts oder links). Falls erforderlich, wurden die p-Werte nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Resultat: Die Gesamtauswertung ergab keinen statistisch signifikanten Einfluss der Exposition auf die mittlere Reaktionszeit ($p=0.79$). In der visuellen Darstellung des Verlaufs der Reaktionszeiten über die 12 Testblöcke waren die Reaktionszeiten bei linksseitiger Exposition länger. Das galt vor allem für die ersten 10 Blöcke. Die

Unterschiede zwischen der rechtsseitigen Exposition und der Scheinexposition waren gering. Daher wurden sie gepoolt und als Referenzwerte den Reaktionszeiten bei linksseitiger Exposition gegenüber gestellt. In diesem Vergleich war die Reaktionszeit der rechten Hand bei linksseitiger Exposition in den ersten beiden Testblocks statistisch signifikant um 146 resp. 139 ms länger ($p < 0.05$). Ein ähnliches Muster bestand auch für die Reaktionszeit der linken Hand bei linksseitiger Exposition. Die Reaktionszeiten in den übrigen Blocks unterschieden sich nicht signifikant. Bezüglich Korrektheit der Antworten zeigte sich kein Zusammenhang mit der Exposition.

Bemerkungen: Im Gegensatz zu der Vorläuferstudie handelt es sich um einen Vergleich zwischen drei Gruppen, nicht um ein Cross-over-Design, in dem jeder Proband bei Scheinexposition als seine eigene Kontrolle dient. In der Publikation fehlen Angaben zu den demographischen Charakteristika (Durchschnittsalter?) und zur Vergleichbarkeit der drei Probandengruppen. Die beobachteten längeren Reaktionszeiten bei linksseitiger Mobiltelefonexposition betrafen vor allem die rechte Hand und waren nur für zwei von 12 Testblocks à 5 Minuten signifikant. Die Resultate stimmen nicht mit der früheren Studie überein, in der sich bei linksseitiger Exposition nur Differenzen für die linke Hand zeigten und die langsameren Reaktionszeiten erst in der zweiten Hälfte des Experiments auftraten. Zudem bestanden nach Bonferroni-Korrektur für multiple Testung keine signifikanten Unterschiede mehr. Auch die Untersuchungen anderer Forschungsgruppen ergeben kein einheitliches Muster.

Finanzierung: keine Angaben

Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R.

Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on well-being and resting EEG.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (6): 479-487

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Doppelblindstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das Wohlbefinden und das Ruhe-EEG. In der selben Studie wurden auch Effekte auf die Reizweiterleitung im Gehirn (evozierte Potenziale) und auf kognitive Funktionen untersucht: Kleinlogel et al., Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on event related potentials and cognitive functions. Bioelectromagnetics 2008; 29 (6), 488-497.

Kollektiv: 15 Männer, Durchschnittsalter: 26.6+/-4.6 Jahre, alle Rechtshänder.

Exposition: Kleine Breitbandantenne, die direkt über dem linken Ohr platziert war. Zur Anwendung kam ein 900-MHz GSM-Signal, das mit Pulsen von 2, 8 und 217 Hz moduliert war, und ein mobiltelefonähnliches UMTS-Signal mit 1.95 GHz (W-CDMA). Das UMTS-Signal wurde mit zwei Intensitäten appliziert. Bei der niedrigeren Intensität des UMTS-Signals lag die spezifische Absorptionsrate über 10 g Gewebe (SAR₁₀) bei 0.1 W/kg, beim GSM-Signal und bei der höheren Intensität des UMTS-Signals bei 1 W/kg.

Methode: In einem Crossover-Testdesign durchlief jeder Proband eine Trainingssitzung und 4 Expositionssitzungen in randomisierter Reihenfolge: Scheinexposition, GSM-Signal, UMTS-Signal mit hoher Intensität und UMTS-Signal mit niedriger Intensität. Die Sitzungen fanden jeweils zur gleichen Tageszeit und im Abstand von einer Woche statt. Neben der 30-minütigen Expositions- respektive Scheinexpositionsphase beinhalteten sie eine kurze Scheinexposition am Anfang (Dauer: 4 Min.) und am Ende der Sitzung (Dauer: 6 Min.) zur Aufzeichnung der Basiswerte des Ruhe-EEGs. Während der Expositionsphase wurde zunächst ebenfalls das Ruhe-EEG registriert (4 Min.), danach wurden die visuell evozierten okzipitalen Potenziale gemessen (P100, 2.5 Min.). Dann absolvierten die Probanden einen Reaktions- und Aufmerksamkeitstest (11 Min.), gefolgt von der Aufzeichnung der akustisch evozierten Potenziale (N100, 2 Min.), der auditorisch evozierten P300-Potenziale

(6 Min.) und einem erneuten Ruhe-EEG (2 Min.). Die Teilnehmer füllten zwei Fragebögen zu ihrem Wohlbefinden aus: vor der Exposition die Beschwerdenliste nach Zerssen (48 Fragen, 4 Antwortmöglichkeiten) sowie am Anfang und am Ende der Exposition die Befindlichkeitsskala nach Zerssen (56 Wortpaare, 3 Antwortmöglichkeiten). Für die Befindlichkeitsskala wurde die Differenz zwischen Ende und Anfang der Sitzung gebildet. Die statistische Auswertung der log-transformierten EEG-Daten erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen (rANOVA). Die Fragebogendaten wurden in einer nichtparametrischer Friedman-Varianzanalyse (ANOVA) für multiple gepaarte Daten analysiert. P-Werte <0.05 wurden mit Wilcoxon-Tests für gepaarte Daten überprüft.

Resultat: Die Auswertungen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den vier Expositionsarten bezüglich der Punktwerte der Beschwerdenliste vor der Exposition ($p=0.09$) und bezüglich der Differenz auf der Befindlichkeitsskala am Anfang und am Ende der Exposition ($p=0.22$). Für das Ruhe-EEG zum Zeitpunkt der zweiten Aufzeichnung (4 Min. nach Beginn der Exposition) ergab die Varianzanalyse eine statistisch signifikante Interaktion zwischen Expositionsart und EEG-Frequenzband ($p=0.03$). Dieser Unterschied entstand durch eine im Vergleich zur Scheinexposition verminderte Aktivität im Alpha1-Frequenzband bei UMTS-Exposition (0.1 W/kg), der p-Wert lag nach Bonferroni-Korrektur bei 0.08. Für die EEG-Aufzeichnungen am Expositionsende und in den sechs Minuten nach der Exposition ergab die Varianzanalyse keine statistisch signifikanten Resultate.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keinen Hinweis darauf, dass die kurzfristige Exposition durch GSM- oder UMTS-Mobiltelefone das Wohlbefinden oder das Ruhe-EEG von gesunden Probanden verändert.

Bemerkungen: Die Ergebnisse der Befindlichkeitsskala zeigen eine tendenzielle Abnahme des Wohlbefindens bei allen drei realen Mobiltelefonexpositionen, aber nicht bei Scheinexposition. Bei der kleinen Gruppe von Probanden ist fraglich, ob die statistische Power der Studie ausreichte, um auch so geringe Veränderungen des Wohlbefindens statistisch signifikant nachweisen zu können. Diese Frage wird in der Publikation nicht diskutiert.

Finanzierung: Swisscom

Kleinlogel H, Dierks T, Koenig T, Lehmann H, Minder A, Berz R.

Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on event related potentials and cognitive functions.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (6): 488-497

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Land:

Zentralnervensystem

Europa

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Doppelblindstudie zu Auswirkungen von Mobiltelefonexposition auf die Reizweiterleitung im Gehirn und die kognitiven Funktionen. In der selben Studie wurden auch Veränderungen des Wohlbefindens und des Ruhe-EEGs untersucht: Kleinlogel et al., Effects of weak mobile phone - electromagnetic fields (GSM, UMTS) on well-being and resting EEG. Bioelectromagnetics 2008: 29 (6), 479-487.

Kollektiv: 15 Männer, Durchschnittsalter: 26.6+/-4.6 Jahre, alle Rechtshänder.

Exposition: Kleine Breitbandantenne, die direkt über dem linken Ohr platziert war. Zur Anwendung kam ein 900-MHz GSM-Signal, das mit Pulsen von 2, 8 und 217 Hz moduliert war, und ein mobiltelefonähnliches UMTS-Signal mit 1.95 GHz (W-CDMA). Das UMTS-Signal wurde mit zwei Intensitäten appliziert. Bei der niedrigeren Intensität des UMTS-Signals lag die spezifische Absorptionsrate über 10 g Gewebe (SAR10) bei 0.1 W/kg, beim GSM-Signal und bei der höheren Intensität des UMTS-Signals bei 1 W/kg.

Methode: In einem Crossover-Testdesign durchlief jeder Proband eine Trainingssitzung und 4 Expositionssitzungen in randomisierter Reihenfolge: Scheinexposition, GSM-Signal, UMTS-Signal mit hoher Intensität und UMTS-Signal mit niedriger Intensität. Die Sitzungen fanden jeweils zur gleichen Tageszeit und im Abstand von einer Woche statt. Neben der 30-minütigen Expositions- respektive Scheinexpositionsphase beinhalteten sie eine kurze Scheinexposition am Anfang (Dauer: 4 Min.) und am Ende der Sitzung (Dauer: 6 Min.) zur Aufzeichnung der Basiswerte des Ruhe-EEGs. Während der Expositionsphase wurde zunächst ebenfalls das Ruhe-EEG registriert (4 Min.), danach wurden die visuell evozierten okzipitalen Potenziale gemessen (P100, 2.5 Min.). Dann absolvierten die Probanden einen Reaktions- und Aufmerksamkeitstest (11 Min.), gefolgt von der Aufzeichnung der akustisch evozierten Potenziale (N100, 2 Min.), der auditorisch evozierten P300-Potenziale (6 Min.) und einem erneuten Ruhe-EEG (2 Min.). Die statistische Auswertung erfolgte mittels

nichtparametrischer Friedman-Varianzanalyse (ANOVA) für multiple gepaarte Daten. P-Werte <0.05 wurden mit Wilcoxon-Tests für gepaarte Daten überprüft.

Resultat: Die Auswertungen ergaben keine statistisch signifikanten Expositionseffekte für verschiedene Parameter der visuell evozierten Potenziale (P100), unter anderem für die Latenz, die Amplitude und das Maximum. Bei GSM-Exposition bestand eine tendenzielle Vorverlagerung der Zentroidposition ($p=0.053$). Während des Reaktionstests bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Reaktionszeit und der Nichtbeantwortung von Zielreizen. Die fälschliche Beantwortung von Nichtziel-Reizen war bei UMTS-Exposition mit 0.1 W/kg statistisch signifikant höher als bei Scheinexposition (Mittelwert: 1.6 vs. 0.73, $p=0.05$). Für die auditorisch evozierten Potenziale und die P300-Potenziale bestanden keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keine Evidenz dafür, dass eine kurzzeitige GSM- oder UMTS-Mobiltelefonexposition die neurobiologischen Aspekte der Hirnleistungen beeinflusst. Sie empfehlen weitere Studien zur Untersuchung von Kindern und zu Reaktionen bei komplexen kognitiven Prozessen.

Bemerkungen: In der Publikation finden sich keine Angaben zur statistischen Power der Studie. Es ist fraglich, ob bei einer Teilnehmerzahl von 15 auch diskrete Unterschiede statistisch signifikant nachgewiesen werden konnten.

Finanzierung: Swisscom

Davidson HC, Lutman ME.

Survey of mobile phone use and their chronic effects on the hearing of a student population.

Int J Audiol 2007; 46 (3): 113-118

<i>Stichwörter</i>	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Seh- und Hörstörungen
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchung, ob die Mobiltelefonbenutzung chronische Auswirkungen auf das Gehör, die Entstehung von Tinnitus und auf Gleichgewichtsfunktionen hat.

Kollektiv: Postgraduierte Studenten der Universität Southampton zwischen 18 und 30 Jahren, die via E-Mail über die Sekretariate ihrer Fakultät kontaktiert wurden. Ausschlusskriterien waren Alter über 30 sowie Operationen oder Erkrankungen der Ohren.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Der Fragebogen der Querschnittserhebung betraf die Mobiltelefonbenutzung, Einschränkungen des Hörvermögens, Tinnitus und Gleichgewichtsstörungen sowie die medizinische Vorgeschichte. Die Kategorien der Mobiltelefonbenutzung waren: keine Benutzung (0 Punkte), 0 bis 4 Telefonate pro Tag (1 Punkt) bis zum Maximum von 5 Punkten für mehr als 25 Telefonate pro Tag. Ähnliche Punktzahlen wurden für Hörverlust (maximal 38 Punkte), Tinnitus und Gleichgewicht (jeweils bis 8 Punkte) vergeben. In Bezug auf das Gehör wurde gefragt, wie gut die Teilnehmer Sprach in ruhiger, mässig lauter und sehr lauter Umgebung verstehen konnten. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nichtparametrischer Tests.

Resultat: Insgesamt wurden 160 Fragebögen zurückgeschickt, von denen 117 die Einschlusskriterien erfüllten. Die Teilnahmerate konnte nicht berechnet werden, weil nicht registriert worden war, wie viele Studenten den Fragebogen erhalten hatten. 115 Teilnehmer benutzten ein Mobiltelefon, davon 95 seit mindestens 3 Jahren. Als geringgradige Mobiltelefonbenutzer wurden 65 Teilnehmer eingestuft, die übrigen 52 als starke Benutzer. Die Mittelwerte für die Angaben zum Gehör lagen unter 5 Punkten für das Hörvermögen und jeweils unter 1 Punkt

für Tinnitus und Gleichgewichtsstörungen. Der statistische Vergleich zwischen Personen mit geringer (n=65) und starker (n=52) Mobiltelefonbenutzung ergab keine signifikanten Unterschiede bezüglich Hörvermögen, Tinnitus oder Gleichgewichtsfunktion ($p>0.05$). Das selbe galt für Gruppen mit sehr geringer und sehr starker Mobiltelefonbenutzung (n=47 resp. 24). Die Gegenüberstellung von Personen, die seit weniger als 3 Jahren ein Mobiltelefon verwendeten, mit Teilnehmern, die seit mehr als 6 Jahren mobil telefonierten, ergab ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Befragung kein Zusammenhang zwischen dem Ausmass der Mobiltelefonbenutzung und Hörvermögen, Tinnitus oder Gleichgewichtsstörungen beobachtet wurde. Sie weisen darauf hin, dass empfindlichere Messmethoden erforderlich wären, um diskrete Unterschiede festzustellen.

Bemerkungen: Sowohl die Angaben zur Mobiltelefonbenutzung als auch die Informationen zur Einschränkung des Hörvermögens stammen von den Teilnehmern selbst. Es ist davon auszugehen, dass geringe Hörverluste oder Gleichgewichtsstörungen noch nicht wahrgenommen wurden. Ausserdem war die Prävalenz der Einschränkungen sehr niedrig. Daher ist die Sensitivität der Befragungsmethode fraglich, und es gibt keine Angaben zur statistischen Power der Studie. Aus der Publikation geht nicht hervor, wie die Kategorien der geringgradigen und hohen Mobiltelefonbenutzung definiert wurden. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wären objektive Messungen und Verlaufsbeobachtungen in longitudinalen Studien notwendig.

Finanzierung: Keine Angaben

Wiholm C, Lowden A, Kuster N, Hillert L, Arnetz BB, Akerstedt T, Moffat SD.
Mobile phone exposure and spatial memory.
Bioelectromagnetics 2009; 30 (1): 59-65

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Unmittelbar	Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp:		
Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das räumliche Gedächtnis.

Kollektiv: Gruppe 1: Personen, die im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung über Kopfschmerzen, Schwindel oder andere Symptome berichteten (n=23). Gruppe 2: Personen ohne solche Beschwerden (n=19). Die Personen waren zwischen 18 und 45 Jahre alt, das Durchschnittsalter betrug 29 +/- 7 Jahre.

Exposition: Simulation der maximalen Exposition während eines dreistündigen Telefonats mit einem GSM-Mobiltelefon. Frequenz: 884 MHz, zeitlich gemittelter Spitzenwert der räumlichen SAR über 10g Gewebe: 1.4 W/kg. Die Exposition erfolgte über eine Patch-Antenne an der linken Seite des Kopfes.

Methode: Alle Probanden durchliefen 3 Sitzungen: ohne Exposition, bei Scheinexposition und bei Hochfrequenzexposition. Die Reihenfolge war ausgeglichen, d.h. ungefähr die Hälfte der Teilnehmer war zuerst exponiert, dann scheinexponiert. Vor der Exposition und nach 2.5 Stunden Exposition führten die Probanden einen virtuellen "Morris Water Task" zur Funktion des räumlichen Gedächtnisses durch (um 18 und um 22 Uhr). In diesem computeranimierten Test muss eine Figur in einem Wasserbecken eine Plattform lokalisieren. Bessere Testleistungen äussern sich darin, dass die Figur kürzere Distanzen auf der Plattform zurücklegt. Jede Testphase bestand aus 7 Durchgängen. Als primäre Zielvariable diente die zurückgelegte Distanz. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) für wiederholte Messungen. Einflussfaktoren: Zeit (vor/nach Exposition), Gruppe (elektrosensibel/nicht sensibel), Durchgang (1 bis 7) und Exposition (Scheinexposition/Mobiltelefon).

Resultat: In der Testung vor Expositionsbeginn (18 Uhr) unterschieden sich die Ergebnisse zwischen den beiden Gruppen nicht. Die Testung während der Exposition (22 Uhr) ergab, dass die zurückgelegte Distanz im Verlauf

der 7 Testdurchgänge nach der realen Exposition signifikant stärker abnahm als nach der Scheinexposition ($p < 0.026$). Die Interaktionsprüfung ergab, dass sich die Testleistung in der Probandengruppe mit mobiltelefonbezogenen Beschwerden deutlicher verbesserte als in der Kontrollgruppe.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sich die Mobiltelefonexposition möglicherweise positiv auf das räumliche Gedächtnis auswirken könnte. Sie halten es für möglich, dass diese diskreten Effekte nur bei Personen beobachtet werden könnten, die mobiltelefonbezogene Beschwerden angeben.

Bemerkungen: In beiden Gruppen war die Leistung nach der Scheinexposition zu Beginn der Testung schlechter als nach der Mobiltelefonexposition. Im Verlauf der Testdurchgänge glichen sich die Leistungen an. Die Unterschiede zwischen der symptomatischen und der nichtsymptomatischen Gruppe sind anhand der Tabellen und Abbildungen nicht direkt nachvollziehbar. Auffallend ist, dass 61% der Personen mit selbstberichteten Beschwerden eine Mobiltelefonbenutzung von mehr als 40 Minuten pro Tag angaben. In der nichtsymptomatischen Gruppe waren es nur 37%. Auch eine 20- bis 40-minütige Gesprächsdauer war bei Probanden mit Symptomen häufiger (26 vs. 16%). Diese Diskrepanz wird nicht diskutiert.

Finanzierung: Mobile Manufacturers Forum

Cinel C, Boldini A, Fox E, Russo R.

Does the use of mobile phones affect human short-term memory or attention?.

Applied Cognitive Psychology 2008; 22 (8): 1113-1125

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zwei Doppelblindstudien zu den Auswirkungen verschiedener Mobiltelefonsignale auf die kognitive Leistungsfähigkeit.

Kollektiv: 1. Studie: 160 Probanden (116 Frauen und 44 Männer), Durchschnittsalter: 22.2 Jahre. 2. Studie: 168 Probanden (112 Frauen und 52 Männer), Durchschnittsalter: 23 Jahre.

Exposition: Mobiltelefon mit moduliertem GSM-Signal, unmoduliertem continuous wave Signal (CW) oder Scheinexposition. Beide Signale hatten eine Frequenz von 888 MHz, die durchschnittliche SAR betrug 1.4 W/kg (+/- 30%). Das Mobiltelefon befand sich in normaler Gesprächsposition am Kopf der Probanden. Die Expositionsdauer betrug in Studie 1 ungefähr 45 Minuten, in Studie 2 circa 40 Minuten. Jeweils die Hälfte der Personen wurden mit dem GSM-Signal resp. dem CW-Signal exponiert. In jeder Gruppe befand sich das Telefon bei der Hälfte der Personen an der rechten und bei der anderen Hälfte an der linken Kopfseite.

Methode: Alle Probanden durchliefen zwei Expositionssitzungen, waren also jeweils einem der beiden Signale und der Scheinexposition ausgesetzt. Die Sitzungen fanden im Abstand von einer Woche statt. Die Reihenfolge der Expositionen war ausgeglichen. In Studie 1 absolvierten die Probanden einen Aufmerksamkeitstest und zwei Kurzzeitgedächtnistests (n-back tasks), in Studie 2 zwei andere Aufmerksamkeitstests (Stroop, visueller Suchtest) und einen Sternberg-Test zum Kurzzeitgedächtnis. Die medianen Reaktionszeiten jeder Probanden wurden logarithmisch transformiert und mittels Varianzanalyse verglichen (mixed factorial ANOVA). Die statistische Signifikanz wurde unter Bonferroni-Korrektur für multiple Testung überprüft.

Resultat: In Studie 1 zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Hochfrequenzexposition auf die durchschnittlichen Reaktionszeiten oder die Korrektheit der Antworten. Das galt unabhängig vom

Schwierigkeitsgrad der Tests und von der Art des Expositionssignals (GSM oder kontinuierlich). In Studie 2 bestand in einem von drei Tests signifikante Unterschiede in Abhängigkeit von der Exposition: In einem Aufmerksamkeitstest (Stroop task) waren die Reaktionszeiten in einer der beiden verwendeten Testbedingungen bei Mobiltelefonexposition kürzer als bei Scheinexposition (665 ms versus 673 ms, $p < 0.01$). Die Korrektheit der Antworten war in der anderen Testbedingung dieses Tests bei Mobiltelefonexposition höher als bei Scheinexposition (97.3% vs. 96.3%, $p < 0.02$). Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen GSM-Signal und kontinuierlichem Signal sowie zwischen links- und rechtsseitiger Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen den im Stroop-Test beobachteten Expositionseffekt als widersprüchlich und sehen in den Ergebnissen insgesamt keine Hinweise auf eine Beeinflussung der kognitiven Funktionen durch die Mobiltelefonexposition.

Bemerkungen: Aus der Publikation geht nicht hervor, wie gross die Probandengruppen in den einzelnen Auswertungen waren. Es wird nicht angegeben, ob sich die Powerberechnung auf die Auswertung von vier Gruppen mit verschiedenen Expositionsbedingungen bezieht.

Frei P, Mohler E, Neubauer G, Theis G, Bürgi A, Fröhlich J, Braun-Fahrländer C, Bolte J, Egger M, Rösli M.
Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields.
Environmental Research 2009; 109 (6): 779-785

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Schnurlostelefone Epidemiologische Studien Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Feldstudie in Basel und Umgebung zur Messung der individuellen Hochfrequenzbelastung der Bevölkerung mittels Personendosimetrie (Exposimeter). Pilotstudie im Rahmen des QUALIFEX-Projekts.

Kollektiv: 166 Personen zwischen 18 und 78 Jahren, die in Basel und Umgebung wohnten (55.4% Frauen, Durchschnittsalter: 46.6 J.). Via Internet oder Telefon hatten sich 77.7% der Teilnehmer angemeldet. Weitere 16.3% wurden ausgewählt, weil sie in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation wohnten, und 4.8%, weil sie in der Umgebung eines Rundfunksenders wohnten. Zwei Personen (1.2%) wurden rekrutiert, weil sie ausschliesslich im Freien arbeiteten. Eine Untergruppe von 32 Teilnehmern nahm an der Validierungsstudie teil, in der die Wiederholbarkeit der Expositionsmessung überprüft wurde.

Exposition: Hochfrequenzimmissionen von verschiedenen Strahlungsquellen. Die Exposimeter (EMF Spy 120, Fa. Satimo, Frankreich) erfassten 12 Frequenzbänder: von FM-Radio (88-108 MHz) bis W-LAN (2.4-2.5 GHz). Die Nachweisbarkeitsgrenzen des Geräts lagen bei 0.0067 und 66.3 mW/m² für die Leistungsflussdichte (elektrische Feldstärke: 0.05 und 5 V/m).

Methode: Zwischen April 2007 und Februar 2008 wurden jede Woche 6 Teilnehmer rekrutiert und mit einem Exposimeter versehen. Die Teilnehmer trugen das Messgerät während einer Woche am Gürtel oder in einer Tasche bzw. platzierten es in ihrer Nähe, z.B. auf dem Schreibtisch oder in der Nacht neben dem Bett. Zusätzlich füllten die Probanden ein Tagebuch aus, in dem sie in Zeitabschnitten von 10 Minuten die Aufenthaltsorte und Aktivitäten sowie ihre Telefonate mit Mobil- oder Schnurlostelefonen vermerkten. Die Hochfrequenzexposition wurde alle 90 Sekunden gemessen, und ein arithmetischer Wochendurchschnitt für jedes Frequenzband berechnet. Da ein beträchtlicher Anteil der Messwerte unterhalb der Nachweisbarkeitsgrenze lag, erfolgte die

Berechnung mittels robuster "Regression on Order-Statistik" (vgl. Röögli et al., Statistical analysis of personal radiofrequency electromagnetic field measurements with nondetects. Bioelectromagnetics 2008: 29 (6), 471-478). Die Gesamtbelastung jeder Person ergab sich aus der Summe der frequenzspezifischen Mittelwerte. Um nur die Belastung durch Feldquellen aus der Umgebung zu erfassen, also die Fernfeldexposition, wurden die Messwerte während der eigenen Telefonate mit Mobil- oder Schnurlostelefonen bei der Berechnung der Gesamtbelastung nicht berücksichtigt. Für die Validierungsstudie wiederholten 32 Teilnehmer die einwöchige Messung (durchschnittlich 20.7 Wochen nach der ersten Messung). Die Korrelation zwischen der Gesamtexposition und den Belastungen an verschiedenen Orten und Zeitpunkten sowie die Wiederholbarkeit der Messungen wurde mittels Spearman-Rang-Korrelationen überprüft.

Resultat: Von insgesamt 202 Wochen mit Exposimeter-Messungen wurden 4 wegen fehlender Daten ausgeschlossen. Die Gesamtexposition betrug im Wochendurchschnitt 0.13 mW/m^2 (0.22 V/m) und variierte zwischen 0.014 und 0.881 mW/m^2 . Die grössten Expositionsanteile stammten von Mobilfunkbasisstationen (downlink, 32.0%) sowie von fremden Mobiltelefonen (uplink, 29.1%) und DECT-Schnurlostelefonen (22.7%), die in der Umgebung der Probanden betrieben wurden. Bei der Berechnung der Gesamtbelastung wurden eigene Telefonate nicht berücksichtigt. Für 27 Personen, die in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation wohnten, ergab sich eine durchschnittliche Gesamtbelastung von 0.21 mW/m^2 , für 8 Personen in der Umgebung von Rundfunksendern von 0.24 mW/m^2 . Studienteilnehmer, die ein DECT-Telefon oder ein Mobiltelefon besaßen, waren mit einer Gesamtexposition von 0.15 bzw. 0.14 mW/m^2 stärker exponiert als Personen ohne solche Geräte (0.10 mW/m^2). Die höchsten Mittelwerte wurden für den Aufenthalt in Zügen (1.16 mW/m^2), Flughäfen (0.74 mW/m^2) und Strassenbahnen oder Bussen (0.36 mW/m^2) berechnet. Tagsüber war die Belastung höher (0.16 mW/m^2) und entstand grösstenteils durch Mobiltelefone in der Umgebung (34.2%) sowie durch Mobilfunkbasisstationen (26.9%). In der Nacht lag der Mittelwert bei 0.08 mW/m^2 und war überwiegend auf Mobilfunkbasisstationen (47.2%) und DECT-Telefone (22.9%) zurückzuführen. Radio- und Fernsehsender trugen insgesamt ungefähr 10% zur Gesamtexposition bei. In einer zusätzlichen Auswertung wurden auch die Messwerte während der eigenen Telefonate analysiert (Nahfeldexposition). Während eines Anrufs mit einem Mobiltelefon wurden durchschnittlich 4.87 mW/m^2 gemessen, bei Gesprächen mit DECT-Schnurlostelefonen 2.98 mW/m^2 . In der Validierungsstudie lag die Korrelation zwischen den Messwerten in der ersten und in der zweiten Woche bei 0.61 (Spearman-Koeffizient, 95%-CI: 0.32 - 0.79).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihrer Studie, dass die Erfassung der Hochfrequenzexposition unter Alltagsbedingungen durch eine Kombination von individuellen Messungen und Tagebucheinträgen möglich ist. Die Messwerte sind reproduzierbar und zeigen deutliche Kontraste zwischen Personen sowie zwischen verschiedenen Orten und Zeitpunkten. Dies sind wesentliche Voraussetzungen, um die Fehlklassifizierung der Exposition in zukünftigen Studien zur Untersuchung von gesundheitlichen Effekten der Hochfrequenzstrahlung zu verringern. Wie die Autoren weiter festhalten, lagen alle Messwerte deutlich unter dem ICNIRP-Grenzwert von 10 W/m^2 . Sie weisen aber darauf hin, dass die Hochfrequenzbelastung der Bevölkerung in den letzten 20 Jahren ungefähr um das Zehnfache gestiegen ist. Während eines Mobiltelefongesprächs war die Exposition ungefähr 200 Mal höher als die durchschnittliche Belastung durch Mobilfunkbasisstationen (4.87 vs. 0.02 mW/m^2). Das bedeutet, dass die Ganzkörperbelastung durch Basisstationen während 24 Stunden ungefähr einem siebenminütigen Telefonat entspricht.

Bemerkungen: Es handelt sich um die erste Studie, in der individuelle Messungen der Hochfrequenzexposition mit Tagebucheinträgen kombiniert wurden. Dadurch lassen sich die Belastungen unter Alltagsbedingungen an

verschiedenen Orten und bei der Benutzung von unterschiedlichen Verkehrsmitteln differenzieren. Durch die frequenzselektive Messung war zudem die Berechnung der Expositionsbeiträge verschiedener Feldquellen möglich. Bei den Mittelwerten der Gesamtbelastung ist zu beachten, dass sie sich nur auf die Fernfeldexposition beziehen. Die Belastungen durch fremde Mobil- und Schnurlostelefone in der Umgebung wurden dabei berücksichtigt, nicht aber die Expositionen durch eigene Telefonate. Wie die Autoren anmerken, sollten die Messwerte in weiteren Studien validiert werden.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation, NFP 57

Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, Fox E.

Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (7): 556-563

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu kurzfristigen Auswirkungen von Basisstationssignalen auf die kognitive Leistung bei Personen mit und ohne elektromagnetische Hypersensibilität (EHS). Die Resultate der Studie zum Auftreten von unspezifischen Symptomen während der Exposition sind publiziert in Eltiti et al., Environmental Health Perspectives 2007; 115 (11): 1603-1608.

Kollektiv: 44 Personen mit EHS und 115 Kontrollpersonen. In der EHS-Gruppe lag das Durchschnittsalter bei 46.1 +/- 13.2 Jahren, in der Kontrollgruppe bei 54 +/- 15.4 Jahren ($p < 0.01$). Wegen des Altersunterschieds wurden Vergleiche zwischen Personenpaaren mit passendem Alter durchgeführt ($n=88$).

Exposition: GSM- und UMTS-Signale, wie sie von Mobilfunkbasisstationen emittiert werden. Beim GSM-Signal handelte es sich um eine Kombination aus 900 und 1800 MHz, jeweils mit einer Leistungsflussdichte von 5 mW/m². Das UMTS-Signal hatte eine Frequenz von 2200 MHz und eine Leistungsflussdichte von 10 mW/m². Die Basisstationsantenne befand sich 5 m von den Probanden entfernt. Die Exposition dauerte pro Sitzung 50 Minuten.

Methode: Alle Teilnehmer absolvierten vier Sitzungen, jeweils im Abstand von mindestens einer Woche und ungefähr zur gleichen Tageszeit. In der ersten Sitzung wurde die Leistung in mehreren Tests als Ausgangswerte registriert. Die nächsten drei Durchgänge bestanden aus 20 Min. mit niedriger kognitiver Aktivität (Videofilm) und 20 Min. mit hoher Aktivität in Form von Tests zum Arbeitsgedächtnis (Mental Arithmetic, MA), zu Aufmerksamkeit und Wahrnehmungsgeschwindigkeit (Digital Symbol Substitution Test, DSST) sowie zum Kurzzeitgedächtnis (Forward Digit Span, DS). Die Reihenfolge der Aktivitäten war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Während der ganzen Sitzung wurden kontinuierlich Blutvolumenpuls, Herzfrequenz und Leitfähigkeit der Haut gemessen. Der statistische Vergleich der Basiswerte erfolgte in t-Tests, die Auswertung

der Expositionseffekte mittels Varianzanalyse (ANOVA). Die Resultate wurden für multiple Testung korrigiert (Bonferroni).

Resultat: In der Kontrollgruppe waren die kognitiven Leistungen in beiden Tests (DSST und DS) tendenziell besser als in der EHS-Gruppe ($p < 0.11$). In der separaten Auswertung der Kontrollpersonen zeigte sich kein Expositionseffekt ($p > 0.18$). Beim Vergleich zwischen den beiden Gruppen war die Reihenfolge der Expositionen nicht ausgeglichen, weil die angestrebte Kollektivgrösse von 264 Probanden nicht erreicht worden war. Daher wurden aus den 88 altersgematchten Probanden (44 EHS- und 44 Kontrollpersonen) drei Gruppen gebildet, die jeweils zuerst die gleiche Expositionsbedingung (Scheinbelastung, GSM oder UMTS) erhalten hatten. Nach Korrektur für multiple Testung (Signifikanzniveau < 0.017) bestanden im DSST keine statistisch signifikanten Unterschiede in der kognitiven Leistung der Gruppen ($p = 0.03$), und es zeigten sich keine anderen Haupteffekte (p -Werte > 0.14). Im DSST- und im MA-Test bestanden signifikante Interaktionen zwischen der Expositionsbedingung und der Reihenfolge ($p = 0.003$ resp. 0.001). In der ersten Sitzung waren die Leistungen generell schlechter als in den folgenden Durchgängen. Der Vergleich der physiologischen Herz-/Kreislaufparameter ergab keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Exposition (alle p -Werte > 0.22). Die Leitfähigkeit der Haut war bei EHS-Personen unabhängig von der Exposition in allen drei Tests statistisch signifikant höher als in der Kontrollgruppe, auch nach Korrektur für multiple Testung (alle drei p -Werte < 0.01).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in den Experimenten keine statistisch signifikanten Effekte von GSM- oder UMTS-Basisstationssignalen auf die kognitive Leistung bestanden, wenn die Resultate für multiple Testung korrigiert wurden. Wenn keine Korrektur erfolgte, war die kognitive Leistung der EHS-Personen im DS-Test bei GSM- und bei UMTS-Exposition signifikant schlechter als bei Scheinexposition ($p = 0.019$ respektive 0.030). Die Autoren befürworten die Bonferroni-Korrektur im Rahmen dieser Studie und weisen darauf hin, dass die Ergebnisse in Replikationsstudien überprüft werden müssten. Auch der Befund der höheren Leitfähigkeit der Haut bei Personen mit EHS sollte weiter untersucht werden.

Bemerkungen: Die Hauptresultate werden sehr kurz dargestellt und sind dadurch schwer nachvollziehbar. Unklar ist, warum die signifikanten Unterschiede bei verschiedenen Expositionsbedingungen in der EHS-Gruppe erst in der Diskussion erwähnt werden. Gegen einen Expositionseffekt spricht allerdings, dass sie nur im DS-Test bestanden und nicht in den beiden anderen Tests. Die Anwendung der Bonferroni-Korrektur in Studien, die sich auf Resultate früherer Studien beziehen und stark korrelierte Endpunkte untersuchen, wird kontrovers beurteilt (vgl. Kommentare zu Eltiti et al., *Environmental Health Perspectives* 2007; 115 (11): 1603-1608). Es wird nicht diskutiert, wie gross die statistische Power der Studie war.

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research Programme (MTHR)

Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cvetkovic D, Cosic I.

Comparison of the effects of continuous and pulsed mobile phone like RF exposure on the human EEG.

Australas Phys Eng Sci Med 2007; 30 (4): 274-280

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Replikation der experimentellen Studie von Huber et al., in der Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Hirnströme beobachtet wurden (J Sleep Res 2002;11(4): 289-95). In dieser Studie war die Aktivität im Alpha-Band nach Exposition gegenüber einem pulsmodulierten Signal erhöht, nicht aber nach einem kontinuierlichen Signal.

Kollektiv: Sechs Frauen und sechs Männer, Durchschnittsalter: 26.5 Jahre (SD: 3.29).

Exposition: Simulation eines GSM-Mobiltelefons mit einer Monopolantenne in der zum Telefonieren üblichen Position an der linken Kopfseite. Ein Signal war unmoduliert, das andere pulsmoduliert mit niederfrequenten Komponenten bei 2, 8, 217 und 1736 Hz. Die Sendeleistung betrug 2 W, die spezifische Absorptionsrate (SAR₁₀) lag bei 1.56 W/kg.

Methode: Die Probanden wurden jeweils 15 Minuten einem pulsmodulierten und einem kontinuierlichen Hochfrequenzsignal sowie weiteren 15 Minuten Scheinexposition ausgesetzt. Während des ganzen Experiments wurde das Ruhe-EEG bei geschlossenen Augen aufgezeichnet. Vor und nach jeder Expositionsphase folgten 7.5 Minuten, in denen nur die EEG-Registrierung stattfand (Prä- und Postexpositionsphase). Insgesamt dauerte der Durchgang 2 Stunden, unterteilt in 12 Phasen à 7.5 Minuten. Die Expositionsreihenfolge war ausgeglichen. Da die doppelte Verblindung nicht aufrecht erhalten werden konnte (Artefakte durch das Hochfrequenzsignal im EEG), erfolgte die Auswertung als einfach verblindete Studie. Die Auswertung der EEG-Daten nach Fourier-Transformation erfolgte in Varianzanalysen für wiederholte Messungen.

Resultat: Ein Effekt der Exposition zeigte sich nur im Delta-Band ($p=0.034$). Bei der anschliessenden Signifikanzprüfung wurde eine Bonferroni-Korrektur für multiple Tests durchgeführt. Auf einem

Signifikanzniveau von $\alpha = 0.002$ bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Expositionssignalen verglichen mit der Scheinexposition ($p=0.5$ für das pulsmodierte GSM-Signal und $p=0.09$ für das kontinuierliche Signal).

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass der früher beobachtete Anstieg der Alpha-Aktivität bei pulsmoduliertem GSM-Signal in dieser Studie nicht vorhanden war. Als Erklärungsansätze diskutieren sie Unterschiede in der Expositionsanordnung (Antennenform, Homogenität der Belastung) und in der Expositionsdauer (30 vs. 15 Min.). Sie halten auch "Carry-over"-Effekte für möglich, weil alle Expositionen direkt nacheinander appliziert wurden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, war die Anzahl an Probanden klein und die statistische Power zum Nachweis diskreter Unterschiede wohl nicht ausreichend. In einer späteren Doppelblindstudie mit 120 Teilnehmern beobachteten die selbe Forschergruppe Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Alpha-Aktivität (Croft et al., Bioelectromagnetics 2008;29(1): 1-10).

Finanzierung: Keine Angaben

Schröttner J, Leitgeb N.

Sensitivity to electricity--temporal changes in Austria.

BMC Public Health (online publication) 2008; 8 (310)

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Prävalenz der Elektrosensibilität in Österreich. Vergleich mit Erhebungen aus dem Jahr 1994 (Ergebnisse nicht peer-reviewed publiziert).

Kollektiv: Zufallsstichprobe aus dem öffentlichen Telefonbuch. Die Zusammensetzung war repräsentativ für die Gesamtbevölkerung (Alter, Geschlecht und Provinz). Insgesamt wurden 526 Personen über 14 Jahren befragt (259 Männer und 267 Frauen. 460 Teilnehmer (88%) beantworteten alle Fragen. Die Teilnahmerate lag bei 35%.

Exposition: Belastung durch hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder im Alltag.

Methode: Die Teilnehmer wurden in Telefoninterviews befragt, der Fragebogen enthielt 25 Fragen. Die statistische Signifikanzprüfung erfolgte in nichtparametrischen Chi-Quadrat-Tests. Als elektromagnetisch hypersensibel (EHS) galten Personen, die Beschwerden im Zusammenhang mit Elektromog angaben und deswegen bereits medizinischen Rat gesucht hatten.

Resultat: Insgesamt beurteilten 70% der Teilnehmer die Exposition durch elektromagnetische Felder als Gesundheitsrisiko, circa 29% legten sich nicht fest und 1% vermuteten kein Risiko. Als gesundheitsrelevante Feldquellen bezeichneten 79% der Befragten Stromleitungen, 77% Mobilfunkbasisstationen, 50% Bildschirme, 46% Mobiltelefone und 41% Computer. Stark durch EMF beeinträchtigt fühlten sich 2.1% (95%-CI: 1.0-3.8), weitere 27.2% (95%-CI: 26.7-35.1) etwas beeinträchtigt. Als elektromagnetisch hypersensibel (EHS) bezeichneten sich 16 Personen (3.5%, 95%-CI: 1.9-5.1). Die häufigsten Symptome waren Schlafstörungen, Migräne, Nervosität und Tinnitus. In der Altersgruppe zwischen 31 und 45 Jahren war die EHS-Prävalenz mit 6.3% am höchsten. Von den Personen mit höherem Bildungsstand (Fachhochschul- oder Universitätsabschluss)

bezeichneten sich 12% als hypersensibel, von den Personen mit nichtakademischer Berufsausbildung nur 1%. Die Unterschiede in Bezug auf Alter und Bildungsniveau waren statistisch signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die Besorgnis in der Bevölkerung bezogen auf elektromagnetische Felder nicht abgenommen hat. Sie weisen darauf hin, dass wissenschaftliche Studien eine Verursachung unspezifischer Symptome durch elektromagnetische Felder bei Intensitäten unterhalb der Grenzwerte als unplausibel erscheinen lassen.

Bemerkungen: Eine Schwierigkeit beim Vergleich zwischen verschiedenen Studien zur EHS sind die unterschiedlichen Definitionen und Kriterien für dieses Beschwerdebild. Im Kollektiv dieser Studie besteht bei einer Teilnahmerate von 35% die Gefahr, dass EHS-Personen überrepräsentiert sind. Es werden keine Angaben über die demographischen Charakteristika der Nichtteilnehmer gemacht. Wegen des Zusammenhangs zwischen Bildungsniveau und EHS-Häufigkeit wäre interessant zu wissen, wie repräsentativ das Studienkollektiv in dieser Hinsicht für die Gesamtbevölkerung war.

Finanzierung: Keine Angaben

Vrijheid M, Mann S, Vecchia P, Wiart J, Taki M, Ardoino L, Armstrong BK, Auvinen A, Bedard D, Berg-Beckhoff G, Brown J, Chetrit A, Collatz-Christensen H, Combalot E, Cook A, Deltour I, Feychting M, Giles GG, Hepworth SJ, Hours M, Iavarone I, Johansen C, Krewski D, Kurtzio P, Lagorio S, Lönn S, McBride M, Montestruq L, Parslow R, Sadietzi S, Schüz J, Tynes T, Woodward A, Cardis E.

Determinants of mobile phone output power in a multinational study - implications for exposure assessment. Occup Environ Med 2009; 66 (10): 664-671

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studientyp:

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Messstudie mit dem Ziel, die Abschätzung der Belastung durch elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen in künftigen epidemiologischen Studien zu verbessern. Im Rahmen der INTERPHONE-Studie.

Kollektiv: 516 freiwillige Teilnehmer aus 12 Ländern (Australien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Israel, Italien, Kanada, Neuseeland, Norwegen, Schweden, Vereinigtes Königreich) wurden zwischen 2001 und 2005 rekrutiert. Die Teilnehmer waren meist Berufskollegen oder Bekannte der Forscher. Die Teilnehmer waren keine Untergruppe der INTERPHONE-Teilnehmer, wurden aber so gewählt, dass sie bezüglich Alter und Geschlecht grob der INTERPHONE-Studienpopulation entsprachen.

Exposition: Normale Mobiltelefone wurden mit Spezialsoftware ausgestattet, sodass die emittierte Leistung aufgezeichnet werden konnte. Alle Mobiltelefone waren Dualband (900/1800 MHz) oder Triband (900/1800/1900 MHz).

Methode: Über näherungsweise einen Monat wurde alle 0.12 bis 2.5 Sekunden das Datum, die Zeit, die Dauer, das Frequenzband und die Sendeleistung von allen gemachten oder erhaltenen Anrufen aufgezeichnet. Die äusseren Umstände der Anrufe wurde mittels Fragebogen frühestens sechs Monate nach der Benützung der Mess-Telefone erfasst. Die Teilnehmer wurden befragt nach der Häufigkeit des Mobiltelefongebrauchs in städtischer und ländlicher Umgebung und in sich bewegenden Fahrzeugen. Die Ausgangsleistung wurde in Milliwatt umgerechnet und durch 8 dividiert, um für TDMA (time division multiple access) zu kontrollieren. Die maximale

Ausgangsleistung war prinzipiell 250 mW bei 900 MHz und 125 mW bei 1800 MHz. Der Prozentsatz der Zeit während eines Gesprächs, in der das Mobiltelefon bei maximaler und minimaler Ausgangsleistung emittierte, wurde berechnet. Durch lineare Regression wurde der Einfluss verschiedener erklärender Variablen auf die durchschnittliche Ausgangsleistung pro Verbindung und auf den Prozentsatz der Gesprächszeit bei maximaler Leistung ermittelt.

Resultat: 516 Personen aus zwölf Ländern tätigten oder erhielten 63'151 Anrufe mit den modifizierten Mobiltelefonen. Im Durchschnitt verwendeten sie die Mess-Telefone während 30 Tagen. Die durchschnittliche Sendeleistung pro Verbindung über alle Länder betrug 133.3 mW bei 900 MHz und 64.2 mW bei 1800 MHz. Die durchschnittliche Sendeleistung in den einzelnen Studienzentren unterschied sich signifikant (Likelihood ratio test, $p < 0.0001$). Der niedrigste Durchschnitt bei 900 MHz betrug 92 mW in Israel, der höchste 171 mW in Neuseeland. Bei 1800 MHz betrug der niedrigste Durchschnitt 47 mW in Israel und der höchste 88 mW in Finnland. Die Mobiltelefone sendeten durchschnittlich während 39% der Gesprächszeit mit maximaler Leistung und nur 2.8% mit minimaler Leistung. Über alle Länder betrachtet wurden 21% aller Gespräche ganz mit maximaler Leistung geführt. Zwischen den Mobilfunkanbietern variierte die durchschnittliche Sendeleistung mit einem Faktor von 2 (bei 1800 MHz) bis 3 (bei 900 MHz). Die Dauer der Verbindung hatte einen grossen Einfluss auf die durchschnittliche Sendeleistung. Verglichen mit den längsten Verbindungen hatten die kürzesten 16.5% mehr Verbindungszeit bei maximaler Leistung. Je kürzer die Gesprächsdauer, desto höher die emittierte Leistung. In ländlichen Gebieten war die Durchschnittsleistung höher (138.4 mW bei 900 MHz und 63.4 mW bei 1800 MHz) als in städtischen Gebieten (129.0 mW bei 900 MHz und 61.8 mW bei 1800 MHz). Ob die Studienteilnehmer die Mobiltelefone in einem fahrenden Verkehrsmittel benutzten oder nicht hatte keinen Einfluss auf die durchschnittliche Sendeleistung. Die Netzbetreiber und das Studienzentrum bestimmten am stärksten die durchschnittliche Sendeleistung, während die äusseren Umstände des Anrufs nicht entscheidend waren.

Schlussfolgerung: Die durchschnittliche emittierte Leistung betrug ca. 50% der maximalen Sendeleistung. Die maximale Leistung wurde für einen grossen Prozentsatz der Gesprächsdauer (39%) und eine ansehnliche Proportion der Anrufe (21%) gemessen. Diese Resultate implizieren, dass die tatsächliche Reduktion der emittierten Leistung viel geringer ist, als es theoretisch durch APC (adaptive power control) möglich wäre. In der Theorie reduziert APC die Sendeleistung von Mobiltelefonen so stark, dass gerade noch eine Verbindung gewährleistet ist. Als mögliche Erklärung geben die Autoren eine grosse Anzahl an Handovers (Weitergabe der Mobilfunkverbindung von einer Basisstation zur nächsten) an. Die geographische Lage (Studienzentrum), die Netzbetreiber und die Verbindungsdauer hatten dagegen den grössten Einfluss auf die durchschnittliche Sendeleistung. In künftigen epidemiologischen Studien könnte die Abschätzung der Belastung durch elektromagnetische Felder verbessert werden, wenn den durchschnittlichen Leistungsstufen verschiedener Netzwerke Rechnung getragen würde. Die Identifizierung der äusseren Umstände von Anrufen scheint dagegen keinen grossen Nutzen zu haben.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, können die Resultate dieser Studie nicht dazu verwendet werden, die Streuung zwischen den Netzbetreibern in einem Expositionsindex zu schätzen, da die zeitliche und örtliche Abdeckung der Studie limitiert ist. Seit der Einführung von GSM-Systemen in den 1990er Jahren erhöhte sich der Deckungsgrad der Netzwerke. Das könnte die Sendeleistung mit der Zeit reduziert haben, aber die zunehmende Benutzung von Mobiltelefonen in Gebäuden, häufigere Handovers und höhere Verkehrsdichte könnten die Sendeleistung über die Zeit erhöht haben. Überraschend an dieser Studie ist, dass äussere Umstände wenig

Einfluss auf die Sendeleistung hatten. Diese Resultate widersprechen teilweise der Qualifex-Studie, in welcher die äusseren Umstände eine grosse Rolle auf die individuelle Hochfrequenzbelastung im Alltag spielten (vgl. Frei et al., Environmental Research 2009; 109(6):779-85).

Finanzierung: European Union Fifth Framework Program "Quality of Life and Management of living Resources", International Union against Cancer (UICC).

Vrijheid M, Richardson L, Armstrong BK, Auvinen A, Berg G, Carroll M, Chetrit A, Deltour I, Feychting M, Giles GG, Hours M, Iavarone I, Lagorio S, Lönn S, McBride M, Parent ME, Sadetzki S, Salminen T, Sanchez M, Schlehofer B, Schüz J, Siemiatycki J, Tynes T, Woodward A, Yamaguchi N, Cardis E.
Quantifying the impact of selection bias caused by nonparticipation in a case-control study of mobile phone use. Ann Epidemiol 2009; 19 (1): 33-41

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik
Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Validierungsstudie zur Untersuchung, ob es in der INTERPHONE-Studie Unterschiede zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern bezüglich der Mobiltelefonbenutzung gab. Zudem soll abgeschätzt werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit eines Selektionsfehlers ist und wie sich dieser Fehler auf die Ergebnisse auswirkt.

Kollektiv: An der INTERPHONE-Studie beteiligt sind 16 Studienzentren in 13 Ländern (Australien, Canada, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Israel, Italien, Japan, Neuseeland, Norwegen, Schweden, Grossbritannien). Die Patienten sind zwischen 30 und 59 Jahre alt und an einem Gliom, Meningeom oder Akustikusneurinom erkrankt. Die Kontrollpersonen wurden aus der gleichen Grundbevölkerung zufällig ausgewählt und den Patienten mit passendem Alter, Geschlecht und Region zugeordnet.

Exposition: Die Mobiltelefonbenutzung wurden in persönlichen Interviews erfragt. Wenn Patienten zu krank oder bereits verstorben waren, wurden Angehörige befragt. Regelmässige Mobiltelefonbenutzung war definiert als mindestens einmal pro Woche in letzten 6 Monaten (oder länger).

Methode: Personen, die eine Teilnahme an der Studie ablehnten, wurden telefonisch gebeten einen kurzen Fragebogen zu beantworten, um Unterschiede zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern festzustellen. Vier Studienzentren benutzten keine Fragebögen für Nichtteilnehmer: Canada (Ottawa), Dänemark, Grossbritannien (Süd und Nord). Drei weitere Zentren setzten sie nur bei Kontrollpersonen ein: Canada (Vancouver), Japan, Neuseeland. Wenn entsprechende Informationen für beide Gruppen vorhanden waren, wurde der Anteil der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer, der Benutzungsbeginn und das Ausbildungsniveau verglichen. In multivariaten logistischen Regressionsmodellen wurde analysiert, ob die Vergleiche zur Mobiltelefonbenutzung

sich hinsichtlich Altersgruppe, Geschlecht, Studienzentrum oder Ausbildung unterschieden. Der Anteil an Mobiltelefonbenutzern innerhalb der Nichtteilnehmer (mit und ohne Kurzfragebogen) wurde für verschiedene Szenarien berechnet. Daraus liess sich für jedes Szenario ein "Bias-Faktor" ermitteln. Wenn der Bias-Faktor 1.0 beträgt, liegt keine Verzerrung des Risikoschätzers vor. Wenn er über oder unter 1.0 liegt, besteht eine Über- oder Unterschätzung der wahren Odds Ratio.

Resultat: In allen Studienzentren war die Teilnahmerate bei Patienten höher als bei Kontrollpersonen (Gliom: 64%, Meningeom: 78%, Akustikusneurinom: 82%, Kontrollpersonen: 53%). Es bestanden wenig Unterschiede zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern bezüglich Alter und Geschlecht. Einen Kurzfragebogen beantworteten 57% (n=1678) der Kontrollpersonen, die eine Teilnahme an der Studie ablehnten, und 2% (n=26) der aus anderen Gründen nicht teilnehmenden Kontrollen. Von den Patienten, die eine Teilnahme ablehnten, füllten 41% (n=215) den Fragebogen aus, weitere 4% stammten aus der Gruppe, die sich aus anderen Gründen nicht an der Studie beteiligten. Der Anteil der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer war bei den nichtteilnehmenden Kontrollpersonen geringer als bei den Teilnehmern (56 vs. 96%). Das galt für alle Studienzentren mit Ausnahme von Italien. Der Unterschied bestand bei Frauen und Männern, in der Altersgruppe von 50 bis 59 Jahren war er stärker ausgeprägt als bei jüngeren Personen. Auch in der Fallgruppe war der Anteil an Mobiltelefonbenutzern bei Teilnehmern höher als bei Nichtteilnehmern (66% vs. 50%). Die logistische Regression ergab, dass diese Unterschiede von den Einflussfaktoren Studienzentrum, Geschlecht, Alter und Ausbildung kaum beeinflusst wurden. Nichtteilnehmer hatten in der Fall- und in der Kontrollgruppe seltener bereits vor 1998 mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen als Teilnehmer. Das Ausbildungsniveau war bei Teilnehmern höher als bei Nichtteilnehmern (Universitätsabschlüsse bei Kontrollpersonen: 30% vs. 20%, bei Patienten: 28% vs. 18%). Der Bias-Faktor veränderte sich am deutlichsten in Szenarien mit unterschiedlichen Annahmen für die Nichtteilnehmer und Teilnehmer in der Fall- und in der Kontrollgruppe. Bei extrem unterschiedlichen Annahmen variierten die Bias-Faktoren zwischen 0.56 und 1.48 für das Gliomrisiko und zwischen 0.66 und 1.28 für das Meningeomrisiko. Wenn der gleiche Anteil an Mobiltelefonbenutzern bei den Nichtteilnehmern für die Fall- und die Kontrollgruppe angenommen wurde, ergab sich eine Unterschätzung der Odds Ratio um einen Faktor von 0.87 bis 0.92 (8 bis 12%). Nach Korrektur für diesen Bias lagen die meisten Odds Ratios der bisher publizierten INTERPHONE-Auswertungen immer noch unter 1.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass Personen, die sich nicht an der INTERPHONE-Studie beteiligten, seltener regelmässig Mobiltelefone benutzten als die Teilnehmer. Dieses Muster bestand bei Patienten und bei Kontrollpersonen und war unabhängig von Alter, Geschlecht oder Studienzentrum. Es bestehen Hinweise auf einen Zusammenhang mit dem Sozialstatus. Aufgrund der plausibelsten Szenarien für Teilnehmer und Nichtteilnehmer gehen die Autoren davon aus, dass die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu einer Unterschätzung der wahren Odds Ratio für das Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern um ungefähr 10% führen könnten.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, gehören zur Gruppe der Nichtteilnehmer auch Personen, die aus verschiedenen Gründen nicht kontaktiert werden konnten. Es ist schlecht beurteilbar, wie gut die Aussagen der Personen, die zu einer Studienteilnahme nicht bereit waren, auf diese anderen Gruppen übertragbar sind. Die Szenarien beziehen sich nur auf die regelmässige Mobiltelefonbenutzung, weil von den Nichtteilnehmern keine Angaben zum Ausmass der Benutzung vorlagen.

Finanzierung: European Union Fifth Framework Program, International Union against Cancer (UICC).

Ahlbom A, Feychting M, Green A, Kheifets L, Savitz DA, Swerdlow AJ.
Epidemiologic Evidence on Mobile Phones and Tumor Risk: A Review.
Epidemiology 2009; 20 (5): 639-652

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Tumoren: weitere Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über die epidemiologischen Studien zum Krebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzern aus den letzten fünf Jahren. Aktualisierung der ICNIRP-Beurteilung von 2004 (vgl. Ahlbom et al., Environ Health Perspect 2004; 112: 1741-1754).

Kollektiv: Diverse Studienkollektive aus 10 Ländern.

Exposition: Analoge und digitale Mobiltelefone verschiedener Systeme mit Frequenzen von 450, 900, 1800 bis 2200 MHz.

Methode: Übersichtsarbeit mit Darstellung der methodischen Schwierigkeiten von epidemiologischen Studien zur Mobiltelefonbenutzung (u.a. Expositionsschätzung, Seitenabhängigkeit, Latenzzeit der Tumoren, Teilnahmeraten und Fallzahlen bei Langzeitbenutzern).

Resultat: Die Publikationen lassen sich unterteilen in: frühe Untersuchungen aus den USA, Auswertungen der Interphone-Studie, Ergebnisse der schwedischen Forschungsgruppe um L. Hardell und Studien, die auf Listen von Mobilfunkabonnenten basieren. Zum Gliomrisiko liegen 14 Studien vor, von denen 2 ein erhöhtes Risiko bei kurzzeitiger Mobiltelefonbenutzung ergaben (Auvinen et al. 2002, Hardell et al. 2006) und 2 erhöhte Risiken bei mindestens zehnjähriger Benutzung (Hardell et al. 2006, Schüz et al. 2006). Die gepoolte Odds Ratio aus allen Studien zum Gliomrisiko lag für Langzeitbenutzung bei 1.1 (95%-CI: 0.8-1.4) und für Mobiltelefonbenutzung generell bei 1.0 (95%-CI: 0.8-1.2). In vielen Lateralitätsanalysen bestanden auf der nicht zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite reduzierte Risiken für Tumoren. Das weist auf Unterschiede in der Erinnerung von Patienten und Kontrollpersonen und auf eine Verzerrung der Ergebnisse durch Recall-Bias hin. Zum Meningeomrisiko liegen Ergebnisse von 11 Fall-Kontrollstudien, einer Kohortenstudie und 2 gepoolten

Auswertungen mehrerer Studien vor. Bis auf eine Studie von Hardell et al. aus dem Jahr 2006 zeigten die Resultate keine erhöhten Meningeomrisiken, und die kombinierte Odds Ratio aus allen Studien gemeinsam lag bei 1.2 (95%-CI: 0.7-2.2). Das Risiko für Akustikusneurinome wurde in 13 Studien untersucht, deren Risikoschätzer meistens unter 1 lagen. Hinweise auf einen Zusammenhang bestanden nur in der schwedischen Interphone-Studie (Lönn et al. 2004) und in zwei Auswertungen von Hardell et al. (2002 u. 2005). Die gepoolte Odds Ratio lag bei 1.2 (95%-CI: 0.8-2.0) für die Langzeitbenutzung und bei 1.1 (95%-CI: 0.8-1.4) für die Mobiltelefonbenutzung generell. Einige Studien wiesen auf erhöhte Risiken auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite hin. Für Tumoren der Speicheldrüse sind die Resultate uneinheitlich; die beiden Interphone-Studien zeigten erhöhte Risiken auf der bevorzugten Seite, aber verminderte Risiken auf der Gegenseite.

Schlussfolgerung: Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass die Studien bei Mobiltelefonbenutzung während ungefähr 10 Jahren insgesamt keinen Anstieg von Tumoren des Gehirns oder des Kopfes zeigen. Es bestehen aber weiterhin methodische Probleme wie die selektive Beteiligung bestimmter Personengruppen und Unsicherheiten bei der Klassifizierung der Exposition. Obwohl es noch wenig Daten zur Langzeitbenutzung gibt, weisen die Daten nicht auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und schnell wachsenden Tumoren wie zum Beispiel den Gliomen hin. Für langsam wachsende Tumoren wie Meningeome und Akustikusneurinome sind die Nullresultate weniger aussagekräftig, weil die Beobachtungszeit noch zu kurz ist. Zu Tumorrisiken bei Kindern und Jugendlichen liegen noch keine Daten vor.

Bemerkungen: Es werden keine Angaben zum Vorgehen bei der Literaturrecherche gemacht (verwendete Datenbanken, Publikationszeitraum, Anzahl der Studien, Ein-/Ausschlusskriterien, Vollständigkeit?). Als Gründe für die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen von Hardell et al. und den anderen Forschungsgruppen diskutieren die Autoren subtile Unterschiede in der Datenerhebung und den Auswertungsmethoden. Zudem sind in den zum Teil überlappenden Publikationen von Hardell et al. die Zusammensetzung der Fallgruppen, die Ausschlusskriterien, die Expositionsdefinitionen und die Auswahl der präsentierten Resultate nicht einheitlich. Ein Kommentar von K.J. Rothman zu dieser Übersichtsarbeit ist in der gleichen Ausgabe von Epidemiology erschienen (2009; 20(5): 653-655). Darin wird unter anderem empfohlen, die methodischen Unterschiede zwischen den Studien genauer zu untersuchen.

Finanzierung: International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)

Abramson MJ, Benke GP, Dimitriadis C, Inyang IO, Sim MR, Wolfe RS, Croft RJ.

Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (8): 678-686

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		
<u>Studientyp:</u> Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die kognitiven Leistungen von Jugendlichen. Die Untersuchung fand im Rahmen der australischen MoRPhEUS-Studie statt (vgl. Inyang et al., BMC Med Res Methodol (online publication) 2009: 9, 36).

Kollektiv: 317 Jugendliche aus 20 Schulen in der Umgebung von Melbourne (144 Jungen, 173 Mädchen, 11 bis 14 Jahre). Die Teilnahmerate lag bei 66%.

Exposition: Die Befragung der Jugendlichen und ihrer Eltern zur Mobiltelefonbenutzung erfolgte mit einem modifizierten Fragebogen der Interphone-Studie. Als primäres Expositionsmass diente die logarithmierte Form der Gesamtzahl an Anrufen, die die Jugendlichen pro Woche mit einem Mobiltelefon tätigten oder empfangen. Weitere Expositionsmasse waren die Anzahl an SMS pro Woche und die Dauer des Mobiltelefongebrauchs (in Jahren).

Methode: Nach einem Übungsdurchgang absolvierten die Jugendlichen eine computergestützte Testbatterie mit 7 Tests zur kognitiven Leistung und den "Stroop"-Aufmerksamkeitstest. In multiplen linearen Regressionsmodellen wurde die mittlere Reaktionszeit und die Korrektheit der Antworten ausgewertet. Als zusätzliche Einflussfaktoren enthielten die Modelle Alter, Geschlecht, Ethnizität, Sozialstatus und Händigkeit.

Resultat: Ein Mobiltelefon benutzten 94% der Jugendlichen, ein eigenes Gerät besaßen 77%. Der Median der Anrufe und der SMS pro Woche lag bei 8 (Interquartilbereich, IQR: 4 bis 15 resp. 2.5 bis 20) und die mediane Dauer der Mobiltelefonbenutzung bei 1.74 Jahren (IQR: 0.89-2.63). Jugendliche mit mehr Anrufen pro Woche hatten in den beiden Tests zum einfachen und zum assoziativen Lernen statistisch signifikant kürzere

Reaktionszeiten (p-Werte: 0.003 resp. 0.01). Bei diesen Jugendlichen war der Anteil korrekter Antworten in dem Test zum assoziativen Lernen und in zwei Tests zum Arbeitsgedächtnis niedriger (p-Werte: 0.03, 0.01 und <0.001). Die Testresultate zur einfachen Reaktionszeit, zur Wahlreaktionszeit und zur Bewegungswahrnehmung zeigten keinen Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung. Im Stroop-Test war die Interferenz durch Farben, die nicht mit der Wortbedeutung übereinstimmten, bei den Jugendlichen mit häufigerer Mobiltelefonbenutzung stärker. Für die Anzahl an SMS pro Woche zeigte sich ein ähnliches Bild wie für die Anzahl der Telefonate. Die Dauer der Mobiltelefonbenutzung war nicht mit der kognitiven Leistung assoziiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Mobiltelefonbenutzung in anspruchsvolleren Tests mit kürzeren Reaktionszeiten und einer geringeren Korrektheit der Antworten assoziiert war.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist anhand dieser Querschnittsstudie nicht beurteilbar, ob die Unterschiede in der kognitiven Leistung auf die Mobiltelefonbenutzung zurückzuführen sind oder schon vorher bestanden. Möglich ist auch, dass Jugendliche mit intensivem Mobiltelefongebrauch sich auch mehr mit Computerspielen oder Ähnlichem beschäftigten und dadurch kürzere Reaktionszeiten hatten. Die Bedeutung der in der Publikation angegebenen Regressionskoeffizienten für die logarithmierte Reaktionszeit ist unklar: wie stark nimmt die Reaktionszeit und die Korrektheit der Antworten pro wöchentlichem Telefonat ab? Wie gross sind die Unterschiede?

Finanzierung: National Health Medical Research Council of Australia

Korpinen LH, Paakkonen RJ.

Self-report of physical symptoms associated with using mobile phones and other electrical devices.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (6): 431-437

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Hautreaktionen Seh- und Hörstörungen
<u>Exposition:</u>		
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobilfunk allgemein	Nicht bestimmt	Europa
Mobiltelefone		

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittserhebung mit qualitativer Methodik zu unspezifischen Symptomen im Zusammenhang mit der Benutzung von Mobiltelefonen und anderen elektrischen Geräten.

Kollektiv: Der Fragebogen wurde im Oktober 2002 an 15'000 Personen in Finnland im Alter von 18 bis 65 Jahren verschickt. Beantwortet wurde der Fragebogen von 6121 Personen (41%), zur Auswertung kamen die Daten von 3486 Frauen und 2625 Männern. Der Altersdurchschnitt lag bei 41.3 +/- 13.1 Jahren.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen und anderen elektrischen Geräten im Alltag.

Methode: Qualitative Studie zur Identifizierung von Forschungsfragen und zur Prävalenz der unspezifischen Beschwerden.

Resultat: Insgesamt gaben 0.7% der Antwortenden körperliche Symptome im Zusammenhang mit der Benutzung von Mobiltelefonen oder anderen elektrischen Geräten an. Von diesen 44 Personen bezogen sich 33 auf Mobiltelefone und 11 auf Computer. Die Symptome während der Mobiltelefonbenutzung waren Kopfschmerzen, Schmerzen am Ohr und Wärmegefühl.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in ihrer Befragung nur ein kleiner Anteil der Personen Beschwerden bei der Verwendung von Mobiltelefonen oder anderen elektrischen Geräten angab. Sie weisen darauf hin, dass der qualitative Ansatz der Studie zu einer Unterschätzung der Häufigkeit geführt haben könnte.

Bemerkungen: Aus der Publikation geht nicht hervor, wie die Adressaten für den Fragebogenversand

ausgewählt wurden. In der Studie wurde keine Hypothese mittels statistischer Auswertung überprüft.

Thomas S, Heinrich S, Kühnlein A, Radon K.

The association between socioeconomic status and exposure to mobile telecommunication networks in children and adolescents.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (1): 20-27

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Studiendesign, Statistik

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Messung der individuellen Hochfrequenzexposition durch Mobilfunk bei Kindern und Jugendlichen in Bayern und Untersuchung von Zusammenhängen mit gesundheitlichen Beschwerden (MobilEe-Studie, vgl. Thomas et al. 2008, Kühnlein et al. 2009). Die Publikation betrifft Zusammenhänge zwischen der Hochfrequenzexposition und dem Sozialstatus.

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden aus den Einwohnermelderegistern von vier bayerischen Städten zufällig ausgewählt. Auswählbar waren Kinder zwischen 8 und 12 sowie Jugendliche zwischen 13 und 17 Jahren. Insgesamt nahmen 1498 Kinder und 1524 Jugendliche teil, die Teilnahmerate betrug 52%.

Exposition: Hochfrequenzimmissionen des Mobilfunks: a) GSM 900 (890 bis 960 MHz), b) GSM 1800 (1710-1880 MHz) einschliesslich UMTS 2100 (1920-2170 MHz) und DECT (1880-1900 MHz), c) WLAN 2400 (2400-2480 MHz). Die Messungen erfolgten mit Personendosimetern (ESM-140, Maschek Electronics) über 24 Stunden. Da die Messung jede Sekunde erfolgte, ergaben sich für jedes Kind 86'400 Messwerte für jede Frequenz. Tagsüber trugen die Kinder das Messgerät am Oberarm. In der Nacht wurde es neben dem Bett platziert. Für die Auswertung wurden nur Messwerte während des Tages berücksichtigt.

Methode: Zusätzlich zur Messung beantworteten die Teilnehmer Fragen zur Mobiltelefonbenutzung. Zur Kategorisierung des Sozialstatus wurden bei Kindern drei Dimensionen erfragt: Ausbildungsniveau der Eltern, berufliche Position der Eltern sowie das Nettoeinkommen des Haushalts. Die Jugendlichen gaben ihre eigene Ausbildung und den Beruf der Eltern an. Aus diesen Angaben wurden Punktwerte errechnet und die Kinder in drei gleich grosse Gruppen unterteilt, die Jugendlichen in fünf Gruppen. Als Referenzgruppe diente die oberste Kategorie des Sozialstatus. Fehlende Angaben z.B. zum Haushaltseinkommen wurden mittels multipler

Imputation berechnet. Die logistischen Regressionsmodelle waren für Alter, Geschlecht und soziale Unterstützung korrigiert.

Resultat: Nur 3% der Kinder und 1% der Jugendlichen gehörten in die unterste Kategorie des Sozialstatus. Die Hälfte der Kinder und 92% der Jugendlichen besaßen ein Mobiltelefon. Die individuellen Messwerte der Hochfrequenzexposition während des Tages variierten von 0.13% bis 0.92% des ICNIRP-Grenzwertes. Der Median lag für Kinder bei 0.18% und für Jugendliche bei 0.19%. Bei den Kindern war der Anteil der Mobiltelefonbesitzer in der Gruppe mit dem niedrigsten Sozialstatus am höchsten, die Odds Ratio lag bei 2.1 (95%-CI: 1.1-3.9). Bei den Jugendlichen waren die Unterschiede geringer, weil nahezu alle ein Mobiltelefon besaßen. Mehr Kinder und Jugendliche mit niedrigem Sozialstatus benutzten die Telefone über 5 Minuten pro Tag (2.4 (95%-CI: 1.1-5.4) resp. 3.4 (95%-CI: 1.4-8.4)). Die Messung der Hochfrequenzexposition zeigten tendenziell höhere Belastungen bei Kindern und Jugendlichen mit niedrigerem Sozialstatus, die Unterschiede waren aber nicht statistisch signifikant.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie ein Zusammenhang zwischen dem Sozialstatus und der selbstberichteten Mobiltelefonbenutzung bei Kindern und Jugendlichen bestand, aber keine Assoziation mit der gemessenen Hochfrequenzexposition beobachtet wurde.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, war der Anteil der Kinder und Jugendlichen mit niedrigem Sozialstatus im Studienkollektiv sehr gering. Auch wenn in der Publikation keine Angaben zur Verteilung des Sozialstatus in der Ausgangspopulation gemacht werden, ist davon auszugehen, dass Familien mit hohem Sozialstatus überrepräsentiert waren. Dadurch ist die Aussagekraft der Ergebnisse beschränkt, allerdings ergab eine zusätzliche Auswertung mit zwei statt drei Kategorien des Sozialstatus keine anderen Resultate.

Finanzierung: German Mobile Telecommunication Research Programme

Schüz J.

Lost in laterality: interpreting "preferred side of the head during mobile phone use and risk of brain tumour" associations.

Scand J Public Health 2009; 37 (6): 664-667

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Kurze Mitteilung zur Auswertung der Lateralität der Exposition in Fall-Kontrollstudien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive

Exposition: Da bei der Benutzung von Mobiltelefonen nur ein kleines Gehirnnareal auf der Seite des Telefons exponiert ist (ipsilateral), kann das Tumorrisiko auf der gegenüberliegenden Seite des Gehirns (kontralateral) nicht beeinflusst werden.

Methode: Bei der Befragung von Hirntumorpatienten und Kontrollpersonen zur bevorzugten Kopfseite beim Telefonieren ist davon auszugehen, dass Patienten dazu tendieren, die erkrankte Seite anzugeben. Dadurch kann eine Verzerrung der Studienresultate im Sinne einer Überschätzung der statistischen Assoziation zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko entstehen. Das zeigt sich in erhöhten Risiken für die ipsilaterale Mobiltelefonbenutzung und verminderten Risiken für die kontralaterale Benutzung. Da nicht von einem protektiven Effekt der Hochfrequenzexposition bezogen auf die kontralaterale Kopfseite auszugehen ist, weist diese Befundkonstellation auf einen systematischen Fehler (Bias) hin.

Resultat: Insgesamt weisen die bisherigen Studien, auch die gepoolte Auswertung der Interphone-Studie zum Gliomrisiko (Lahkola et al. 2007), auf einen Informationsbias hin. Zum jetzigen Zeitpunkt kann nicht beurteilt werden, wie stark dieser systematische Fehler die Ergebnisse verzerrt. Unklar ist auch, wie Personen ohne bevorzugte Kopfseite bezüglich ihrer Exposition zu klassifizieren sind. Zudem sind Unterschiede in der Exposition der Gehirnnareale innerhalb einer Hemisphäre zu beachten. Falls eine tumorinduzierende Wirkung besteht, sollte eine Zunahme der Tumoren in der Temporallappen-Region zu beobachten sein.

Schlussfolgerung: Der Autor empfiehlt prospektive Studien und detaillierte Auswertungen innerhalb der Fallgruppen, um die Studienresultate besser beurteilen zu können, die auf ein ipsilateral erhöhtes Hirntumorrisiko hinweisen.

Finanzierung: No funding was obtained for this work

Schüz J, Lagorio S, Bersani F.

Electromagnetic fields and epidemiology: An overview inspired by the fourth course at the International School of Bioelectromagnetics.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (7): 511-524

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Brustkrebs

Land:

Tumoren: Hirntumoren

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung der Vorträge am 4. Kurs der "International School of Bioelectromagnetics" in Erice (Sizilien) zum Thema "Elektromagnetische Felder und Epidemiologie".

Kollektiv: Diverse Studien an Mobiltelefonbenutzern und Studien zur Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobiltelefonbenutzung und niederfrequente Magnetfelder durch Stromleitungen am Wohnort.

Methode: Übersicht über die Hauptaussagen der Vorträge: Bisherige Studienresultate zum Risiko von Hirntumoren bei Mobiltelefonbenutzern und zum Leukämierisiko bei Kindern im Zusammenhang mit der häuslichen Magnetfeldbelastung. Ergebnisse von Metaanalysen und Übersichtsarbeiten. Diskussion der methodischen Schwierigkeiten (Expositionsabschätzung, Selektions- und Informationsbias, Lateralität der Exposition) und der Ergebnisse von Validierungsstudien. Beurteilung der Gesamtevidenz für die jeweiligen Endpunkte.

Resultat: Insgesamt beurteilen die Autoren die Evidenz für einen Zusammenhang zwischen hoch- oder niederfrequenter Strahlenbelastung und einer der untersuchten chronischen Krankheiten (bösartige oder neurodegenerative Erkrankungen) nicht als stark genug, um die geltenden Grenzwerte in Frage zu stellen. Eine vorsorgliche Reduktion der Exposition von Kindern gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern kann in Erwägung gezogen werden, es ist aber unklar, ob dadurch ein präventiver Effekt erzielt wird. Beim Benutzen von Mobiltelefonen ist die Verwendung von kabelgebundenen Headsets und die Vermeidung unnötiger Anrufe empfehlenswert. Die vorliegenden Studienresultate sind zwar insgesamt beruhigend, decken aber bisher nur

relativ kurze Beobachtungszeiten ab und lassen einige wissenschaftliche Unsicherheiten bestehen. Bestimmte methodische Schwierigkeiten wie die Verzerrung der Ergebnisse durch Recall-Bias könnten in prospektiven Studien vermieden werden. Ebenfalls empfehlenswert ist die Überwachung der Erkrankungsraten an Hirntumoren in der Gesamtbevölkerung, um Veränderungen in bestimmten Gruppen zu erfassen. Ausserdem fehlen Studien an Kindern bezüglich Erkrankungen des Gehirns, zu unspezifischen Symptomen und Verhaltensstörungen. Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und Kinderleukämie sollten sich auf stark exponierte Gruppen konzentrieren und eine selektive Beteiligung soweit wie möglich vermeiden (z.B. durch die Auswertung von Registerdaten). Auswirkungen der häuslichen Magnetfeldexposition auf das Überleben von leukämiekranken Kindern sollten in Follow-up-Studien weiter evaluiert werden. Prinzipiell ist die Überprüfung der Expositionsabschätzung in Validierungsstudien und die Durchführung von Sensitivitätsanalysen zu empfehlen.

Schlussfolgerung: siehe Resultate

Finanzierung: The Sicilian Regional Government; The European Bioelectromagnetic Association (EBEA); Consortium Elettra 2000; The World Health Organization; EMF-NET (EC FP6 Coordination Action); Centro Interuniversitario per lo Studio delle Interazioni tra Campi Elettromagnetici e Biosistemi (ICEMB); Registration fees of participants; The Italian Ministry of Education, University and Research; Verum Foundation.

Johansson A, Forsgren S, Stenberg B, Wilen J, Kalezic N, Sandstrom M.
No effect of mobile phone-like RF exposure on patients with atopic dermatitis.
Bioelectromagnetics 2008; 29 (5): 353-362

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Elektrohypersensibilität, Beschwerden Hautreaktionen Immunsystem Physiologische oder biochemische Parameter
	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung, ob die Exposition gegenüber einem Mobiltelefon bei Personen mit atopischer Dermatitis zu einer Zunahme der Symptomatik führt oder Entzündungsparameter im Blut beeinflusst.

Kollektiv: Fünfzehn Personen mit atopischer Dermatitis (Durchschnittsalter: 30.5 Jahre) und 15 Kontrollpersonen mit passendem Alter und Geschlecht (Durchschnittsalter: 28.9 Jahre). In beiden Gruppen befanden sich jeweils 7 Frauen und 8 Männer.

Exposition: Das Signal wurde von einem modifizierten GSM-Mobiltelefon (900 MHz) generiert, verstärkt und auf eine Innenraum-Basisstationsantenne in 8.5 cm Distanz rechts vom Kopf der Probanden geleitet. Auf der linken Kopfseite wurde zu Verblindungszwecken eine gleichartige, nicht sendende Antenne montiert. Die Pulsfrequenz betrug 217 Hz, der SAR_{1g}-Wert 1.0 W/kg. Die Telefonbatterie war entfernt und die Sendeleistungskontrolle ausgeschaltet.

Methode: Alle Teilnehmer wurden in zufälliger Reihenfolge im Abstand von einer Woche exponiert und scheinexponiert. Vor der dreissigminütigen Exposition erfolgte eine Basisbestimmung der Blutwerte und eine zehnminütige Adaptationsphase. Nach der Exposition wurde erneut eine Blutprobe abgenommen. Die Teilnehmer kannten den jeweiligen Expositionsmodus nicht (einfach verblindet). Sie beantworteten einen Fragebogen zu Symptomen im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung und zu ihrem Beruf. Vor der Exposition wurde das EKG registriert und die Herzfrequenzvariabilität untersucht. Weitere Parameter waren die Atemfrequenz, der Blutfluss und das elektrische Potenzial der Haut. Als Entzündungsparameter im Blut wurden TNF R1 (Tumornekrosefaktor R1), BDNF (brain derived neurotrophic factor) und das Neuropeptid SP (Substanz P) bestimmt. Die statistische Auswertung der Expositionseffekte erfolgte mittels multivariater Varianzanalyse für wiederholte Messungen. Zusätzliche Einflussfaktoren waren die Reihenfolge der Expositionen und die

Gruppenzugehörigkeit.

Resultat: Personen mit atopischer Dermatitis gaben unabhängig von der Exposition mehr unspezifische Symptome an als Kontrollpersonen. Alle Teilnehmer berichteten während oder nach der realen Exposition häufiger über Symptome wie Müdigkeit, Kopfschmerz und Jucken der Gesichtshaut. Die Gesamtzahl der Symptome war aber für eine statistische Auswertung zu gering. Der Entzündungsparameter TNF R1 war bei Patienten höher als bei Kontrollpersonen, die Konzentrationen von BDNF dagegen signifikant niedriger und der SP-Level tendenziell tiefer. Diese Unterschiede bestanden unabhängig von der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie keine Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Blutwerte der Entzündungsparameter beobachtet wurden. Das Auftreten von Symptomen konnte wegen der geringen Anzahl nicht evaluiert werden.

Bemerkungen: In der Studie wurde nur eine kleine Anzahl von Fällen und Kontrollen untersucht. Die Autoren geben eine statistische Power von über 80% an für den Nachweis von Unterschieden in der Größenordnung der Studie von Kimata et al.: Enhancement of allergic skin wheal responses by microwave radiation from mobile phones in patients with atopic eczema/dermatitis syndrome. Int Arch Allergy Immunol 2002; 129 (4), 348-350. Die Veränderung der Herz-/Kreislaufparameter während der Exposition wurde nicht untersucht.

Finanzierung: Center for Environmental Research, Umea; Swedish Society of Medicine, Stockholm

Rubin GJ, Nieto-Hernandez R, Wessely S.

Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (formerly 'electromagnetic hypersensitivity'): An updated systematic review of provocation studies.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (1): 1-11

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersichtsarbeit über experimentelle Studien zur Untersuchung, ob Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS) elektromagnetische Felder besser wahrnehmen können als Kontrollpersonen und ob nach kurzfristiger Exposition Beschwerden auftreten. Die Arbeit basiert auf einer Übersicht aus dem Jahr 2005. Die bis Januar 2004 publizierten 31 Provokationsstudien hatten keine robuste Evidenz für die EHS als biologische Einheit ergeben (Rubin et al., Psychosom Med 2005: 67 (2), 224-232).

Kollektiv: Diverse Kollektive von experimentellen Studien (Personen mit EHS und Kontrollgruppen).

Exposition: Verschiedene hoch- und niederfrequente Strahlungsquellen mit Immissionen wie sie in der Umwelt auftreten. Exposition unter kontrollierten Bedingungen.

Methode: Systematische Literaturrecherche nach experimentellen Studien zur EHS, die von Januar 2004 bis November 2008 publiziert wurden. Suche in diversen Online-Datenbanken, Kongressmaterialien und Referenzlisten. Einschlusskriterien: Provokationsstudien, einfache oder doppelte Verblindung, Personen mit EMF-bezogenen Beschwerden.

Resultat: Von 77 potenziell relevanten Studien wurden 16 mit insgesamt 487 EHS-Personen in die Review aufgenommen. Sieben Arbeiten untersuchten die Mobiltelefonexposition, 4 evaluierten basisstationsähnliche Signale, 4 weitere betrafen niederfrequente Magnetfelder und eine Studie untersuchte Effekte der Abschirmung. Von den 16 neuen Studien beobachteten 7 Auswirkungen der EMF-Exposition. Diese Resultate waren aber alle durch Aspekte der Studienmethodik erklärbar: multiple Testung (Hillert 2008, Augner 2009), nicht ausgeglichene Expositionsreihenfolge (Eltiti 2007) oder Entblindung der Studie durch die Teilnehmer (Leitgeb 2008). Ein anderer Grund war die Tendenz der EHS-Personen, bei der Frage nach der Feldwahrnehmung überwiegend von

realer Exposition auszugehen (Frick 2005, Kim 2008, Landgrebe 2008). Zudem bestätigten zwei Replikationsversuche (Regel 2006, Eltiti 2007) die Ergebnisse der TNO-Studie zu Auswirkungen von basisstationsähnlichen UMTS-Signalen auf das Wohlbefinden nicht (Zwamborn 2003). Auch die Studie von Leitgeb et al. 2008 bestätigte die von Müller et al. 2000 beobachteten Auswirkungen auf die subjektiven Schlafparameter nicht. Insgesamt ist die Evidenz, dass gesundheitliche Beschwerden von Personen mit EHS auf die Exposition zurückzuführen sind, seit der ersten Übersichtsarbeit schwächer geworden. In mehreren Studien wurde beobachtet, dass bei realer und bei Scheinexposition gleich häufig Beschwerden auftraten. Das spricht für den Einfluss von psychologischen Faktoren und für einen "Nozebo-Effekt" (=Erwartung der Personen führt unabhängig von der tatsächlichen Exposition bereits zu Beschwerden). In Studien zur Feldwahrnehmung mit wiederholter Testung einzelner Teilnehmer konnten nur 2.9% der EHS-Personen und 2.4% der Kontrollpersonen die Expositionsbedingungen differenzieren.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass inzwischen Daten von insgesamt 46 Provokationsstudien an 1175 Teilnehmern vorliegen. Diese Studien haben wenig Evidenz dafür ergeben, dass die Beschwerden von Personen mit EHS auf die Exposition zurückzuführen sind. Viele Untersuchungen zeigen, dass die akuten Symptome durch "Nozebo-Effekte" entstehen. Die Autoren empfehlen, diese neueren Erkenntnisse aus den wissenschaftlichen Studien bei der Beratung von Personen mit EHS zu berücksichtigen.

Finanzierung: UK Mobile Telecommunications and Health Research programme; UK National Institute for Health Research; NIHR Biomedical Research Centre for Mental Health; The South London and Maudsley NHS Foundation Trust; The Institute of Psychiatry, King's College London.

Viel JF, Cardis E, Moissonnier M, de Seze R, Hours M.

Radiofrequency exposure in the French general population: Band, time, location and activity variability. Environ Int 2009; 35 (8): 1150-1154

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Feldstudie in Besançon und Lyon zur Messung der Belastung durch hochfrequente Strahlenquellen in der Allgemeinbevölkerung mittels Personendosimetrie (Exposimeter).

Kollektiv: 377 Personen (203 Frauen und 174 Männer; Durchschnittsalter: 35.8 Jahre) aus den Regionen Besançon und Lyon nahmen an der Studie teil. Die Teilnehmer wurden mittels stratifizierter Stichprobenerhebung ausgewählt, wobei die Bevölkerung gemäss ihrem Wohnort in städtische, vorstädtische und ländliche Untergruppen unterteilt wurde. Da in Frankreich aus Datenschutzgründen die Daten der Volkszählung nicht verwendet werden dürfen, wurden in Besançon zufällige Stichproben aus der Gemeindeangestelltenliste (städtisch und vorstädtisch) und der landwirtschaftlichen Gesundheitsversicherung (agricultural health insurance plan rolls) (ländlich) und in Lyon aus der Angestelltenliste des Universitätsspitals gezogen.

Exposition: Hochfrequenzimmissionen von verschiedenen Strahlungsquellen. Die Exposimeter (EME Spy, Satimo, Frankreich) erfassten 12 Frequenzbänder: von FM-Radio (88-108 MHz) bis W-LAN/Mikrowelle (2.4-2.5 MHz). Die Nachweisgrenzen des Geräts lagen bei 0.05 und 5.01 V/m. Die Gesamtbelastung wurde als Quadratsumme der Messwerte für die einzelnen Frequenzbänder berechnet.

Methode: Zwischen Dezember 2005 und September 2006 trugen die Studienteilnehmer jeweils an einem Werktag während 24 Stunden ein Exposimeter mit sich herum und füllten ein Aktivitätstagebuch aus, das in 15 Minuten-Intervalle eingeteilt war. Zudem füllten sie einen Fragebogen aus zu Charakteristika des Hauses und des Arbeitsplatzes und zu persönlichen Eigenschaften und Aktivitäten, welche die Belastung durch hochfrequente Strahlung beeinflussen könnten. Während des Tages trugen die Studienteilnehmer das Exposimeter in einer Tasche an der Hüfte oder über die Schulter und während der Nacht stellten sie es neben das Bett. Die Hochfrequenzexposition wurde alle 13 Sekunden gemessen. Da ein beträchtlicher Anteil der Messwerte unterhalb

der Nachweisgrenze lag, erfolgte die Berechnung mittels robuster "Regression on Order (ROS)-Statistik" (vgl. Rössli et al., Bioelectromagnetics 2008, 29(6): 471-478). Expositionsunterschiede zwischen verschiedenen Gruppen oder Szenarien (z.B. städtisch/ländlich) wurden mittels des nicht-parametrischen Peto-Peto Tests überprüft.

Resultat: Von den ursprünglich 398 Studienteilnehmern mussten 21 wegen teilweisem oder vollständigem Ausfall des Exposimeters ausgeschlossen werden, wodurch 377 Teilnehmer in die Analyse eingeschlossen wurden. Von den insgesamt über zwei Millionen Messwerten lagen nur 46.6% über der Nachweisgrenze. Am höchsten war der Anteil der Messwerte über der Nachweisgrenze bei Schnurlostelefonen (17.2%), W-LAN bzw. Mikrowellenofen (14.1%) und Radiosendern (11%). Werte über 1 V/m wurden im Frequenzbereich der Mobiltelefone (GSM 900 und 1800; 0.3% bzw. 0.1%), DECT-Telefone (0.2%) und Mikrowellenofen (0.1%) gemessen. Die mittlere Totalbelastung war 0.201 V/m (Standardabweichung: 0.237 V/m). Die durchschnittliche Belastung durch hochfrequente Felder war für Studienteilnehmer aus städtischen Gebieten höher (0.231 V/m) als für Teilnehmer aus vorstädtischen (0.201 V/m) oder ländlichen Gebieten (0.156 V/m). Sie war höher während des Tages (6 Uhr bis 22 Uhr; 0.204 V/m) im Vergleich zur Nacht (0.197 V/m) und für Erwachsene (0.206 V/m) verglichen mit Jugendlichen (0.188 V/m). Die höchsten Expositionen wurden gemessen, wenn die Studienteilnehmer unterwegs waren (Gehen/Spazieren (0.233 V/m), Bus/Tram (0.238 V/m), Zug/Untergrundbahn (0.257 V/m)). Alle untersuchten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen oder Szenarien waren statistisch signifikant ($p < 0.01$). Von den einzelnen Quellen wurde für Radiostationen die höchste mittlere Belastung gemessen (0.044 V/m), etwas niedrigere Feldstärken entstanden durch Schnurlostelefone (0.037 V/m), UMTS-Mobiltelefone (0.036 V/m), UMTS-Mobilfunkbasisstationen (0.037 V/m) und W-LAN/Mikrowelle (0.038 V/m). Die hohen Werte im W-LAN/Mikrowellen-Band führen die Autoren auf die Benutzung von Mikrowellenofen zurück.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die mittlere Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlenquellen 0.201 V/m betrug. Höhere Belastungen ergaben sich in städtischen Gebieten, während des Tages, bei Erwachsenen und während die Studienteilnehmer unterwegs waren. Da sehr viele Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen, schlagen die Autoren vor, in Zukunft persönliche Messgeräte mit einer tieferen Nachweisgrenze zu benutzen.

Bemerkungen: Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen bzw. Szenarien waren generell sehr gering, wegen der grossen Anzahl an Messungen jedoch statistisch signifikant. Die Autoren erwähnen keine Einschlusskriterien und auch die Definition ihrer Altersgruppen (jugendlich, erwachsen) ist unklar. Ausserdem ist die Berechnung der Totalexposition anhand der Angaben in der Publikation nicht nachvollziehbar. Die durchschnittlichen Belastungen in dieser Studie sind im Vergleich zu Messkampagnen in Ungarn (Thuróczy et al., Ann Telecommun 2008; 63: 87-96) und der Schweiz (Rössli et al., Bioelectromagnetics 2008; 29(6): 471-478) etwas niedriger. Die Unterschiede zu Ungarn erklären die Autoren damit, dass dort die Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze durch den Wert der Nachweisgrenze (0.05 V/m) ersetzt und keine ROS-Statistik angewendet wurde. In der Schweizer Studie wurde ein Teil der Personen rekrutiert, weil sie in der Umgebung einer Mobil- oder Rundfunkanlage wohnten. Auch die Beiträge der verschiedenen Expositionsquellen unterscheiden sich von den Resultaten der Schweizer Messkampagne (vgl.: Frei et al., Environmental Research 2009; 109(6): 779-785): In der Schweiz waren die Belastungen vor allem durch Schnurlostelefone, Mobilfunkbasisstationen und Mobiltelefone dominiert (mit starker Dominanz des GSM-Signals). Diese Unterschiede könnten teilweise dadurch erklärt werden, dass in der Schweizer Studie eine neuere Version des

Exposimeters benutzt wurde, das weniger Fehlfunktionen aufwies als die ältere Version. Eine weitere Studie der selben Autoren zur Exposition durch Sendeanlagen ist zu finden in: Viel et al.: Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast transmitters: a population-based survey with personal meter. Occup Environ Med 2009; 66 (8), 550-556.

Finanzierung: French Agency for Environmental and Occupational Health Safety

Tomitsch J, Dechant E, Frank W.

Survey of electromagnetic field exposure in bedrooms of residences in lower Austria.

Bioelectromagnetics 2009; 31 (3): 200-208

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
Exposition:	Kinder und Jugendliche	
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	Wirkungsdauer:	Land:
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)	Nicht bestimmt	Europa
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)		
Mobilfunk allgemein		
Studientyp:		
Mobilfunkbasisstationen		
Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Erfassung der typischen Belastung durch hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder in Wohnungen in Österreich.

Kollektiv: 226 Haushalte in Niederösterreich. Von insgesamt 573 Gemeinden in dieser Region sind 230 so genannte "Gesunde Gemeinden". Aus diesen Gemeinden wurden von 400 Kontakten 250 zufällig ausgewählt, davon beteiligten sich 187 Personen an der Studie. Zusätzlich wurden noch 48 Teilnehmer rekrutiert. Insgesamt 154 Haushalte befanden sich in ländlichen Gegenden, 56 in kleineren Städten (<10 000 Einwohner) und 16 in Städten.

Exposition: Elektrostatische Felder, niederfrequente elektrische und magnetische Felder (16.7 Hz bis 100 kHz) sowie hochfrequente Felder (87.5 MHz bis 2483.5 MHz).

Methode: In den Schlafzimmern wurden Punktmessungen aller Felder durchgeführt. Dabei befanden sich alle Geräte in dem nachts üblichen Status, um die Exposition während der Nacht zu simulieren. Eine zweite Messung fand statt, nachdem die Belastung durch die vorhandenen elektrischen Geräte mit einfachen Massnahmen soweit wie möglich reduziert worden war. Zusätzlich wurden mit einem Messgerät unter dem Bett niederfrequente Magnetfelder von 22 Uhr bis 6 Uhr erfasst (alle 2 Sekunden gemessen). Die untere Nachweisgrenze für niederfrequente Magnetfelder lag bei 0.01 μT und für hochfrequente Felder bei 0.06 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.005 \text{ V}/\text{m}$). Für Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze wurde die Hälfte dieses Wertes angenommen. Der Vergleich zwischen Einfamilienhäusern und Wohnungen sowie zwischen städtischen und ländlichen Regionen erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov-Test für 2 Stichproben.

Resultat: Für elektrostatische Felder lag der arithmetische Mittelwert am Kopfende des Bettes bei 200 V/m. Der

arithmetische Mittelwert der niederfrequenten elektrischen Felder betrug 37.4 V/m, der geometrische Mittelwert 22.7 V/m und der Median 26.2 V/m. Die Kurzzeitmessungen der niederfrequenten Magnetfelder ergaben bei 18.2% der Teilnehmer Werte über 100 nT ($=0.1 \mu\text{T}$) und bei 3.1% Werte über 300 nT ($=0.3 \mu\text{T}$). Im Frequenzbereich von 50 bis 2000 Hz lagen nur 2.7% der Messungen über der Nachweisgrenze und das arithmetische Mittel lag bei 25.4 nT ($=0.025 \mu\text{T}$), das geometrische Mittel bei 14 nT. Für die Hochfrequenzexposition durch GSM- und UMTS-Basisstationen betrug der arithmetische Mittelwert $90.3 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.19 \text{ V/m}$), der geometrische Mittelwert $6.25 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.05 \text{ V/m}$). In Haushalten mit DECT-Schnurlostelefonen ($n=131$) wurde für die Belastung durch die Basisstation ein arithmetischer Mittelwert von $488.2 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.43 \text{ V/m}$) berechnet und ein geometrischer Mittelwert von $21.08 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.09 \text{ V/m}$). In den 23 Haushalten (10.2%) mit WLAN lag der geometrische Mittelwert im Frequenzbereich 2400 MHz bei $12.33 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.07 \text{ V/m}$). Insgesamt resultierte für die Hochfrequenzexposition ein arithmetischer Mittelwert von $407 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.39 \text{ V/m}$) und ein Median von $40 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($=0.12 \text{ V/m}$). Nach den Massnahmen zur Verminderung der Exposition (Vergrössern des Abstands zwischen Gerät und Bett, Optimierung der Stromversorgung, Ausstecken etc.) reduzierte sich der arithmetische Mittelwert der niederfrequenten elektrischen Felder von 37.4 auf 14.4 V/m, für die Magnetfelder von 56.4 auf 33.8 nT. Die Magnetfeldbelastung war in städtischen Regionen statistisch signifikant höher als in ländlichen Gebieten ($p=0.05$), das Gleiche galt für Wohnungen im Vergleich zu Einfamilienhäusern ($p=0.025$). Auch die Hochfrequenzexposition war in städtischen Regionen und in Wohnungen höher. Die Korrelation zwischen der Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern und hochfrequenten Felder war niedrig (Spearman $R=0.16$), aber statistisch signifikant ($p=0.008$) und unabhängig von Region und Haustyp.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die Messwerte mit anderen aktuellen Studien vergleichbar sind. In einigen Studien wurde aber gezielt in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen gemessen. Sie empfehlen, die Entwicklung der Belastungen durch zukünftige Messungen in den selben Wohnungen zu beobachten.

Bemerkungen: Die systematische Erfassung der Belastungen in verschiedenen Frequenzbereichen ist sinnvoll und notwendig. Eine Einschränkung ergibt sich daraus, dass es sich nicht um eine reine Zufallsstichprobe aus allen Haushalten in Niederösterreich handelte. Daher ist die Repräsentativität der Messwerte für die Gesamtbevölkerung nicht sicher beurteilbar.

Finanzierung: Government of Lower Austria

Goldwein O, Aframian DJ.

The influence of handheld mobile phones on human parotid gland secretion.

Oral Diseases 2010; 16 (2): 146-150

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die Speichelproduktion in der Ohrspeicheldrüse.

Kollektiv: 25 Frauen und 25 Männer im Alter von 19 bis 33 Jahren ohne relevante Erkrankungen oder Verletzungen, Drogeneinnahme, chronischem Alkohol- oder Nikotinabusus oder Schwangerschaft. Alle Teilnehmer gaben eine bevorzugte Seite für die Mobiltelefonbenutzung an.

Exposition: Die Studienteilnehmer benutzten seit durchschnittlich 7 Jahren ein Mobiltelefon, 56% mindestens fünf Mal am Tag. 40 Personen (80%) bevorzugten das rechte Ohr zum Telefonieren. Fast die Hälfte der Teilnehmer benutzte Freisprechgeräte. Die tägliche Gesprächsdauer ohne Freisprechgerät wurde durch Multiplikation der Gesamtdauer mit dem Anteil des Gebrauchs ohne Freisprechgerät berechnet.

Methode: Die Teilnehmer füllten einen Fragebogen zur Mobiltelefonbenutzung aus. Die einmalige Messung der Sekretion beider Ohrspeicheldrüsen fand gleichzeitig zwischen 8 und 12 Uhr statt. Zu Beginn wurde die Produktion mit 2%iger Zitronensäure stimuliert. Der statistische Vergleich der Mittelwerte erfolgte mit t-Tests, der Mediane mit Wilcoxon-Tests, Subgruppen wurden in Varianzanalysen verglichen.

Resultat: Bei Personen mit überwiegend rechtsseitiger Mobiltelefonbenutzung betrug die durchschnittliche Speichelproduktion der rechten Ohrspeicheldrüse 0.26 ml pro 5 Minuten (SEM: 0.025) und der linken Ohrspeicheldrüse 0.18 ± 0.022 ml pro 5 Minuten. Das Verhältnis von 1.5 war statistisch signifikant ($p=0.001$). Für Personen mit überwiegend linksseitiger Mobiltelefonbenutzung lag die Sekretionsrate der linken Drüse bei 0.25 ± 0.067 ml, der rechten bei 0.20 ± 0.045 ml ($p>0.05$). Insgesamt wurde für das Verhältnis der

Sekretionsraten zwischen der bevorzugten und der nichtbevorzugten Seite ein Mittelwert von 2.54 ± 0.4 berechnet. Es bestand keine Korrelation zwischen der täglichen Gesprächsdauer und der Sekretionsrate ($r=-0.2$). Die Proteinkonzentration im Speichel war bei Personen mit überwiegend rechtsseitiger Mobiltelefonbenutzung auf der rechten Seite niedriger als auf der linken (rechts: 1.12 ± 0.205 , links: 3.52 ± 1.18 pro ml, $p=0.006$). Bei linksseitiger Bevorzugung bestand kein signifikanter Unterschied (links: 2.13 ± 1.13 , rechts: 1.47 ± 0.455).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf Veränderungen der Speichelsekretion im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung.

Bemerkungen: In der Publikation sind einige Punkte bezüglich Auswertung und Resultaten unklar. Die Rekrutierung der Teilnehmer wird nicht beschrieben, es handelte sich wohl nicht um eine Zufallsstichprobe. Auffallend ist, dass die Sekretionsraten bei gesunden Probanden in einer anderen Studie nach Angaben der Autoren wesentlich höher waren (ca. 0.3 ml/min im Gegensatz zu ca. 0.25 ml/5 min. in der vorliegenden Studie). Wie stark die Teilnehmer durch die Mobiltelefonbenutzung tatsächlich exponiert waren, lässt sich anhand der Angaben nicht beurteilen, weil ein grosser Teil der Personen Freisprechgeräte benutzte. Es ist unklar, ob und wie dies bei den Hauptergebnissen berücksichtigt wurde (Vergleich zwischen "dominant right" und "dominant left"). Auch die Berechnung des Verhältnisses von 2.54 zwischen dominanter und nicht-dominanter Seite insgesamt ist nicht nachvollziehbar. Gegen einen kausalen Zusammenhang spricht die fehlende Korrelation zwischen Dauer oder Intensität der Mobiltelefonbenutzung und Speichelproduktion.

Hässig M, Jud F, Naegeli H, Kupper J, Spiess B.

Prevalence of nuclear cataract in Swiss veal calves and its possible association with mobile telephone antenna base stations.

Schweiz Arch Tierheilkd 2009; 151 (10): 471-478

Stichwörter

Kollektiv:

Tiere

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Erstes Ziel: Untersuchung der Prävalenz von Katarakten (=Grauer Star) bei Kälbern in der Schweiz.

Zweites Ziel: Untersuchung von Zusammenhängen mit der Hochfrequenzbelastung durch Mobilfunkbasisstationen in der Umgebung des Bauernhofs.

Kollektiv: Von August 2005 bis April 2006 wurden 253 Kälber (83 bis 370 Tage alt) nach der Schlachtung von verschiedenen Schlachthöfen in allen Regionen der Schweiz zufällig ausgewählt. In Frage kamen nur Kälber, deren Gesundheitszustand für die Fleischverarbeitung ausreichend war und die eine Ohrmarke zur Identifizierung hatten. Die Kälber stammten von 229 verschiedenen Bauernhöfen, maximal 4 Kälber vom selben Hof.

Exposition: In einem Radius von 10 km um die Höfe herum wurden die Standpunkte und Feldstärken der GSM- und UMTS-Basisstationen ermittelt (Angaben vom BAKOM). Die maximalen theoretischen Feldstärken der nächsten Basisstationen lagen ohne topographische Korrektur bei: >1 V/m (40 Standorte), 0.5 bis 0.99 V/m (121 Standorte), 0.1 bis 0.49 V/m (190 Standorte) und <0.1 V/m (11 Standorte). Bei der Berechnung der Gesamtfeldstärke wurden alle Basisstationen im Umkreis von 10 km berücksichtigt (608 141 GSM- oder UMTS-Sendeeinheiten an 10 716 Standorten). Zusätzlich wurde die Distanz zur nächsten Basisstation im Umkreis von 2 km im ersten Trimester berechnet. Identifiziert wurden von 0 bis 99 m: 5 Basisstationen, von 100 bis 199 m: 9 Basisstationen, von 200 bis 299 m: 9 MPBS, von 300 bis 399 m: 13 Basisstationen, von 400 bis 499 m: 21 Basisstationen, von 500 bis 999 m: 124 Basisstationen und von 1000 bis 1999 m: 263 Basisstationen.

Methode: Ursprung, Stammbaum und Standorte der Kälber und ihrer Muttertiere wurden anhand der Ohrmarke identifiziert. Beide Augen wurden ophthalmologisch untersucht, Augen mit Katarakt auch histologisch. Registriert wurden Infektionen und Marker für oxidative Prozesse im Kammerwasser der Augen. Für jeden

Bauernhof (n=362) wurde die Distanz bis zur nächsten Mobilfunkbasisstation im Umkreis von 2 km evaluiert. Zusätzlich wurde die Feldstärke der Mobilfunkbasisstationen im Umkreis von 10 km ermittelt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA), logistischer oder linearer Regression. Zusätzlich zur Signifikanzprüfung wurde für jedes Ergebnis eine nachträgliche Powerberechnung durchgeführt. Die Korrektheit der Resultate wurde anhand von Hosmer-Lemeshow-Tests beurteilt.

Resultat: Von 253 Kälbern hatten 79 (32%) ein- oder beidseitige Katarakte, davon 9 (3,6%) eine schwere Katarakt. Kälber mit infektionsbedingter Katarakt wurden von den Auswertungen nicht ausgeschlossen. Die Varianzanalyse ergab eine Assoziation zwischen der Feldstärke der Antennen und der Katarakthäufigkeit. Für die logarithmierte Feldstärke der nächsten Basisstation im Umkreis von 2 km und aller Basisstationen im Umkreis von 10 km waren die Odds Ratios signifikant erhöht. Zwei der 9 Kälber mit schwerer Katarakt kamen aus dem selben Dorf, die übrigen aus verschiedenen Regionen der Schweiz. Es zeigte sich eine Assoziation zwischen der Distanz zur nächsten Basisstation im zweiten Trimester und im Geburtszeitraum mit dem Parameter $\ln(\text{GSH})$ als Mass für den oxidativen Stress im Kammerwasser des Auges. Die Messung des Parameters GPx ergab eine signifikante Verminderung des oxidativen Stresses: OR pro Kilometer 0.8 (95%-CI: 0.62-0.93). Die statistische Präzision (Hosmer-Lemeshow) lag bei 100% für negative Fälle und bei 11.11% für positive Fälle wegen der geringen Anzahl an schweren Katarakten.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend halten die Autoren fest, dass diese Studie aufgrund ihres Designs weder belegen noch widerlegen kann, dass sich Mobilfunkbasisstationen auf die Katarakthäufigkeit bei Kälbern auswirken. Die Autoren weisen darauf hin, dass viele andere Einflussfaktoren in Frage kommen und empfehlen, in zukünftigen Studien an Tieren und Menschen auch die Exposition während der Embryonalzeit zu berücksichtigen.

Bemerkungen: Die Hauptschwäche dieser Studie liegt in der Expositionsabschätzung: Bekannt war nur die theoretisch mögliche, maximale Sendeleistung der Mobilfunkbasisstationen, nicht die tatsächliche Sendeleistung. Deshalb ist schon die Exposition der Muttertiere während der Trächtigkeit unklar. Die Belastung der Kälber im Embryonalstadium ist wegen der geringen Eindringtiefe der Hochfrequenzstrahlung in biologisches Gewebe noch schlechter abschätzbar. Zusätzlich bestehen in der Publikation zahlreiche Unklarheiten in den statistischen Auswertungen und in der Darstellung der Resultate. Unter anderem wurden keine weiteren Einflussfaktoren, wie beispielsweise die Luftverschmutzung in der Umgebung der Bauernhöfe, berücksichtigt. Kälber, bei denen infektiöse Ursachen für Katarakte bestanden, wurden ebenfalls in die Auswertungen einbezogen. Wie viele Kälber Infektionskrankheiten hatten, wird nicht angegeben. Bei nur 9 Tieren mit schweren Katarakten können sich die Resultate zur Hochfrequenzexposition aber schon durch einzelne infektionsbedingte Fälle stark verändern. Zudem sind in der Publikation keine Rohdaten angegeben, so dass sich die Ergebnisse nicht nachvollziehen lassen. Insgesamt lassen sich aus dieser Studie keine Schlussfolgerungen in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Mobilfunkbasisstationen und Katarakten bei Kälbern ableiten.

Finanzierung: Keine Angaben

Breckenkamp J, Berg-Beckhoff G, Münster E, Schüz J, Schlehofer B, Wahrendorf J, Blettner M.
Feasibility of a cohort study on health risks caused by occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields.
Environ Health (online publication) 2009; 8:: 23

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Machbarkeit einer Kohortenstudie in Deutschland zu Auswirkungen der beruflichen Hochfrequenzbelastung auf die Gesundheit.

Kollektiv: Evaluiert wurden verschiedene Berufsgruppen mit höherer und langfristiger Hochfrequenzbelastung sowie eine Kohorte von Amateurfunkern.

Exposition: Belastung durch Hochfrequenzstrahlung am Arbeitsplatz (ohne Mobiltelefonbenutzung). Informationen zur Exposition stammten von Berufsverbänden, Expertenkomitees, Firmenbesuchen, technischen Berichten und aus der wissenschaftlichen Literatur.

Methode: Als Endpunkt der geplanten Kohortenstudie wurde die Sterblichkeit aufgrund von Krebs, kardiovaskulären oder neurodegenerativen Krankheiten identifiziert. Die Eignung von Berufsgruppen wurde anhand vorher festgelegter Kriterien überprüft (Datenlage, Expositionsabschätzung). Zudem wurde die erforderliche Stichprobengrösse berechnet. Es stellte sich heraus, dass die notwendigen Fallzahlen nur in einer historischen (retrospektiven) Kohorte mit entsprechend langer Beobachtungszeit realisierbar waren.

Resultat: Neben den Amateurfunkern wurden zwanzig Berufsgruppen als potenziell hochfrequenzexponiert eingestuft, darunter Antennentechniker, Schweisser, Flughafenarbeiter, Kassierer(innen) und medizinisches Personal wie Physiotherapeuten und Medizintechniker. Die Hochfrequenzbelastung der ausgewählten Berufsgruppen wurde von jeweils mindestens zwei Fachleuten beurteilt. Achtzehn Berufsgruppen wurden im ersten Schritt als ungeeignet eingestuft, weil entweder die Exposition zu gering war oder die Anzahl exponierter

Personen nicht ausreichte. Drei Gruppen wurden weiter evaluiert: 1) Angestellte von Mittel- und Kurzwellensendern, 2) Amateurfunkern und 3) Arbeiter an dielektrischen Heissiegelmaschinen. Es stellte sich heraus, dass keine der drei Gruppen für eine Kohortenstudie in Deutschland geeignet war: Bei Arbeitern an dielektrischen Heissiegelmaschinen ist die Rekrutierung einer ausreichenden Anzahl schwierig, weil in den Firmen nur wenige Personen mit diesem Beruf arbeiten. Ausserdem sind sie am Arbeitsplatz weiteren Expositionen wie Plastikdämpfen und niederfrequenten Feldern ausgesetzt. Auch die Anzahl an Technikern von Mittel- und Kurzwellensendern reicht für eine Kohortenstudie nicht aus; zudem ist in Deutschland die Umstellung auf digitale Rundfunksender im Gange. Bei Amateurfunkern ist die Expositionsabschätzung problematisch, weil sie nicht jeden Tag exponiert sind und die Expositionsdauer stark variiert.

Schlussfolgerung: Aufgrund ihrer Ergebnisse halten die Autoren eine Kohortenstudie zur beruflichen Hochfrequenzexposition in Deutschland zum jetzigen Zeitpunkt nicht für empfehlenswert. Die Untersuchung von Arbeitern an dielektrischen Heissiegelmaschinen könnte in anderen Ländern mit grösseren Arbeiterzahlen machbar sein.

Finanzierung: German Mobile Telecommunication Research Programme of the German Federal Ministry for the Environment, Nuclear Safety, and Nature Protection

Samkange-Zeeb F, Blettner M.

Emerging aspects of mobile phone use.

Emerging Health Threats Journal (online publication) 2009; 2: e5

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Land:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über gesundheitliche Auswirkungen, die im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung diskutiert werden, und Darstellung des aktuellen Kenntnisstands.

Kollektiv: Diverse Kollektive epidemiologischer Studien zu Krebserkrankungen, unspezifischen Symptomen, zu Auswirkungen auf das Gehör und auf das Verhalten.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Frequenzbereiche: 450 bis 900 MHz (analoge Systeme), 1800 bis 1900 MHz (digitale Systeme) und 1900 bis 2200 MHz (UMTS). Die maximalen SAR-Werte im Gehirn liegen bei Analogtelefonen zwischen 0.9 und 1.76 W/kg, für GSM-Telefone bei 0.44 W/kg. Die ICNIRP-Empfehlung ist 2 W/kg.

Methode: Übersichtsarbeit. Die Literatursuche in PubMed/Medline umfasste Studien und Übersichtsarbeiten zu Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die Gesundheit.

Resultat: Am häufigsten wurde das Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern untersucht (in PubMed/Medline: 28 Studien bis 30.06.2008). In einer Meta-Analyse von Kan et al. aus dem Jahr 2008 zeigte sich insgesamt kein Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung. Für die Studien mit Langzeitbenutzern (>10 Jahre) ergab sich eine statistisch signifikante Assoziation mit einer kombinierten Odds Ratio von 1.25 (95%-CI: 1.01-1.54). In einer Auswertung der Interphone-Studie aus Deutschland war das Gliomrisiko bei über zehnjähriger Benutzung erhöht (OR: 2.2, 95%-CI: 0.94-5.11), in einer schwedischen Auswertung lag das Akustikusneurinom-Risiko bei 1.9 (95%-CI: 0.9-4.1). Die Untersuchung der Seitenabhängigkeit ergab in einigen Studien für Personen mit über zehnjährigem, gleichzeitigem Gebrauch einen Zusammenhang mit dem Gliomrisiko oder mit dem Akustikusneurinom-Risiko. Dabei bestand die Tendenz, dass Patienten mit Hirntumoren die erkrankte Seite als

die zum Telefonieren bevorzugte Angaben. Zur elektromagnetischen Hypersensibilität (EHS) ergab eine systematische Übersichtsarbeit von Röösl 2008 keine Evidenz, dass Personen mit EHS niedrigdosierte Hochfrequenzfelder besser wahrnehmen können als Nichtsensible. Es zeigte sich auch kein Zusammenhang mit dem Auftreten unspezifischer Symptome bei kurzfristiger Exposition. Das selbe galt für Auswirkungen auf das Gehör in experimentellen Studien. Dagegen berichteten Personen mit intensivem Mobiltelefongebrauch in einigen Befragungen über Hörprobleme nach der Exposition. Wegen der längeren und intensiveren Benutzung von Mobiltelefonen bei Kindern können spätere Auswirkungen auf die Gesundheit nicht ausgeschlossen werden. Auch die unterschiedlichen Belastungsmuster, die durch die Benutzung der verschiedenen Funktionen von Mobiltelefonen entstehen, sind noch ungenügend untersucht.

Schlussfolgerung: Die Autorinnen resümieren, dass die wissenschaftlichen Studien und Risikoabschätzungen zum jetzigen Zeitpunkt keine schlüssige Evidenz für negative Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen oder Mobilfunkbasisstationen liefern. Sie halten Studien zur langfristigen Mobiltelefonbenutzung (>15 Jahre) für gerechtfertigt und empfehlen, darin ein breites Spektrum an gesundheitlichen Auswirkungen zu untersuchen. Bei der Abklärung von unspezifischen Symptomen plädieren sie für einen interdisziplinären Ansatz. Um die Gesundheit von Kindern zu untersuchen, befürworten sie prospektive Kohortenstudien, die verschiedene Altersgruppen einbeziehen und die rasche technische Weiterentwicklung berücksichtigen.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine narrative Übersichtsarbeit ohne Auflistung aller Studien, die für die einzelnen Endpunkte identifiziert wurden

Finanzierung: keine Angaben

Van den Bulck J.

Adolescent use of mobile phones for calling and for sending text messages after lights out: results from a prospective cohort study with a one-year follow-up.

Sleep 2007; 30 (9): 1220-1223

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Häufigkeit, mit der Jugendliche in Belgien nach dem Zubettgehen ein Mobiltelefon benutzen und zum Zusammenhang mit dem Ausmass ihrer Müdigkeit.

Kollektiv: Die Teilnehmer stammten aus 15 zufällig ausgewählten Sekundarschulen im flämischen Teil Belgiens (erstes und viertes Schuljahr). An der ersten Befragung beteiligten sich 2449 Jugendliche, das Durchschnittsalter lag bei 13.7 (SD=0.68) bzw. bei 16.9 Jahren (SD=0.83). In der zweiten Befragung konnten 28.8% der Teilnehmer nicht mehr kontaktiert werden (Schulwechsel).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung nach dem Zubettgehen.

Methode: Die erste Befragung fand im Februar 2004 statt. Die Jugendlichen gaben auf einer 5-Punkte-Skala an, wie häufig, zu welcher Zeit und in welcher Form sie nach dem Zubettgehen ein Mobiltelefon benutzten. Da die Angaben für Anrufe und SMS gut übereinstimmten, wurde nur die Anzahl an SMS ausgewertet. Bei der zweiten Befragung im Februar 2005 beantworteten die Teilnehmer auf einer 11-Punkte-Skala vier Fragen zur Müdigkeit generell, am Morgen, in der Schule und nach dem Wochenende. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Faktoranalyse und logistischen Regressionsmodellen.

Resultat: Über die Hälfte der Jugendlichen schrieben mehrmals pro Monat SMS-Nachrichten nach dem Zubettgehen, ungefähr 20% mindestens einmal pro Woche, teilweise auch erst zwischen 24 Uhr und 3 Uhr nachts. Die Befragung ein Jahr später ergab eine Zunahme der Müdigkeit mit der Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung nach dem Zubettgehen. Teilnehmer, die mindestens einmal pro Monat das Mobiltelefon verwendeten, hatten eine ungefähr verdoppelte Wahrscheinlichkeit, sehr müde zu sein (Odds Ratio: 1.8, 95%-CI:

1.2-2.8). Die Berechnung des attributablen Risikos ergab, dass ein Anteil von ungefähr 7.5% aller Jugendlichen mit Müdigkeit auf die Mobiltelefonbenutzung nach dem Zubettgehen zurückzuführen sein könnte.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend weist der Autor darauf hin, dass in die Diskussion um Auswirkungen von elektronischen Medien auf die Gesundheit von Jugendlichen auch die Mobiltelefonbenutzung einbezogen werden sollte.

Bemerkungen: In der Untersuchung wird nicht die Hochfrequenzexposition durch Mobiltelefone untersucht, sondern Auswirkungen des mobiltelefonspezifischen Verhaltens auf die Müdigkeit. In der Publikation fehlen Angaben zur Teilnahmerate an der ersten Befragung (Selektion?). Andere Einflussfaktoren auf die Müdigkeit bei Jugendlichen wurden nicht berücksichtigt (z.B. Freizeitverhalten, Alkoholkonsum).

Finanzierung: "This was not an industry supported study."

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L.

Mobile and cordless telephones, serum transthyretin and the blood-cerebrospinal fluid barrier: a cross-sectional study.

Environ Health (online publication) 2009; 8: 19

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie in Schweden zur Untersuchung, ob ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und der Blutkonzentration von Transthyretin besteht. Das Eiweiss Transthyretin ist eine Transportsubstanz für Thyroxin und Retinol und könnte als Marker für eine Schädigung der Abgrenzung zwischen Blut und Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit dienen. Diese Abgrenzung besteht aus Epithelzellen des Plexus choroideus, der in den vier Ventrikeln des Gehirns lokalisiert ist. In einer früheren Auswertung der gleichen Studie wurde die Blutkonzentration des Proteins S100B als Marker für eine Schädigung der Blut-Hirn-Schranke untersucht. Die Blut-Hirn-Schranke ist die Grenzmembran zwischen Blut und Gehirnzellen (Söderqvist et al. 2009, Sci Total Environ 2009: 407 (2), 798-805).

Kollektiv: Aus dem Bevölkerungsregister der schwedischen Stadt Örebro wurden 500 Männer und 500 Frauen im Alter von 18 bis 65 Jahren zufällig ausgewählt.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen (GSM, UMTS, analoges NMT) oder Schnurlostelefonen (DECT) gemäss Teilnehmerangaben.

Methode: In schriftlichen Fragebögen wurden die Teilnehmer zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen, zur Exposition gegenüber Röntgenstrahlen, Chemikalien, Strahlentherapien und zu Gesundheits- und Lebensstilfaktoren befragt. Die Datenerhebung dauerte von März bis November 2007. Die Blutentnahme fand am Nachmittag am Ende einer Arbeitswoche statt. Die statistische Auswertung der Transthyretin-Konzentration im Blut erfolgte mittels linearer Regression nach logarithmischer Transformation der Werte. Für die dichotomisierte Analyse der Transthyretin-Konzentration wurde eine nicht konditionale logistische Regression verwendet. Als Trennpunkt wurde das dritte Quartil der Verteilung verwendet (0.31 g/l),

weil kein klinischer Grenzwert zwischen "normal" und "erhöht" bekannt ist.

Resultat: Von 1000 kontaktierten Personen beteiligten sich 314 (31.4%) an der Studie. Der Transthyretin-Wert lag für 313 Teilnehmer vor, davon waren 180 Frauen. Das Durchschnittsalter lag bei 45.6 Jahren. Die Transthyretin-Konzentrationen variierten zwischen 0.17 und 0.48 g/l. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen Männern und Frauen (Median: 0.3 vs. 0.25 g/l, $p < 0.0001$) sowie zwischen Personen über und unter 47 Jahren (Median: 0.28 vs. 0.26 g/l, $p = 0.02$). Weitere signifikante Einflussfaktoren waren Body Mass Index, Rauchen und der Konsum von Kautabak. Personen mit langfristiger Mobil- oder Schnurlostelefonbenutzung hatten im Vergleich zu Personen mit geringer Benutzung (< 446 Stunden) kein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für Transthyretin-Konzentrationen über 0.31 g/l; die Odds Ratio lag bei 1.2 (95%-CI: 0.6-2.4). Ein Anstieg der Transthyretin-Werte bei längerer Benutzungsdauer zeigte sich nur für Männer und nur für die Zeit seit dem Beginn der Benutzung, nicht für die Gesamtzahl an Gesprächsstunden. Bei Frauen bestand ein gegenläufiger Trend. Bei Berücksichtigung des Anteils der verwendeten Telefontypen (digital, analog oder DECT) veränderten sich die Ergebnisse nicht. Es zeigten sich insgesamt keine Zusammenhänge mit der Mobiltelefonbenutzung am Tag der Blutentnahme, nur bezogen auf die Minuten seit dem letzten Telefonat bestand bei Frauen eine Assoziation mit höheren Transthyretin-Konzentrationen bei kürzerem Abstand.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Resultate dieser deskriptiven Studie als Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Mobil- oder Schnurlostelefonbenutzung und der Transthyretin-Konzentration. Für die kurzfristige Verwendung zeigte sich nur bei Frauen eine Assoziation mit den Transthyretin-Werten.

Bemerkungen: Da es sich um eine Querschnittsstudie mit gleichzeitiger Erhebung der Exposition und Bestimmung des Blutspiegels handelt, kann nicht beurteilt werden, ob ein ursächlicher Zusammenhang vorliegt. Ausserdem wurden zahlreiche statistische Tests durchgeführt, die nur einzelne signifikante Ergebnisse erzielt haben. Gegen einen realen Zusammenhang sprechen auch die teilweise gegenläufigen Tendenzen bei Frauen und Männern. Die klinische Bedeutung von Transthyretin-Spiegeln über 0.31 g/l ist unbekannt. Ebenfalls unklar ist, wie gross die physiologische Variabilität dieses Parameters in der Gesamtbevölkerung ist und wie die Verteilungen in der exponierten und der weniger exponierten Gruppe war. Wie die Autoren anmerken, können auch Ernährungsfaktoren und Hormontherapien die Transthyretin-Konzentration beeinflussen. Diese Faktoren wurden nicht berücksichtigt.

Finanzierung: Cancer- und Allergifonden, Cancerhjälpen, Örebro University Hospital Cancer Fund and Örebro County Council Research Committee.

Söderqvist F, Carlberg M, Hansson Mild K, Hardell L.

Exposure to an 890-MHz mobile phone-like signal and serum levels of S100B and transthyretin in volunteers.

Toxicol Lett 2009; 189 (1): 63-66

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von Veränderungen in der Blutkonzentration der Proteine S100B und Transthyretin, die als Marker für die Integrität der Grenzmembran zwischen Blut und Gehirngewebe sowie zwischen Blut und Gehirn-Rückenmarksflüssigkeit gelten. Die selben Parameter wurden in einer Querschnittsstudie der Autoren evaluiert (Söderqvist et al., Sci Total Environ 2009: 407 (2), 798-805 und Environ Health (online publication) 2009: 8, 19).

Kollektiv: Insgesamt wurden 44 Personen zwischen 18 und 30 Jahren kontaktiert. Davon waren 35 zufällig aus dem Bevölkerungsregister ausgewählt worden. Die Teilnehmer durften am Tag des Experiments und einen Tag davor kein Mobiltelefon benutzen. Die Daten von 41 Personen, 17 Männer und 24 Frauen, kamen zur Auswertung.

Exposition: GSM-900-Mobiltelefon als Signalgenerator, Pulsfrequenz 217 Hz, Pulsdauer 0.577 ms. Das Signal wurde verstärkt und an eine Innenraum-Basisstation weitergeleitet, die sich 8.5 cm neben dem Kopf der Probanden befand. Die Expositionsdauer war 30 Minuten, exponiert wurde jeweils die zum Telefonieren bevorzugte Seite. Die spezifische Absorptionsrate im Temporalbereich des Gehirns gemittelt über 1 g Gewebe betrug 1 W/kg.

Methode: Von allen Teilnehmern wurden vier Blutproben analysiert: 30 Min. vor der Exposition, direkt vor der Exposition sowie 30 und 60 Min. danach. Der Vergleich erfolgte in Varianzanalysen (ANOVA) für wiederholte Messungen mit Huynh-Feldt-Korrektur.

Resultat: Die mittlere S100B-Konzentration nahm von der ersten bis zur vierten Blutprobe ab (Median: 0.063 bis 0.047 µg/l), statistisch signifikant war der Unterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt (beide

vor der Exposition). Für Transthyretin zeigte sich bis zur dritten Blutprobe ebenfalls eine abnehmende Tendenz (Median: 0.234 bis 0.230 g/l), zwischen 30 und 60 Minuten nach der Exposition dagegen ein Anstieg des Medians auf 0.235 g/l. Ähnliche Tendenzen für beide Parameter waren in einer Vergleichsgruppe von 22 Personen ohne Mobiltelefonexposition zu beobachten.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass mit dem Marker S100B kein kurzfristiger Effekt der Hochfrequenzexposition beobachtet wurde. Für Transthyretin zeigte sich zwischen 30 und 60 Minuten nach der Exposition ein Konzentrationsanstieg. Die Autoren diskutieren Stressfaktoren vor Beginn des Experiments als mögliche Ursache für die sinkenden Blutspiegel im Verlauf und einen kompensatorischen Anstieg am Ende. Sie empfehlen weitere Studien mit Vergleichen zwischen Exposition und Scheinexposition.

Bemerkungen: Die Veränderungen in den Blutspiegeln beider Parameter sind sehr gering, und ihre gesundheitliche Relevanz ist unklar. Zudem lässt sich nicht beurteilen, ob die Veränderung im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbelastung stehen, weil kein Vergleich mit Scheinexposition unter Doppelblindbedingungen stattfand.

Finanzierung: Cancer- und Allergifonden, Örebro University Hospital Cancer Fund and Örebro County Council Research Committee.

Zur Nieden A, Dietz C, Eikmann T, Kiefer J, Herr CE.

Physicians appeals on the dangers of mobile communication - what is the evidence? Assessment of public health data.

Int J Hyg Environ Health 2009; 212 (6): 576-587

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

HerzKreislaufsystem

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Land:

Seh- und Hörstörungen

Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der Entwicklung von Krankheiten und Beschwerden, die in öffentlichen Aufrufen von Ärzteverbänden mit der Hochfrequenzbelastung durch Mobilfunkbasisstationen in Verbindung gebracht wurden (z.B.: "Freiburger Appell" von 2002).

Kollektiv: Diverse Kollektive in epidemiologischen Studien an Erwachsenen.

Exposition: Hochfrequenzexposition im Alltag durch Mobilfunkanlagen.

Methode: Systematische Übersichtsarbeit. Für den Zeitraum von 1993 bis 2007 wurden die Erkrankungszahlen der Krankheiten und Beschwerden aus entsprechenden Datenbanken oder aus der wissenschaftlichen Literatur extrahiert. Ausgewertet wurden Daten zu Herzinfarkten und Schlaganfällen bei jüngeren Personen sowie zu Demenzerkrankungen, Kopfschmerzen, Migräne, Schlafstörungen und Hörstörungen (Tinnitus). Die Daten zu Herz-/Kreislaufkrankheiten stammten aus Sterbergistern und Spitalaustrittsstatistiken der WHO sowie aus einem spezialisierten Register in Deutschland (MONICA/KORA). Für die anderen Symptome und Krankheiten wurden Prävalenzstudien in Europa und Nordamerika herangezogen.

Resultat: Es zeigte sich keine Übereinstimmung zwischen der Anzahl an GSM-Mobilfunkbasisstationen in Deutschland von 1993 bis 2006 und den Sterberaten oder Krankenhausaufenthalten aufgrund von ischämischen Herzkrankheiten (z.B. Herzinfarkten) und zerebrovaskulären Erkrankungen (z.B. Schlaganfällen). In 16 Studien aus europäischen Ländern und vier Erhebungen aus Nordamerika, die zwischen 1990 und 2003 durchgeführt worden waren, war keine Zu- oder Abnahme der Erkrankungen an Alzheimer oder anderen Demenzformen zu beobachten. Für Demenzen allgemein variierten die Erkrankungsraten je nach Altersgruppe und Definition zwischen 2 und 29%. Zu Schlafstörungen lagen Daten aus 21 europäischen und 8 nordamerikanischen Studien

sowie von einer Untersuchung mit Daten aus Frankreich, Italien und der USA vor. Je nach Definition betrugen die Prävalenzen 4 bis 64%, es bestand kein zu- oder abnehmender Trend in den Jahren 1993 bis 2005. Die 33 Studien zu Kopfschmerzen und Migräne zwischen 1992 und 2006 enthielten sehr unterschiedliche Angaben zur Häufigkeit (Kopfschmerz: 2 bis 84%, Spannungskopfschmerz: 2 bis 89% und Migräne: 4 bis 30%). Ein systematischer Anstieg oder Rückgang war nicht zu beobachten. Das Gleiche galt für die Häufigkeit von Tinnitus, zu der sechs Studien von 1993 bis 2002 vorlagen.

Schlussfolgerung: Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass die vorliegenden Daten während der Einführungsphase der Mobilfunktechnik keinen Anstieg der zerebrovaskulären Erkrankungen oder der Durchblutungsstörungen der Herzkranzgefäße zeigen. Für andere Erkrankungen wie Schlafstörungen, Demenz und Kopfschmerzen ist die Datenlage schlechter. Die verfügbaren Studien weisen nicht auf eine Häufigkeitszunahme hin. Die Autoren warnen davor, ohne solide Datengrundlage von einem Anstieg der Erkrankungen auszugehen und unnötige Ängste in der Bevölkerung zu schüren.

Bemerkungen: Die Angaben zur Häufigkeit von Demenzen, Schlafstörungen und Kopfschmerzen variieren zwischen den Studien sehr stark. Die Vergleichbarkeit der Studien erscheint daher eingeschränkt zu sein, und die Entwicklung der Erkrankungsraten müsste fortlaufend in Registern erfasst werden. Aufgrund der Latenzzeit der chronischen Erkrankungen und wegen der kontinuierlichen Veränderungen der Hochfrequenzexposition durch die technische Weiterentwicklung kann über Langzeitauswirkungen noch nichts ausgesagt werden.

Finanzierung: keine Angaben

Hardell L, Carlberg M.

Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours.

Int J Oncol 2009; 35 (1): 5-17

<i>Stichwörter</i>	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht und zusätzliche Auswertungen zu Studien von Hardell et al. zum Hirntumorrisiko bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen.

Kollektiv: Kollektive von drei Fall-Kontrollstudien zwischen 1997 und 2003 in Schweden. Die Studien umfassten 905 Personen mit bösartigen Hirntumoren (Astrozytom, Oligodendrogliom, andere Gliome oder andere Tumortypen), 1254 Personen mit gutartigen Hirntumoren (Akustikusneurinom, Meningeom oder andere Tumoren) und 2162 Kontrollpersonen.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen und DECT-Schnurlostelefonen. Als ipsilaterale (=gleichseitige) Benutzer galten Personen, die das Telefon während mehr als 50% der Gesprächszeit an die erkrankte Seite gehalten hatten. Als Vergleichsgruppe dienten Personen, die keine Mobil- oder Schnurlostelefone verwendeten oder erst seit weniger als einem Jahr. Teilnehmer, die beim Telefonieren keine Kopfseite bevorzugten, wurden zur Gruppe mit ipsilateraler Benutzung gezählt.

Methode: Die neuen Auswertungen betreffen u.a. das Alter der Teilnehmer bei Beginn der Mobiltelefonbenutzung. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regression unter Berücksichtigung von Geschlecht, Alter, Sozialstatus und Diagnosejahr.

Resultat: Die Analysen ergaben bei Benutzern von Mobil- oder Schnurlostelefonen eine erhöhte Odds Ratio für Astrozytome von 1.4 (95%-CI: 1.5-2.5). Für Personen mit kontralateraler Telefonbenutzung war das Risiko nicht erhöht. Bei über zehnjähriger Benutzung bestand sowohl für Personen mit ipsilateraler, als auch für Personen mit kontralateraler Telefonbenutzung ein erhöhtes Astrozytomrisiko (OR: 3.3, 95%-CI: 2.0-5.4 resp. 2.8, 95%-CI: 1.5-5.1). In der altersabhängigen Auswertung waren die Risiken bei früherem Benutzungsbeginn höher. Es zeigten

sich keine erhöhten Erkrankungsrisiken für Oligodendrogliome und andere Gliome. Das Risiko, an einem Akustikusneurinom zu erkranken, war bei Mobil- und bei Schnurlostelefonbenutzern erhöht (OR: 1.7, 95%-CI: 1.2-2.3 resp. 1.5, 95%-CI: 1.0-2.0). Die relativen Risiken nahmen bei gleichzeitiger und längerer Benutzung zu. In Bezug auf Meningeome bestand insgesamt kein Risikounterschied, bei ipsilateralem Gebrauch waren die Odds Ratios teilweise erhöht. Für die übrigen gutartigen Tumoren ergab sich ein ähnliches Bild. Gemäss Daten des Schwedischen Krebsregisters nahm die altersbereinigte Jahresinzidenz für alle Hirntumoren zwischen 1990 und 1999 ab und stieg von 2000 bis 2007 jährlich um 0.56% an (statistisch nicht signifikant, 95%-CI: -0.99 bis 2.13). Die Inzidenz des Akustikusneurinoms sank zwischen 2000 und 2007 statistisch signifikant um jährlich 7.53% (95%-CI: -12.7 bis -2.1).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen und dem Risiko für Astrozytome sowie Akustikusneurinome. Die höchsten Risiken beobachteten sie bei Personen, die seit mehr als 10 Jahren ein Mobil- oder Schnurlostelefon benutzt haben.

Bemerkungen: Die erhöhten Risiken für Astrozytome und Akustikusneurinome sind bereits in früheren Meta-Analysen der Studien von Hardell et al. publiziert. In der Publikation fehlen Angaben zur Zusammensetzung der Studienpopulation (Verteilung auf die Alters- und Lateralitätsgruppen usw.). Die signifikant erhöhte Odds Ratio bei Personen mit über zehnjähriger, kontralateraler Telefonbenutzung ist mit der Hypothese eines ursächlichen Zusammenhangs schlecht vereinbar. Die Auswertungen zu den Altersgruppen beruhen teilweise auf sehr kleinen Fallzahlen. Wie die Autoren anmerken, sind die Inzidenzdaten des Schwedischen Krebsregisters nicht vollständig. Ein Anstieg der Hirntumorraten zeigte sich nur in einer von 6 Regionen in Schweden. Bezüglich Astrozytomen erwähnen die Autoren nicht, dass auch im Zeitraum 1980 bis 1989 bei über 19-Jährigen ein ähnlicher Anstieg verzeichnet wurde wie 2000 bis 2007. Für alle Hirntumoren zusammen ist der Anstieg statistisch nicht signifikant.

Finanzierung: Cancer- und Allergifonden, Cancerhjälpen, Örebro University Hospital Cancer Fund.

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases.

Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 113-122

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Tumoren: weitere Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone Schnurlostelefone	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Gemeinsame Auswertung der Studienresultate zum Krebsrisiko bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen. Es handelt sich um die Aktualisierung einer früheren Meta-Analyse zum Hirntumorrisiko (Hardell et al., Int J Oncol 2008: 32 (5), 1097-1103). Die neue Auswertung beinhaltet zusätzliche Ergebnisse von zwei Interphone-Publikationen (Lahkola 2008, Takebayashi 2008).

Kollektiv: Diverse Studienkollektive von Fall-Kontrollstudien zum Krebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzern (Interphone-Studie und Studien von Hardell et al.).

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Systeme: NMT 450 MHz (analog), GSM 900 und 1800 MHz (digital), DECT 900 und 1900 MHz (digital).

Methode: In die Auswertung nicht einbezogen wurde die dänische Kohortenstudie (Johansen 2001, Schüz 2006) sowie zwei Fall-Kontrollstudien, die keine separaten Risikoschätzer für verschiedene Hirntumortypen oder Benutzungsdauern angaben (Muscat 2000 und 2001). Die Odds Ratios der Studien wurden metaanalytisch in einem Modell mit festen Effekten ausgewertet.

Resultat: Aus den Daten von elf Fall-Kontrollstudien zum Gliomrisiko bei Mobiltelefonbenutzern ergab sich eine kombinierte Odds Ratio von 1.0 (95%-CI: 0.9-1.1). Wenn nur die sechs Ergebnisse zur über zehnjährigen Benutzung kombiniert wurden, lag der Risikoschätzer bei 1.3 (95%-CI: 1.1-1.6). Aus den Studien mit Resultaten zur Seitenabhängigkeit errechnete sich ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite (OR: 1.9, 95%-CI: 1.4-2.4) und keine signifikante Risikoerhöhung auf der Gegenseite (OR: 1.2, 95%-CI: 0.9-1.7). Für Personen mit über zehnjähriger Benutzung lag die gepoolte Odds Ratio basierend auf

sechs Studien bei 1.3 (95%-CI: 1.1-1.6), bei ipsilateralem Gebrauch betrug sie 1.9 (95%-CI: 1.4-2.4). Das Risiko für Akustikusneurinome war in der auf neun Studien basierenden Gesamtauswertung nicht erhöht (1.0, 95%-CI: 0.8-1.1). Aus den sieben Studien mit über zehnjähriger Benutzung resultierten erhöhte Odds Ratios von insgesamt 1.3 (95%-CI: 0.97-1.9), für den ipsilateralen Gebrauch von 1.6 (95%-CI: 1.1-2.4) und für den kontralateralen Gebrauch von 1.2 (95%-CI: 0.8-1.9). Zum Meningeom wurde anhand von neun Studien ein statistisch signifikant vermindertes Risiko von 0.9 (95%-CI: 0.8-0.9) errechnet. Bei über zehnjähriger, ipsilateraler Benutzung betrug die Odds Ratio 1.6 (95%-CI: 1.1-2.4), bei kontralateraler Verwendung 1.2 (95%-CI: 0.8-1.9). Drei Fall-Kontrollstudien zu Tumoren der Ohrspeicheldrüse ergaben keinen Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung (OR: 0.8, 95%-CI: 0.5-1.4), für die zum Telefonieren bevorzugte Seite stieg der Risikoschätzer auf 1.7 (95%-CI: 0.96-2.9), für die Gegenseite betrug er 0.4 (95%-CI: 0.2-1.2). Bezüglich Non-Hodgkin-Lymphomen und Hodentumoren zeigte sich kein Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung. Zu Tumoren der Aderhaut des Auges und des Gesichtsnerven liegen nur einzelne Studien vor.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die Resultate auf ein erhöhtes Risiko für Akustikusneurinome und Gliome bei über zehnjähriger, ipsilateraler Benutzung eines Mobiltelefons hinweisen. Sie weisen darauf hin, dass in zukünftigen Studien auch die Benutzung von Schnurlostelefonen berücksichtigt werden sollte, und plädieren für eine Revision der geltenden Richtlinien.

Finanzierung: Cancer- und Allergifonden, Cancerhjälpen, Örebro University Hospital Cancer Fund.

Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M.

Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data.

Surg Neurol 2009; 72 (3): 205-214

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht und Meta-Analyse zum Hirntumorrisiko bei Personen mit langfristiger Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Diverse Kollektive aus 11 Fall-Kontrollstudien, die im Rahmen der Interphone-Studie in verschiedenen Ländern oder von Hardell et al. in Schweden durchgeführt wurden.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Systeme: NMT 450 MHz (analog), GSM 900 und 1800 MHz (digital), DECT 900 und 1900 MHz (digital).

Methode: Die Literaturrecherche erfolgte in PubMed und erfasste Publikationen, die bis 1.12.2008 in einer Fachzeitschrift mit Peer-Review-Verfahren veröffentlicht worden waren. In die Auswertung kamen nur Studien mit Resultaten zur Langzeitbenutzung von Mobiltelefonen (>10 Jahre) und zur Lateralität des Tumors (Erkrankung auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite). Die adjustierten Odds Ratios der Studien wurden in einem metaanalytischen Modell mit festen Effekten ausgewertet. Wenn Einzelstudien bereits in einer gemeinsamen Auswertung zusammengefasst worden waren, wurden die kombinierten Ergebnisse verwendet.

Resultat: Elf Studien erfüllten die Einschlusskriterien. Für Personen mit über zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung ergab die Meta-Analyse ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko mit einer Odds Ratio von 1.3 (95%-CI: 1.1-1.6). Das Risiko, an einem Akustikusneurinom zu erkranken, lag ebenfalls bei 1.3 (95%-CI: 0.97-1.9), das Meningeomrisiko bei 1.1 (95%-CI: 0.8-1.4). Bei ipsilateraler Mobiltelefonbenutzung über eine Dauer von mindestens 10 Jahren ergab sich ein Gliomrisiko von 1.9 (95%-CI: 1.4-2.4), ein Akustikusneurinom-Risiko von 1.6 (95%-CI: 1.1-2.4) und ein Meningeom-Risiko von 1.3 (95%-CI: 0.9-1.8). Daten des amerikanischen Registers für Hirntumoren (CBTRUS) weisen auf einen signifikanten Anstieg der

gutartigen Tumoren in den letzten Jahren hin.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit eine Überprüfung der Mobilfunkgrenzwerte für angebracht.

Bemerkungen: Die Unterschiede zwischen dieser Auswertung und früheren Meta-Analysen der selben Autorengruppe gehen aus der Publikation nicht eindeutig hervor (vgl.: Hardell et al., Pathophysiology 2009: 16 (2-3), 113-122, und Hardell et al., Int J Oncol 2008: 32 (5), 1097-1103).

Finanzierung: No funding was requested or received or this review.

Myung SK, Ju W, McDonnell DD, Lee YJ, Kazinets G, Cheng CT, Moskowitz JM.

Mobile Phone Use and Risk of Tumors: A Meta-Analysis.

J Clin Oncol 2009; 27 (33): 5565-5572

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Meta-Analyse der Fall-Kontrollstudien zum Krebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Benutzung von analogen und/oder digitalen Mobiltelefonen.

Methode: Die Literatursuche erfolgte im August 2008 in MEDLINE, EMBASE und in der Cochrane Library. Die Qualität der einzelnen Studien wurde gemäss Newcastle-Ottawa-Skala beurteilt. Untergruppenanalysen betrafen die verschiedenen Forschungsteams, die Studienqualität, den Tumortyp, die Art des Telefons, die Dauer der Mobiltelefonbenutzung und die zum Telefonieren bevorzugte Seite. Für die gemeinsame Auswertung der adjustierten Odds Ratios wurde je nach Heterogenität der Studien eine Meta-Analyse mit Zufalls- oder mit festen Effekten verwendet.

Resultat: Bei 465 identifizierten Publikationen kamen nach Anwendung der Ausschlusskriterien 23 Fall-Kontrollstudien mit insgesamt 37'916 Teilnehmern zur Auswertung. In der Patientengruppe lag der Anteil der Mobiltelefonbenutzer bei 43.5% und in der Kontrollgruppe bei 45.2%. Das Risiko, an einem gut- oder bösartigen Tumor zu erkranken, war insgesamt nicht mit der Mobiltelefonbenutzung assoziiert (Odds Ratio: 0.98, 95%-CI: 0.89-1.07). In acht Auswertungen von Hardell et al. und einer weiteren Studie mit Verblindung der Untersucher (=Unkenntnis über den Fall-/Kontrollstatus der Teilnehmer durch schriftliche Befragung) wurde ein signifikant erhöhtes Tumorrisiko beobachtet (1.17, 95%-CI: 1.02-1.36). In 15 Studien ohne Verblindung der Untersucher war das Risiko signifikant reduziert: 0.85 (95%-CI: 0.8-0.91), darunter befanden sich 9 Auswertungen im Rahmen der Interphone-Studie. In der Meta-Analyse bestand kein Hinweis auf einen Publikationsbias. Aus 15

Studien zum Hirntumorrisiko ergab sich kein erhöhtes Risiko bei Mobiltelefonbenutzern: die gepoolte Odds Ratio für alle Hirntumoren gemeinsam lag bei 0.97 (95%-CI: 0.86-1.1). Bezogen auf Meningeome und andere gutartige Hirntumoren war das relative Risiko von Mobiltelefonbenutzern statistisch signifikant vermindert. Auswertungen zur Mobiltelefonbenutzung über mindestens 10 Jahre lagen aus 13 Studien vor. Sie ergaben für alle Tumoren gemeinsam eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.18 (95%-CI: 1.04-1.34). Die Subgruppenauswertungen zeigten, dass diese Assoziation sich auf gutartige Hirntumoren beschränkte und auf den Ergebnissen der Studien von Hardell beruhte.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die kombinierte Auswertung der Fall-Kontrollstudien mit Verblindung ein leicht erhöhtes Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern ergeben habe. Bei Einbezug aller Studien zeigte sich keine signifikante Assoziation. Studien zur Untersuchung der über 10-jährigen Mobiltelefonbenutzung wiesen insgesamt auf einen Zusammenhang hin. Die Autoren empfehlen Kohortenstudien zur weiteren Abklärung des Zusammenhangs.

Bemerkungen: In dieser Meta-Analyse wird die Verblindung der Interviewer gegenüber dem Fall-/Kontrollstatus der Teilnehmer sehr stark gewichtet. Darauf basierend und in Anbetracht der höheren Teilnahmeraten wird die Qualität der Studien von Hardell et al. als hoch eingestuft, die Qualität der anderen Untersuchungen als niedrig. Ebenfalls wichtige methodische Aspekte werden nur kurz erwähnt, z.B. Recall-Bias, die Berücksichtigung potenzieller Störfaktoren und der Ausschluss bereits verstorbener Hirntumorpatienten in den Studien der Forschergruppe um Hardell. In einem Leserbrief stellen A. Stang, A. Schmidt-Pokrzywniak und O. Kuss die Gültigkeit der Newcastle-Ottawa-Skala in Frage (J Clin Onc 2010, Vol. 28, doi: 10.1200/JCO.2009.26.7443). Sie weisen darauf hin, dass die Unterteilung der Studienqualität willkürlich erscheint und halten die Verwendung von metaanalytischen Modellen mit festen Effekten für nicht gerechtfertigt.

Finanzierung: Supported in part by the Centres for Disease Control and Prevention.

Mizuno Y, Moriguchi Y, Hikage T, Terao Y, Ohnishi T, Nojima T, Ugawa Y.

Effects of W-CDMA 1950 MHz EMF emitted by mobile phones on regional cerebral blood flow in humans.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (7): 536-544

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Experimentelle Studien	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von Veränderungen in der Hirndurchblutung bei Exposition gegenüber Mobiltelefonsignalen der dritten Generation (W-CDMA, Wideband Code Division Multiple Access).

Kollektiv: Neun gesunde Männer, alle Rechtshänder.

Exposition: Die planare Antenne (W-CDMA-Signal, 1950 MHz) wurde an der rechten Kopfseite der Studienteilnehmer befestigt. Die Sendeleistung betrug 430 mW, die spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g lag bei 2 W/kg.

Methode: Es handelt sich um eine einfachblinde, randomisierte Laborstudie mit einem Crossover-Design. Die Probanden wurden an 2 verschiedenen Tagen (mindestens 1 Woche dazwischen) jeweils 30 Minuten in randomisierter Reihenfolge einer Scheinexposition oder realen EMF ausgesetzt. Insgesamt wurden bei jedem Probanden 12 Untersuchungen der Hirndurchblutung mittels Positronen-Emissionstomographie (PET) gemacht. Sechs PET-Aufzeichnungen erfolgten bei realer EMF-Exposition, die anderen sechs bei Scheinexposition. Vor, während und nach der 30-minütigen Expositionssituation wurden jeweils zwei PET-Scans im Abstand von 10 Minuten durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA). Verglichen wurde der Blutfluss bei Scheinexposition und bei EMF-Exposition sowie Veränderungen des Blutflusses innerhalb der Expositions-/Scheinexpositionssituation.

Resultat: Die Auswertungen ergaben keine signifikanten Effekte der Exposition durch ein W-CDMA-Signal auf die Hirndurchblutung. Im Zeitverlauf des Experiments (vor, während und nach der Exposition) bestanden keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Expositionsbedingung (EMF- oder Scheinexposition). Die Subtraktionsanalyse ergab während der Exposition unter beiden Bedingungen erhöhte Aktivitäten der

Hirndurchblutung, aber keine Abnahmen. An einer bestimmten Stelle im Koordinatensystem der PET-Untersuchung war während der realen Exposition eine signifikante Zunahme der Durchblutung zu beobachten ($p=0.026$). Der Unterschied zwischen realer Exposition und Scheinexposition war nicht signifikant. Nach beiden Expositionssituationen waren an mehreren Stellen im Gehirn Aktivitätszunahmen zu beobachten, aber es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen Scheinexposition und realer Exposition in der Subtraktionsanalyse. Eine verminderte Hirndurchblutung wurde in keiner Analyse festgestellt. An den Regionen des Gehirns, die in früheren Studien bei realer Exposition eine veränderte Durchblutung aufgewiesen hatten, traten keine signifikanten Veränderungen auf (p -Werte über 0.1).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie in dieser Studie keine signifikante Veränderung des Blutflusses im Gehirn während oder nach 30-minütiger W-CDMA-Exposition beobachtet haben. Sie weisen darauf hin, dass dies die erste Studie ist, die mit der PET-Methode Veränderungen der Hirndurchblutung bei Exposition gegenüber Mobiltelefonen der dritten Generation untersucht hat. Die Ergebnisse der früheren Studien zu Mobiltelefonsignalen des GSM-Standards beschreiben sie als nicht einheitlich (Huber et al. 2002, 2005; Haarala et al. 2003; Aalto et al. 2006).

Bemerkungen: Bei dieser Studie bestehen einige methodische Limitierungen und Unklarheiten. Die Studie wurde nur einfachblind durchgeführt, und es fehlen Angaben dazu, ob die Studienteilnehmer immer zur selben Tageszeit der Exposition ausgesetzt waren. Ebenfalls nicht klar ist, ob die Personen im Liegen oder Sitzen den EMF ausgesetzt waren und wo die Antenne genau lokalisiert war (oberhalb des Ohres? Abstand vom Kopf?). Die Beschreibung der statistischen Analyse ist sehr knapp und schlecht nachvollziehbar. Offensichtlich wurden über 165'000 Voxel verglichen, präsentiert werden aber nur 8 respektive 10 Resultate mit signifikanten Unterschieden nach realer Exposition respektive nach Scheinexposition. Das Signifikanzniveau nach Korrektur für multiple Testung liegt bei 0.05, aber für die gezielte Auswertung der besonders interessanten Regionen bei 0.001. Warum diese Grenzen gewählt wurden, wird nicht erklärt. Für die Hauptvergleiche zwischen Exposition und Scheinexposition werden die zugrundeliegende Daten in der Publikation nicht präsentiert. Zudem wurden nur 9 Probanden untersucht, die Powerberechnung gemäss Diskussion ergab aber ein Minimum von 80 Probanden. Wegen der physiologischen Schwankungen in der Gehirndurchblutung und der zu erwartenden kleinen Unterschiede halten die Autoren selbst die PET-Untersuchung nur bedingt für geeignet und empfehlen für weitere Studien Untersuchungsmethoden mit höherer Sensitivität.

Finanzierung: The Association of Radio Industries and Business (ARIB)

Han YY, Kano H, Davis DL, Niranjan A, Lunsford LD.

Cell phone use and acoustic neuroma: the need for standardized questionnaires and access to industry data.
Surg Neurol 2009; 72 (3): 216-222

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Studiendesign, Statistik Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Schnurlostelefone	Nicht bestimmt	Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Epidemiologische Studien		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel und Diskussion von epidemiologischen Studien, die das Risiko von Akustikusneurinomen bei Mobiltelefonbenutzern untersuchten.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive von 10 Fall-Kontrollstudien, einer Kohortenstudie und einer Metaanalyse zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern ab 20 Jahren.

Exposition: Benutzung von digitalen oder analogen Mobiltelefonen.

Methode: Die Literatursuche erfolgte in PubMed und Medline. Aus den Studien wurden die Hauptergebnisse extrahiert und ihre methodischen Stärken und Schwächen wurden analysiert.

Resultat: In den meisten Studien bestand kein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Akustikusneurinom zu erkranken. Drei Auswertungen aus Skandinavien ergaben statistisch signifikant erhöhte Risiken: Die Meta-Analyse der Ergebnisse von Hardell und Kollegen zum Akustikusneurinom-Risiko auf der zum Telefonieren bevorzugten Seite bei Personen mit über 10-jähriger Benutzung resultierte in einer Odds Ratio von 2.4 (95%-CI: 1.1-5.3). In der Studie von Lönn et al. 2004 ergab sich für diese Personengruppe eine Odds Ratio von 3.9 (95%-CI: 1.6-9.5). Die gemeinsame Auswertung der Interphone-Daten aus fünf nordeuropäischen Ländern von Schoemaker et al. 2005 führte zu einer Odds Ratio von 1.8 (95%-CI: 1.1-3.1). Methodische Schwierigkeiten der Studien sind Recall Bias, Fehlklassifizierung der Exposition, niedrige Teilnahmeraten und lange Latenzzeiten in der Entwicklung von Hirntumoren.

Schlussfolgerung: Um weiteren Aufschluss über das Akustikusneurinom-Risiko von Mobiltelefonbenutzern zu

bekommen, empfehlen die Autoren prospektive Studien mit Benutzerdaten von den Netzbetreibern, standardisierten Fragebögen und Informationen zu anderen Einflussfaktoren wie Röntgenstrahlen und Rauchen, zur Familienanamnese und zur genetischen Prädisposition.

Bemerkungen: Das Vorgehen bei der Literatursuche wird nur sehr kurz beschrieben (Zeitraum? Vollständigkeit? Ein-/Ausschlusskriterien? Qualitätskriterien?). Auch die statistischen Methoden der Meta-Analyse sind nicht aufgeführt. Die wichtigsten methodischen Schwierigkeiten der Studien werden kurz diskutiert. Im Zusammenhang mit der Lateralitätsanalyse sind auch die Odds Ratios für die kontralaterale Exposition zu beachten, um die Frage des Recall Bias zu evaluieren. Diese Zahlen sind in der Publikation nicht angegeben. Ein weiteres Problem sind die immer noch kleinen Fallzahlen in den Auswertungen zum Langzeitgebrauch von Mobiltelefonen.

Finanzierung: Grants from the Jennie Zoline Foundation to the University of Pittsburgh Medical Center, from the Heinz Endowments to the Center for Environmental Oncology-University of Pittsburgh Cancer Institute, and from the Osaka Medical Research Foundation for Incurable Diseases.

Inyang I, Benke G, McKenzie R, Abramson M.

Comparison of measuring instruments for radiofrequency radiation from mobile telephones in epidemiological studies: implications for exposure assessment.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2008; 18 (2): 134-141

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studientyp:

Exposition, Methodik

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zu Stärken und Schwächen der verschiedenen Instrumente, die in epidemiologischen Studien zur Erfassung der Mobiltelefonexposition eingesetzt wurden.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Die Literatursuche in Medline umfasste den Zeitraum von 1966 bis 2005. Insgesamt wurden 28 Studien identifiziert, davon 18 (64%) Fall-Kontrollstudien mit Fragebögen zur Mobiltelefonbenutzung.

Resultat: In Studien mit Fragebögen wurden verschiedene Parameter als Surrogatmarker für die Hochfrequenzexposition der Teilnehmer verwendet: Berufsbezeichnungen, Benutzung oder Besitz eines Mobiltelefons, Distanz zu Mobilfunkbasisstationen, Mobiltelefonbenutzung in Verkehrsmitteln und in Innen- oder Aussenräumen, Dauer der Mobiltelefonverwendung, Abonnements oder Telefonrechnungen, Kundendaten der Mobilfunkanbieter, Anzahl der Aufladevorgänge der Mobiltelefonbatterie und Tagebücher zum Telefongebrauch. Andere Alternativen sind die Verwendung von Personendosimetern oder von Mobiltelefonen mit modifizierter Software, die ein- und ausgehende Telefonate aufzeichnen. Mobiltelefone mit modifizierter Hardware erfassen zusätzlich die Orientierung des Telefons bezogen auf den Kopf (Winkel) und die Variabilität der Sendeleistung während der Gespräche. Zudem werden die Daten beim Aufladevorgang direkt an einen Studiencomputer übermittelt, es sind keine Informationen von den Mobilfunkanbietern erforderlich.

Schlussfolgerung: Die Autoren erläutern die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Methoden zur

Expositionserfassung in epidemiologischen Studien. Sie halten Mobiltelefone mit modifizierter Hardware für zukunftsweisend, weil sie genauere Messwerte der Hochfrequenzexposition am Kopf liefern und einen geringeren Aufwand für die Studienteilnehmer darstellen als Fragebögen oder Tagebücher. Allerdings sind weitere technische Verbesserungen notwendig.

Finanzierung: Australian Centre for Radiofrequency Bio-effects Research (ACRBR) funded by the National Health & Medical Research Council of Australia.

Inyang I, Benke G, McKenzie R, Abramson M.

Use of hardware modified phones for exposure assessment in health studies in Australia: verification of compliance with standards.

Australas Phys Eng Sci Med 2009; 32 (2): 62-67

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Studientyp:

Experimentelle Studien

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Messung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) von Mobiltelefonen mit modifizierter Hardware. Die modifizierten Telefone dienen zur Erfassung der Telefonbenutzung in epidemiologischen Studien (vgl. Inyang et al., BMC Med Res Methodol 2009; 9:36 und Abramson et al., Bioelectromagnetics 2009; 30(8):678-686).

Kollektiv: Messung der SAR am Kopfphantom mit dielektrischen Eigenschaften des menschlichen Kopfes (Messgerät: DASY3, Zürich).

Exposition: Zwei GSM-Mobiltelefone (Motorola T280i) mit modifizierter Hardware, Frequenz: 900 und 1800 MHz. Während des ganzen Kalibrierungsprozesse sendeten die Telefon mit maximaler Leistung (33 dBm bei 900 MHz und 30 dBm bei 1800 MHz).

Methode: An beiden Seiten des Kopfphantoms wurde für verschiedene Positionen und Abwinkelungen des Mobiltelefons die maximale SAR gemittelt über 10 g gemessen.

Resultat: Im Frequenzbereich 900 MHz betrug die maximale SAR 0.9 W/kg, wenn das Mobiltelefon direkt am Kopf anlag. Bei Abwinkelung um 30 Grad wurden 0.4 W/kg gemessen. Für den Frequenzbereich 1800 MHz war das Verhältnis umgekehrt, die entsprechenden Messwerte lagen bei 1.1 und 1.3 W/kg. Bei einer zusätzlichen Rotation von +60 oder -60 Grad ergab sich eine SAR von 1.31 W/kg. Es bestand eine statistisch signifikante Interaktion zwischen Abwinkelung und Frequenz. Wenn sich das Telefon auf der linken Seite befand, waren die SAR-Werte generell etwas höher als bei rechtsseitiger Benutzung.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die SAR-Werte selbst bei starker Abwinkelung und Rotation des

Mobiltelefons deutlich unter dem ICNIRP-Grenzwert von 2 W/kg lagen. Sie weisen darauf hin, dass sich der "hot spot" der Hochfrequenzstrahlung bei Telefonen mit 1800 MHz in der Antenne lokalisiert ist. Daraus erklärt sich der Anstieg der SAR-Werte bei stärkerer Abwinkelung des Telefons. Bei 800 MHz verteilt sich die Abstrahlung gleichmässig über das ganze Telefon.

Finanzierung: Australian Centre for Radiofrequency Bio-effects Research, funded by a grant from the National Health and Medical Research Council of Australia.

Inyang I, Benke G, Morrissey J, McKenzie R, Abramson M.

How well do adolescents recall use of mobile telephones? Results of a validation study.

BMC Med Res Methodol (online publication) 2009; 9: 36

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Validierungsstudie zur Übereinstimmung zwischen den Angaben von Jugendlichen zu ihrer Mobiltelefonbenutzung und den mittels modifizierten Mobiltelefonen aufgezeichneten Daten. Die Auswertungen fanden im Rahmen der australischen MoRPhEUS-Studie zu Auswirkungen auf die Gehirnleistung statt (vgl.: Abramson et al.: Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents. Bioelectromagnetics 2009; 30(8):678-686).

Kollektiv: Von 20 Schulen in der Umgebung von Melbourne, die an der MoRPhEUS-Studie beteiligt waren, wurden 12 für die Validierungsstudie zufällig ausgewählt. Von 159 kontaktierten SchülerInnen, die an der Hauptstudie teilnahmen und Mobiltelefone besaßen, konnten die Daten von 36 Schülerinnen und 23 Schülern für die Validierungsstudie ausgewertet werden (Teilnahmerate: 47%, 15 Ausschlüsse aus technischen Gründen). Das Durchschnittsalter lag bei 13 Jahren (Standardabweichung: 0.5 J.).

Exposition: Die Befragung der Jugendlichen und ihrer Eltern zur Mobiltelefonbenutzung erfolgte mit einem adaptierten Fragebogen der Interphone-Studie. Die modifizierten Mobiltelefone sendeten ein GSM-ähnliches Signal und zeichneten die Anzahl und Dauer der ein- und ausgehenden Gespräche auf. Verglichen wurden die Aufzeichnungen mit den Angaben der Jugendlichen über den Zeitraum von einer Woche.

Methode: Zusätzlich erfasst wurden demographische Charakteristika und der Sozialstatus der Familie (Index mit 4 Stufen). Für die Auswertungen zum Sozialstatus wurden die Teilnehmer 5 gleich grosse Gruppen (Quintile) eingeteilt. Die Angaben und Aufzeichnungen zur Mobiltelefonbenutzung wurden logarithmiert. Als Trennpunkt zwischen geringer und starker Exposition diente der Median der Anrufe pro Woche aus der Gesamtstudie. Berechnet wurden die mittleren Differenzen zwischen den Teilnehmerangaben und den aufgezeichneten Daten. Faktoren, die die Erinnerung beeinflussen könnten, wurden mittels Spearman-Korrelationskoeffizienten evaluiert.

Resultat: Bezogen auf die Anzahl der Telefonate war die Übereinstimmung zwischen den Angaben der Jugendlichen und den aufgezeichneten Daten mässig (Spearman-Koeffizient: 0.3, $p=0.04$). Bezogen auf die Gesprächsdauer war die Übereinstimmung gering (Spearman-Koeffizient: 0.1, $p=0.37$). Teilnehmer, deren Eltern zur zweithöchsten Quintile des Sozialstatus gehörten, erinnerten sich besser an die Anzahl ihrer Telefonate (Spearman-Koeffizient: 0.6, $p=0.01$), für die oberste Quintile galt das nicht. Im Vergleich zur Aufzeichnung lag die Sensitivität der Teilnehmerangaben bei 57%, die Spezifität bei 66%, der positiv prädiktive Wert bei 63% und der negativ prädiktive Wert bei 41%.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten eine Unterstützung der Ergebnisse von früheren Studien an Erwachsenen, dass Mobiltelefonbenutzer sich besser an die Anzahl der Gespräche erinnern als an ihre Dauer. Insgesamt beurteilen sie die Übereinstimmung zwischen Teilnehmerangaben und aufgezeichneten Daten als sehr mässig.

Bemerkungen: Wie die Autoren auch anmerken, besteht bei einer Teilnahmerate von 47% die Gefahr eines Selektionsbias. Informationen über die Nichtteilnehmer lagen nicht vor. In der Publikation fehlen nichtlogarithmierte Zahlen zur Mobiltelefonbenutzung im Kollektiv.

Finanzierung: National Health & Medical Research Council of Australia.

Kwon MS, Koivisto M, Laine M, Hämäläinen H.

Perception of the electromagnetic field emitted by a mobile phone.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (2): 154-159

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung der Fähigkeit, ein Mobiltelefonsignal wahrzunehmen.

Kollektiv: 84 Probanden ohne neurologische Erkrankungen, Hörprobleme oder dauerhafte Medikamenteneinnahme. Das Kollektiv bestand aus 57 Frauen und 27 Männern, das Durchschnittsalter lag bei 24.4 +/- 5.7 Jahren.

Exposition: Ein GSM-Mobiltelefon ohne Lautsprecher wurde durch einen Signalgenerator mit einer mittleren Sendeleistung von 0.25 W gespeist, die Frequenz lag bei 902 MHz, die Pulsfrequenz bei 217 Hz, die Pulsweite bei 0.58 µs. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) betrug vor der Modifikation gemittelt über 1g: 1.20 W/kg, gemittelt über 10g: 0.86 W/kg und maximal 1.28 W/kg. Nach der Modifikation lagen die entsprechenden Werte bei 1.14 W/kg, 0.82 W/kg und 1.21 W/kg. Das Mobiltelefon befand sich in normaler Gesprächsposition, bei 17 Probanden an der linken Kopfseite, bei 67 Teilnehmern an der rechten Seite.

Methode: Das Experiment bestand aus 2 Testblöcken mit jeweils 3 Expositionsbedingungen. Der erste Testblock beinhaltete eine Phase, in der das Signal entweder an- oder ausgeschaltet war (50% Wahrscheinlichkeit), und zwei Phasen, in denen es immer an- oder ausgeschaltet war (100% Wahrscheinlichkeit). Die Phasen dauerten jeweils 5 Sekunden. Der zweite Testblock bestand aus einer Phase, in der sich die Exposition nach 2.5 Sekunden änderte (on-off oder off-on, jeweils 50% Wahrscheinlichkeit), und zwei konstanten Phasen bei an- oder ausgeschaltetem Signal (100% Wahrscheinlichkeit). Für jede der sechs Phasen absolvierten die Probanden 100 Durchgänge. Die Reihenfolge der Testblöcke und der Phasen innerhalb jedes Tests war ausgeglichen, die Durchgänge in jeder Phase randomisiert. Die Randomisierung erfolgte durch einen Computer, so dass die Bedingungen doppelblind waren. Mittels t-Tests wurde analysiert, ob die durchschnittliche Rate korrekter Antworten von der Zufallswahrscheinlichkeit (50%) abwich und wie stark sich die Ergebnisse einzelner Gruppen

von einander unterschieden. Der zeitliche Verlauf wurde in einer Varianzanalyse (four-way ANOVA) mit folgenden Faktoren ausgewertet: Geschlecht, Hypersensibilität, Testphase (6 Niveaus: 2 Testblöcke mit je 3 Expositionsbedingungen) und Intervalle (10 Intervalle pro Phase, nach jedem 10. Durchgang).

Resultat: Keiner der 82 Teilnehmer erreichte bei 600 Durchgängen einen Anteil korrekter Antworten von mehr als 75%. Die Trefferquote war nicht höher als zufällig zu erwarten (Mittelwert: 50.84 +/- 5.49%, $p=0.169$). Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Die in dieser Gruppe enthaltenen 6 Teilnehmer mit selbstberichteter Hypersensibilität erreichten einen Mittelwert von 47.33% +/- 5.43%, für die übrigen 76 Probanden lag er bei 51.12 +/- 5.44%. Prinzipiell gingen die Teilnehmer eher davon aus, dass das Signal ausgeschaltet war und antworteten häufiger mit "nein" ($p=0.002$). Auch bei der Beurteilung der Veränderung des Signals war die Trefferquote bei konstantem Signal höher, also wenn die Antwort "nein" lautete. Die Varianzanalyse ergab einen signifikanten Effekt für die Expositionsbedingung ($p<0.0005$), aber keinen Effekt für das Intervall. Geschlecht und selbstberichtete Hypersensibilität hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Trefferquote. Zwei Probanden ohne Hypersensibilität erzielten extrem hohe Trefferquoten von 97 resp. 94% und wurden deshalb von der Gesamtauswertung ausgeschlossen. Nach einem Monat wurden diese beiden Probanden in 6 Testblocks von an- oder ausgeschaltetem Signal (600 Durchgänge) erneut getestet und erreichten Trefferquoten von lediglich 51.17 resp. 49.83%.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Resultate als Evidenz gegen die Fähigkeit, Mobiltelefonsignale wahrnehmen zu können. Sie weisen auf die Notwendigkeit der Replikation von Studien zur elektromagnetischen Strahlung hin.

Bemerkungen: Das Expositionsschema in dieser Studie ist komplex, weil es 6 verschiedene Bedingungen gab und die Expositionsphasen (5 Sek.) sowie die Abstände dazwischen (1 Sek.) sehr kurz waren. Es wurde nicht untersucht, ob sich die Resultate bei längerer Exposition oder höherer Sendeleistung veränderten.

Finanzierung: Finnish National Technology Agency (Tekes)

Morgan LL.

Estimating the risk of brain tumors from cellphone use: Published case-control studies.

Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 137-147

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über die Fall-Kontrollstudien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Kollektive.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Die Übersicht enthält die Ergebnisse der Fall-Kontrollstudien bis März 2009.

Resultat: Die Studien lassen sich in eine frühere und eine spätere Phase unterteilen. Die früheren Studien (Publikationszeitraum: 2000 bis 2002) wiesen teilweise auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko hin, die Resultate waren aber statistisch nicht signifikant. Zu den neueren Arbeiten gehören die Auswertungen der Interphone-Studie und die Studien von Hardell et al. aus Schweden. Von der Interphone-Studie wurden bis Dezember 2008 insgesamt 11 Auswertungen aus einzelnen Ländern und 3 kombinierte Analysen veröffentlicht. In den Auswertungen aus einzelnen Ländern ergaben sich 15 Odds Ratios unter 1 (vermindertes Risiko) und 2 Odds Ratios über 1 (erhöhtes Risiko) für Personen, die regelmässig ein Mobiltelefon benutzten. Für die Interphone-Studie lassen sich 11 methodische Einschränkungen identifizieren, von denen 8 zu einer Unterschätzung des Zusammenhangs führen. Die Studien von Hardell et al. aus Schweden beinhalteten mehr Fälle mit über 10-jähriger Mobiltelefonbenutzung und erhielten keine finanzielle Unterstützung von Seiten der Industrie. Sie ergaben erhöhte Hirntumorrisiken bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen.

Schlussfolgerung: Der Autor geht davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko besteht und fordert Vorsorgemassnahmen zur Verminderung der Exposition, zum Beispiel

durch die Benutzung von schnurgebundenen Headsets.

Bemerkungen: Die Diskussion der Studien und ihrer methodischen Schwächen ist nicht ausgewogen. Die Auswirkungen der Limitationen in den Studien von Hardell et al. auf die Resultate werden nicht analysiert. Das Szenario zur Zunahme der Hirntumorerkrankungen basiert auf der Kausalitätsannahme und einer Erkrankungsrate von 10% bei Mobiltelefonbenutzern in Analogie zu Lungenkrebs bei Rauchern. Diese Annahme ist nicht durch Daten gestützt und erscheint unrealistisch.

Finanzierung: Keine Angaben

Deltour I, Johansen C, Auvinen A, Feychting M, Klaeboe L, Schüz J.
Time Trends in Brain Tumor Incidence Rates in Denmark, Finland, Norway, and Sweden, 1974-2003.
J Natl Cancer Inst 2009; 101 (24): 1721-1724

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Longitudinale Registerstudie zur Untersuchung der Hirntumor-Erkrankungsraten in Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden zwischen 1998 und 2003.

Kollektiv: Patienten im Alter von 20 bis 79 Jahren, bei denen zwischen 1974 und 2003 ein primärer Hirntumor diagnostiziert worden war.

Exposition: Die flächendeckende Verbreitung der Mobiltelefone erfolgte in Skandinavien Anfang der 1990er-Jahre, so dass ab 1998 eine Expositionsdauer von 5 bis 10 Jahren bestand.

Methode: Die Erkrankungsraten stammten aus den nationalen Krebsregistern der 4 Länder. Die Grösse der zugrundeliegenden Bevölkerung unter Risiko wurde den Bevölkerungsregistern entnommen. Unter Berücksichtigung der Altersverteilung in den Ländern wurden für jedes Jahr für Frauen und Männer standardisierte Inzidenzraten pro 100'000 Personen berechnet. Die statistische Auswertung erfolgte in einem log-linearen Modell, auch als Joinpoint-Analyse bezeichnet. Evaluiert wurden Zeittrends und prozentuale Veränderungen der Inzidenzraten.

Resultat: Im Studienzeitraum wurden 59'984 Hirntumoren registriert, die Gesamtbevölkerung bestand aus 16 Millionen Erwachsenen. Im Durchschnitt erkrankten pro Jahr 1078 Personen an einem Gliom und 635 an einem Meningeom. Die Gliominzidenz bei Männern stieg zwischen 1974 und 2003 jährlich um 0.5% (95%-CI: 0.2 bis 0.8%), bei Frauen um 0.2% (95%-CI: -0.1 bis 0.5%). Die Meningeominzidenz bei Männern stieg jährlich um 0.8% (95%-CI: 0.4 bis 1.3%). Bei Frauen bestand ab 1990 eine jährliche Zunahme um 3.8% (95%-CI: 3.2 bis

4.4%).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass zwischen 1998 und 2003 keine klare Veränderung der Hirntumorinzidenz in Skandinavien festzustellen ist. Die Erkrankungsraten waren entweder stabil, nahmen ab oder zeigten einen kontinuierlichen Anstieg, der bereits vor Einführung der Mobilfunktechnik begonnen hat. Gemäss den Autoren gibt es vier Erklärungsansätze für diese Befunde: a) Die Induktionszeit für Hirntumoren im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung ist länger als 5 bis 10 Jahre, b) es handelt sich um ein sehr kleines Risiko, c) das Risiko beschränkt sich auf bestimmte Tumortypen oder Subgruppen von Mobiltelefonbenutzern oder d) es besteht kein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko. Wegen der weiten Verbreitung der Mobiltelefone in der Bevölkerung empfehlen die Autoren, den Langzeitverlauf der Erkrankungsraten in zukünftigen Studien zu evaluieren.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist die Registrierung von Meningeomen möglicherweise nicht so vollständig wie diejenige von Gliomen. Das schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse zum Meningeom ein. Mögliche Gründe für den Anstieg der Meningeominzidenz bei Frauen zwischen 1974 und 1987 sowie seit Anfang der 1990er-Jahre werden nicht diskutiert. Insgesamt stimmen die Resultate dieser Studie mit früheren Auswertungen der Inzidenzen in den vier skandinavischen Ländern überein (vgl. Lönn et al., Int J Cancer 2004; 108(3):450-455 und Klaeboe et al., Int J Cancer 2005; 117(6):996-1001). Auch die dänische Kohortenstudie ergab keine erhöhten Hirntumorrisiken bei Mobiltelefonbenutzern (Schüz et al., J Natl Cancer Inst 2006; 98(23):1707-1713 und Johansen et al., J Natl Cancer Inst 2001; 93(3):203-207). Aufgrund der immer noch relativ kurzen Beobachtungszeit sind weitere Untersuchungen angebracht. Eine Fortsetzung und Erweiterung dieser Studie ist zu finden in: Deltour et al., Epidemiology 2012; 23(2):301-307.

Finanzierung: Danish Strategic Research Council

Hug K, Grize L, Seidler A, Kaatsch P, Schüz J.

Parental Occupational Exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields and Childhood Cancer: A German Case-Control Study.

Am J Epidemiol 2010; 171 (1): 27-35

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen der beruflichen Magnetfeldbelastung der Eltern im Konzeptionszeitraum und dem Krebsrisiko der Kinder. Die Datenerhebung erfolgte im Rahmen einer grossen Studie zum Leukämierisiko bei Kindern in Deutschland (vgl. zum Beispiel: Schüz et al., Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study. Int J Cancer 2001;91(5): 728-735).

Kollektiv: Aus dem deutschen Kinderkrebsregister der Universität Mainz wurden alle Kinder im Alter von 0 bis 14 Jahren identifiziert, bei denen zwischen Juli 1988 und September 1994 eine Krebsdiagnose gestellt worden war. Der erste Teil der Studie war auf Niedersachsen beschränkt, der zweite Teil bezog das ganze Gebiet der ehemaligen Bundesrepublik Deutschland ein. Aus den Bevölkerungsregistern wurden Kontrollkinder mit entsprechendem Geschlecht, Alter und aus der selben Wohngemeinde ausgewählt. Die Teilnahmeraten lagen bei 82.5% für Familien mit kranken Kindern und bei 71% für Kontrollfamilien.

Exposition: Zur Berufshistorie der Eltern lagen Angaben aus schriftlichen Fragebögen und detaillierten Telefoninterviews vor. Die Berufe beider Eltern im Konzeptionszeitraum wurden identifiziert. Die jeweilige Magnetfelbelastung wurde von einem Expositionsexperten zu einer von sechs Kategorien der Berufs-Expositions-Matrix zugeordnet: $\leq 0.1 \mu\text{T}$, $>0.1-0.2 \mu\text{T}$, $>0.2-1 \mu\text{T}$, $>1-10 \mu\text{T}$, $>10-100 \mu\text{T}$ und $>100 \mu\text{T}$.

Methode: Der Zusammenhang zwischen der beruflichen Magnetfeldexposition der Eltern und dem Krebsrisiko der Kinder wurde mittels konditionaler logistischer Regression analysiert. Dazu wurde eine zweistufige Kategorisierung mit dem Trennpunkt $0.2 \mu\text{T}$ und eine vierstufige Einteilung mit den Kategorien $\leq 0.1 \mu\text{T}$, $>0.1-0.2 \mu\text{T}$, $>0.2-1 \mu\text{T}$, $>1 \mu\text{T}$ verwendet. Die diagnosespezifischen Auswertungen bezogen jeweils die ganze

Kontrollgruppe ein, es wurde eine Stratifizierung nach Alter und Geschlecht vorgenommen. Als weitere Einflussfaktoren wurde der Sozialstatus und der Urbanisierungsgrad der Wohnregion berücksichtigt.

Resultat: Insgesamt umfasste die Studienpopulation 4625 Kinder. Vollständige Informationen zur Berufshistorie der Eltern lagen für 2382 Kontrollkinder und 2049 erkrankte Kinder vor, davon 846 Kinder mit akuter Leukämie, 159 mit Non-Hodgkin-Lymphom, 444 mit Tumoren des Zentralen Nervensystems und 600 Kinder mit anderen soliden Tumoren. Der statistische Vergleich ergab kein erhöhtes Krebsrisiko für Kinder, deren Väter im Konzeptionszeitraum einer beruflichen Magnetfeldbelastung von mehr als 0.2 μT ausgesetzt gewesen waren. Die Odds Ratio für Leukämie betrug 0.85 (95%-CI: 0.7-1.03), für Hirntumoren lag sie bei 1.06 (95%-CI: 0.84-1.34). Für Non-Hodgkin-Lymphome ergab sich eine Odds Ratio von 0.92 (95%-CI: 0.62-1.35) und für Neuroblastome von 1.05 (95%-CI: 0.73-1.52). Auch in der kleineren Gruppe von Kindern, deren Väter Magnetfeldern über 1 μT ausgesetzt gewesen waren, bestand kein Zusammenhang mit dem Krebsrisiko (alle Odds Ratios nahe bei oder unter 1). Von den Müttern arbeiteten im Konzeptionszeitraum nur wenige in Berufen mit stärkerer Magnetfeldbelastung. Basierend auf diesen Fallzahlen zeigten sich ebenfalls keine Assoziationen mit dem Krebsrisiko der Kinder (Odds Ratio für Leukämie: 0.89 (95%-CI: 0.65-1.23), für Hirntumoren: 0.88 (95%-CI: 0.58-1.33)). Die Metaanalyse zum Leukämierisiko, die frühere Resultate mit dem neuen Ergebnis kombinierte, ergab insgesamt eine Odds Ratio von 1.35 (95%-CI: 0.95-1.91).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, zeigen die Resultate dieser grossen Fallkontrollstudie im Gegensatz zu früheren Studien mit kleineren Kollektiven kein erhöhtes Krebsrisiko für Kinder, deren Eltern im Konzeptionszeitraum eine höhere berufliche Belastung gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern hatten. Da die früheren Studien zur gleichen Fragestellung erhöhte Leukämierisiken ergeben haben, weist das Ergebnis der Metaanalyse dennoch auf eine Assoziation hin.

Bemerkungen: Wie in der Diskussion erwähnt, war die statistische Power dieser Studie aufgrund der grossen Teilnehmerzahl ausreichend, um potenzielle Störfaktoren einzubeziehen und auch moderat erhöhte Risiken nachzuweisen. Die Aussagekraft ist dadurch eingeschränkt, dass die berufliche Magnetfeldbelastung der Teilnehmer nicht gemessen wurde, sondern anhand der Berufsbezeichnung kategorisiert wurde. Unterschiede innerhalb der Berufsgruppen wurden nicht berücksichtigt, das Gleiche galt für mögliche andere Belastungen am Arbeitsplatz wie Chemikalien oder ionisierende Strahlung. Durch die Fehlklassifizierung der Magnetfeldexposition könnte es zu einer Unterschätzung des tatsächlichen statistischen Zusammenhangs gekommen sein. Die früheren Untersuchungen beruhten dagegen auf kleineren Fallzahlen, so dass von einer selektiven Veröffentlichung positiver Resultate auszugehen ist. Diesem so genannten Publikationsbias wirkt die vorliegende Studie entgegen.

Finanzierung: This work was supported by intramural funds of the Institute of Cancer Epidemiology, Copenhagen, and of the Institute of Social and Preventive Medicine at the Swiss Tropical Institute Basel. The German case-control study was funded by the German Federal Ministry for the Environment, Nuclear Safety, and Nature Preservation.

Frei P, Mohler E, Bürgi A, Fröhlich J, Neubauer G, Braun-Fahrlander C, Rösli M.
A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure.
Sci Total Environ 2009; 408 (1): 102-108

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Schnurlostelefone		
Studientyp: Wireless LAN, Wi-Fi Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung eines Regressionsmodells zur Schätzung der individuellen Hochfrequenzexposition durch verschiedene Strahlungsquellen und zur Identifizierung von relevanten Einflussfaktoren. Vergleich zwischen den modellierten Expositionen und den individuellen Messwerten aus der Exposimeterstudie im Rahmen des Qualifex-Projekts.

Kollektiv: An der einwöchigen Exposimeterstudie mit individueller Messung der Hochfrequenzexposition beteiligten sich 166 Probanden über 18 Jahre, die im schweizerischen Teil der Region Basel wohnten (vgl. Frei et al. 2009, Mohler et al. 2009). Für die Validierungsstudie führten 32 Personen eine zweite Wochenmessung durch.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch verschiedene Sendeanlagen sowie Mobil- und Schnurlostelefone. Von den Exposimetern (EME Spy 120, Fa. SATIMO) wurden 12 Frequenzbänder erfasst, die Messintervalle betrugen 90 Sekunden. Daraus resultierte ein Median von 6472 Messwerten pro Person. Das räumliche Ausbreitungsmodell basierte auf einer Datenbank mit allen Sendeanlagen im Studiengebiet und einem dreidimensionalen Bebauungsmodell (vgl. Bürgi et al. 2008). Neben den topographischen Gegebenheiten wurde ein Dämpfungsfaktor zur Berechnung der Innenraumbelastung berücksichtigt.

Methode: Als Datengrundlage dienten die Messwerte der Exposimeterstudie, die Teilnehmerangaben zu ihren Verhaltensweisen und möglicherweise relevanten Gebäudecharakteristika sowie die mit Hilfe eines räumlichen Ausbreitungsmodells berechneten Expositionswerte durch Mobilfunkbasisstationen und Rundfunksender für den jeweiligen Wohnort. Die für die Hochfrequenzbelastung relevanten Einflussfaktoren wurden in multiplen Regressionsmodellen ermittelt. Ein Modell betraf die durchschnittliche Exposition zu Hause, das zweite Modell die Gesamtexposition. Als Hauptprädiktor diente die anhand des räumlichen Ausbreitungsmodells modellierte Leistungsflussdichte der Hochfrequenzstrahlung in der Wohnung. Die Gebäudecharakteristika wurden als

multiplikative Faktoren in das Modell aufgenommen, zusätzliche Hochfrequenzquellen im Innenraum (DECT-Telefone, WLAN usw.) als additive Faktoren. Die Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den geschätzten Expositionswerten wurde mittels Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman überprüft. Um die Fehlklassifizierung zu evaluieren, wurden alle Werte an der 90. Perzentile dichotomisiert und die Spezifität und Sensitivität berechnet. Zur Identifizierung der relevanten Einflussfaktoren diente der Anteil der durch das Regressionsmodell erklärten Variabilität (R^2) und das Akaike information criterion (AIC).

Resultat: Als wichtigste Einflussfaktoren für die Schätzung der Hochfrequenzexposition zu Hause wurden identifiziert: Die modellierte Hochfrequenzbelastung, die Beschaffenheit des Wohngebäudes (Material der Hausmauer und der Fensterrahmen) sowie der Besitz eines Mobiltelefons, von WLAN und das Vorhandensein einer DECT-Basisstation im Schlafzimmer. Für die Gesamtbelastung spielten zusätzlich eine Rolle: ein DECT-Telefon am Arbeitsplatz, Aufenthaltsdauer an einem externen Arbeitsplatz (Anteil am Vollzeitequivalent) sowie der Aufenthalt in öffentlichen Verkehrsmitteln und im Auto (Stunden pro Woche). Das endgültige Regressionsmodell für die Exposition zu Hause erklärte 56% der Variabilität in den Daten, für die Modellierung der Gesamtexposition waren es 52%. Für die Übereinstimmung zwischen berechneten und gemessenen Werten zu Hause ergab sich eine Sensitivität von 0.56 und eine Spezifität von 0.96, bezogen auf die Gesamtexposition von 0.56 und 0.95. In der Validierungsstudie lag der Spearman-Korrelationskoeffizient zwischen gemessenen und berechneten Werten für die Exposition zu Hause bei 0.65 (95%-CI: 0.38-0.81), für die Gesamtexposition bei 0.75 (95%-CI: 0.38-0.81).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Ergebnissen, dass die individuelle Hochfrequenzbelastung mit Hilfe eines räumlichen Ausbreitungsmodells und Teilnehmerangaben zu den wichtigsten Einflussfaktoren modelliert werden kann. Dadurch lassen sich aufwendige Messkampagnen vermeiden. Die Resultate der Validierungsstudie sprechen dafür, dass sich auch die durchschnittliche Exposition über einen Zeitraum von mehreren Monate mit diesem Modell abschätzen lässt.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, sind die Regressionsmodelle noch nicht an anderen Kollektiven oder in anderen Regionen getestet worden. Auch bei zukünftigen Anwendungen ist wegen der technischen Weiterentwicklung eine Anpassung der jeweiligen Regressionskoeffizienten notwendig. Ausserdem sollte die Nahfeldexposition durch die Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen in Form von zusätzlichen Einflussvariablen berücksichtigt werden.

Finanzierung: Funded by the Swiss National Science Foundation. Part of the National Research Program NRP57 (Non-Ionising Radiation - Health and Environment)

Mohler E, Frei P, Aydin D, Bürgi A, Rösli M.

Personal radio frequency electromagnetic field exposure in Basel and area (Switzerland): An overview of the QUALIFEX project [in German].

Umweltmed Forsch Prax 2009; 14 (6): 329-339

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über die Qualifex-Studie zur Erfassung der individuellen Hochfrequenzexposition in der Region Basel mittels Personen-Exposimetern und einem räumlichen Ausbreitungsmodell.

Kollektiv: Die Studie fand in Basel und Umgebung statt (ca. 380'000 Einwohner) und bestand aus zwei Teilen: 1) Exposimeterstudie mit 166 Probanden über 18 Jahren, die zwischen April 2007 und Februar 2008 eine Woche lang ein Exposimeter bei sich trugen und ein Aktivitätstagebuch ausfüllten (92 Frauen und 74 Männer; Durchschnittsalter: 42.6 Jahre). 131 Teilnehmer hatten sich via Internet oder per Telefon angemeldet. Die übrigen 35 Personen wurden aktiv rekrutiert, weil an ihrem Wohnort höhere Expositionen durch Mobilfunkbasisstationen oder Radio- und Fernsehsender in der Umgebung zu erwarten waren. 2) Hauptstudie mit einer Zufallsstichprobe von 4000 Personen zwischen 30 und 60 Jahren, die ab Mai 2008 per Post einen Fragebogen erhielten mit Fragen zur Gesundheit, zu soziodemographischen Faktoren und zur Mobiltelefonbenutzung. Falls die antwortenden Personen einverstanden waren, wurden zusätzlich die Verbindungsdaten der letzten sechs Monate von den jeweiligen Netzbetreibern ausgewertet.

Exposition: Die individuelle Hochfrequenzexposition im Alltag wurde mit Exposimetern (EME Spy 120, Fa. SATIMO) gemessen. Das Gerät wurde in einem Rucksack getragen und bei längeren Aufenthalten in der Nähe der Person positioniert. Der Messbereich lag zwischen 0,05 und 5 V/m, erfasst wurden zwölf verschiedene Frequenzbänder: von Radiostationen (88 bis 108 MHz) bis W-LAN (2.4 bis 2.5 GHz). Das Messintervall betrug 90 Sekunden. Zusätzlich wurden Punktmessungen in den Schlafzimmern der Teilnehmer durchgeführt: Eine 7-Punktmessung im Raum und eine 3-Punktmessung vor dem Schlafzimmerfenster (Messgerät: NARDA SRM -2000). Das numerische Modell zur räumlichen Ausbreitung der Hochfrequenzexposition basierte auf einer Datenbank aller Sendeanlagen, die vom Lufthygieneamt der Kantone Basel-Stadt und Basel-Land geführt wird. Die aktuellen Betriebsdaten stammten vom Bundesamt für Kommunikation. Anhand dieser Daten konnte die

Hochfrequenzexposition für jede beliebige Lokalisation unter Berücksichtigung der Topographie, der Bebauung sowie der Dämpfung und der Reflexion im Gebäudeinneren berechnet werden (vgl. Bürgi et al., J Expo Sci Environ Epidemiol 2008, 18(2): 183-191 und Bürgi et al., Bioelectromagnetics 2009).

Methode: Aus den Messdaten ergab sich für jede Person ein arithmetischer Mittelwert bezogen auf die ganze Woche für jedes Frequenzband. Da ein beträchtlicher Anteil der Messungen unterhalb der Nachweisgrenze von 0.05 V/m lag, wurden die Mittelwerte mit der Methode der "robust regression on order statistics (ROS)" berechnet (vgl. Rössli et al., Bioelectromagnetics 2008, 29 (6): 471-478). Um die Ganzkörperbelastung durch Umgebungsquellen zu erhalten, wurden eigene Telefonate mit dem Mobil- oder Schnurlostelefon nicht berücksichtigt.

Resultat: 1) Ergebnisse der Exposimeterstudie: In der Gesamtgruppe der Teilnehmer lag der Wochendurchschnitt der Hochfrequenzexposition bei 0.22 V/m. Der höchste Mittelwert eines Teilnehmers betrug 0.58 V/m, der niedrigste 0.07 V/m. Die grössten Expositionsbeiträge stammten von Mobilfunkbasisstationen (32%), Mobiltelefonen (29.1%, ohne eigene Telefonate) und Schnurlostelefonen (22.7%). Weitere Emissionsquellen waren Radio- und Fernsehsender (11.7%), Wireless LAN (4.1%) und der Polizeifunk TETRAPOL (0.3%). Wenn die speziell ausgewählten 35 Teilnehmer mit höherer Belastung am Wohnort nicht einbezogen wurden, stammte der grösste Expositionsbeitrag von Mobiltelefonen (39%), gefolgt von Schnurlostelefonen (24%) und Mobilfunkbasisstationen (22%). Die höchste Durchschnittsbelastung wurde im Zug gemessen (0.66 V/m). In Strassenbahnen und Bussen lag der Mittelwert bei 0.37 V/m, während der Autofahrt bei 0.29 V/m und am Flughafen bei 0.53 V/m. Auch dabei standen Mobiltelefone im Vordergrund. Am Tag war die durchschnittliche Exposition höher als in der Nacht (Mittelwerte: 0.25 resp. 0.17 V/m). Aus der Validierungsmessung nach 3 bis 41 Wochen, an der 31 Personen teilnahmen, resultierten etwas niedrigere Durchschnittswerte, die Rangkorrelation nach Spearman lag bei 0.61 (95%-CI: 0.32-0.79). 2) Ergebnisse des räumlichen Ausbreitungsmodells: Die Modellierung ergab für die Wohnorte der Teilnehmer Expositionswerte zwischen 0.02 und 2 V/m. Die Korrelationskoeffizienten für die Übereinstimmung zwischen Messwerten und Modellierung lagen bei 0.64 bis 0.67. 3) Ergebnisse der Hauptstudie: 1.375 Fragebögen kamen in die Auswertung. Angaben zur Mobiltelefonbenutzung hatten 1.327 Personen gemacht, zur Verwendung von Schnurlostelefonen 1.367 Personen. Für 437 Teilnehmer lagen zusätzlich die Verbindungsdaten der Netzbetreiber vor. Die Teilnehmer gaben an, im Durchschnitt 67.9 Minuten pro Woche mit einem Mobiltelefon zu telefonieren und 75.7 Minuten mit einem Schnurlostelefon. Die entsprechenden Medianwerte lagen bei 13.5 bzw. 21 Minuten. Die 437 Personen mit Netzbetreiberdaten schätzten ihre wöchentliche Mobiltelefonbenutzungsdauer auf durchschnittlich 61.9 Minuten, gemäss Betreiberdaten lag sie bei 34 Minuten. Der Kappa-Koeffizient zwischen diesen Angaben war 0.41 (95%-CI: 0.33-0.49), der Rangkorrelationskoeffizient 0.63 (95%-CI: 0.57-0.68).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass der Mittelwert der Hochfrequenzexposition in der Region Basel 0.22 V/m betrug. Die grössten Beiträge zur Gesamtexposition stammten von Mobilfunkbasisstationen, Mobiltelefonen und Schnurlostelefonen. Das räumliche Ausbreitungsmodell zeigte eine gute Übereinstimmung mit den Punkt- und Exposimetermessungen, und die modellierten Werte korrelierten mit der gesamten wöchentlichen Hochfrequenzbelastung. Damit lässt sich die Exposition in epidemiologischen Studien auch ohne individuelle Messungen abschätzen. Neben den niedrigeren Kosten ist die Unabhängigkeit von der Teilnahmebereitschaft der Probanden von Vorteil. Die Autoren weisen darauf hin, dass sich die Expositionssituation der Bevölkerung durch technische Fortschritte schnell verändern kann.

Bemerkungen: Weitere Ergebnisse der Qualifex-Studie sind zu finden in: Frei et al., Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields. Environmental Research 2009: 109 (6), 779-785, und Frei et al., A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. Sci Total Environ 2009: 408(1), 102-108. Die Teilnahmerate von ca. 34% in der Hauptstudie wird in der vorliegenden Publikation nicht diskutiert.

Finanzierung: Nationales Forschungsprogramm NFP57 (Nichtionisierende Strahlung, Gesundheit und Umwelt), Schweiz

Thomas S, Heinrich S, von Kries R, Radon K.

Exposure to radio-frequency electromagnetic fields and behavioural problems in Bavarian children and adolescents.

Eur J Epidemiol 2010; 25 (2): 135-141

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Messung der individuellen Hochfrequenzexposition durch Mobilfunk bei Kindern und Jugendlichen in Bayern und zur Untersuchung von Zusammenhängen mit gesundheitlichen Beschwerden (MobilEe-Studie, vgl. Thomas et al. 2008 und 2009, Kühnlein et al. 2009). Die Publikation betrifft Zusammenhänge zwischen der Hochfrequenzexposition und dem Verhaltensauffälligkeiten.

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden zwischen 2006 und 2008 aus den Einwohnermelderegistern von vier bayerischen Städten zufällig ausgewählt. Insgesamt beteiligten sich 1498 Kinder (8 bis 12 J.) und 1524 Jugendliche (13 bis 17 J.), die Teilnahmerate betrug 52%. In die Auswertung kamen 1484 Kinder und 1508 Jugendliche.

Exposition: Hochfrequenzimmissionen des Mobilfunks: a) GSM 900 (890 bis 960 MHz), b) GSM 1800 (1710-1880 MHz) einschliesslich UMTS 2100 (1920-2170 MHz) und DECT (1880-1900 MHz), c) WLAN 2400 (2400-2480 MHz). Die Messungen erfolgten mit Personendosimetern (ESM-140, Maschek Electronics) über 24 Stunden. Tagsüber trugen die Kinder das Messgerät am Oberarm. In der Nacht wurde es neben dem Bett platziert. Da die Messung jede Sekunde erfolgte, ergaben sich für jedes Kind 86'400 Messwerte für jede Frequenz. Für die Auswertungen wurden nur Messwerte während des Tages berücksichtigt. Die individuelle Hochfrequenzbelastung ergab sich aus der durchschnittlichen Feldstärke im Tagesverlauf und wurde als Prozentsatz des ICNIRP-Referenzwertes über alle Frequenzbereiche ausgedrückt (vgl. Kühnlein et al. 2009). Aus diesen Werten wurden 4 Expositionskategorien abgeleitet (Quartile).

Methode: Die Teilnehmer beantworteten in einem computergestützten Interview Fragen zum Wohlbefinden, zu soziodemographischen Faktoren und anderen potenziellen Einflussfaktoren. Bei Kindern wurde zusätzlich ein

Elternteil befragt. Das Interview enthielt 25 Fragen zur mentalen Gesundheit aus dem Fragebogen zu Stärken und Schwächen eines Kindes (Strengths and Difficulties Questionnaire, SDQ). Diese Merkmale verteilen sich auf 5 Skalen: emotionale Symptome, Verhaltensauffälligkeiten, Hyperaktivität/Unaufmerksamkeit, Probleme mit Gleichaltrigen und prosoziales Verhalten. Jede Skala enthält 5 Elemente mit 3 Antwortkategorien (vollkommen wahr - etwas wahr - nicht wahr), aus denen sich Punktwerte zwischen 0 und 10 errechnen lassen. Aus der Summe der 4 Skalen zu Verhaltensproblemen ergab sich ein Gesamtwert zwischen 0 und 40 Punkten. Das "prosoziale Verhalten" wurde nicht ausgewertet, weil es eine erwünschte, altruistische Verhaltensweise beschreibt. Anhand der Punktwerte in den 4 Skalen erfolgte die Einteilung der Teilnehmer in die beiden Kategorien "normal" und "borderline/nicht normal". Der statistische Vergleich mit dem untersten Expositionsviertel erfolgte mittels logistischer Regression. Als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Alter, Bildungsniveau, Wohnort, umweltbezogene Besorgnis und die selbst eingeschätzte Hochfrequenzbelastung.

Resultat: Die durchschnittliche Hochfrequenzbelastung der Kinder und Jugendlichen variierte zwischen 0.13 und 0.92% des ICNIRP-Referenzwertes. Der Median war bei Jugendlichen (0.19%) etwas höher als bei Kindern (0.18%). Ein Mobiltelefon besaßen 50% der Kinder und 91% der Jugendlichen. Ein abnormales Verhalten wurde bei 7% der Kinder und 5% der Jugendlichen festgestellt. Als hyperaktiv galten 4% der Kinder und 5% der Jugendlichen. Bezogen auf die Gesamtpunktwerte ergab sich ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für das Bestehen von Verhaltensproblemen bei Jugendlichen im obersten Expositionsviertel (Odds Ratio: 2.2, 95%-CI: 1.1-4.5). Für Kinder war diese Odds Ratio nicht signifikant erhöht (1.3, 95%-CI: 0.7-2.6). Bei separater Auswertung der einzelnen Skalen bestand nur für die Skala der Verhaltensauffälligkeiten ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko, sowohl für Jugendliche (OR: 3.7, 95%-CI: 1.6-8.4) als auch für Kinder (OR: 2.9, 95%-CI: 1.4-5.9) in der obersten Expositionskategorie. Bezogen auf die anderen 3 Skalen und in den beiden mittleren Expositionskategorien wurden keine erhöhten Risiken beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass diese Fragestellung erstmals anhand von individuellen Messungen der Hochfrequenzbelastung untersucht wurde. Die Autoren weisen darauf hin, dass kein biologischer Mechanismus bekannt ist, der eine Verursachung von Verhaltensstörungen durch hochfrequente elektromagnetische Felder erklären könnte. Sie empfehlen weitere Studien mit mehreren Erhebungen über einen längeren Zeitraum zur Symptomatik (Kohortenstudien).

Bemerkungen: Wie im Diskussionsteil der Publikation erwähnt, erfolgte die Befragung der Teilnehmer gleichzeitig mit der Messung der Hochfrequenzexposition. Daher lässt sich die zeitliche Reihenfolge von Exposition und Verhaltensauffälligkeiten nicht beurteilen. Eher gegen einen ursächlichen Zusammenhang spricht die fehlende Dosis-Wirkungsbeziehung. Ausserdem waren keine Daten zu potenziellen Einflussfaktoren wie psychischen Erkrankungen in der Familie oder Komplikationen während der Schwangerschaft vorhanden. Wegen der geringen Selektivität des Messgeräts liessen sich keine einzelnen Frequenzbereiche differenzieren. Auch die Exposition während der Nacht konnte nicht berücksichtigt werden. Insgesamt ist das Niveau der Hochfrequenzbelastung gering und die Unterschiede zwischen den 4 Kategorien sind dementsprechend klein, die Trennpunkte sind in der Publikation nicht angegeben.

Finanzierung: German Mobile Telecommunication Research Programme

Kowall B, Breckenkamp J, Heyer K, Berg-Beckhoff G.

German wide cross sectional survey on health impacts of electromagnetic fields in the view of general practitioners.

Int J Public Health 2010; 55 (5): 507-512

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: 1) Anteil der Hausärzte in Deutschland, die von einem Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern (EMF) und gesundheitlichen Beschwerden ausgehen. 2) Bedeutung des Selektionsfehlers, der in solchen Befragungen durch niedrige Rücklaufzeiten entsteht. 3) Faktoren, die die Einschätzung der Hausärzte beeinflussen.

Kollektiv: Aus den 17 regionalen Ärztelisten der Kassenärztlichen Vereinigungen wurde eine geschichtete, für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland repräsentative 7% -Stichprobe gezogen. In den Listen waren zwischen Dezember 2007 und Februar 2008 ungefähr 40'000 niedergelassene Allgemeinmediziner und praktische Ärzte registriert. Die Stichprobe umfasste 2795 Adressen, davon erhielten zwei Drittel (n=1867) per Post einen langen Fragebogen (4 Seiten) und ein Drittel (n=928) einen Kurzfragebogen (eine Seite). Die Zuteilung zu diesen beiden Gruppen war zufällig. An Non-Responder wurde der lange Fragebogen nach 4 Wochen noch einmal verschickt, der kurze nach 4 und 8 Wochen noch zweimal.

Exposition: Elektromagnetische Felder im Alltag, keine Beschränkung auf bestimmte Quellen oder Frequenzen.

Methode: Die Langversion des Fragebogens enthielt 2 Fragen zur Einschätzung der EMF-Risiken: 1) Glauben Sie, dass es Personen gibt, deren gesundheitliche Beschwerden durch EMF verursacht werden? 2) Gibt es Personen, deren gesundheitliche Beschwerden durch EMF unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte verursacht werden? Im Kurzfragebogen war nur die zweite Frage enthalten. Der statistische Vergleich zwischen den frühen, mittleren und späten Antwortgruppen erfolgte mittels linearer Regression. Faktoren, die die Risikowahrnehmung beeinflussen könnten, wurden in multiplen logistischen Regressionsmodellen untersucht.

Resultat: Für den kurzen Fragebogen betrug die Rücklaufquote 49.1% (n=456), für den langen Fragebogen 23.3% (n=435). Die Frage nach gesundheitlichen Beschwerden durch EMF unterhalb der Grenzwerte bejahten im Kurzfragebogen 37.3% der Antwortenden, in der Langversion 57.5%. Der Vergleich zwischen frühen und später eintreffenden Antworten sowie die Extrapolation auf Non-Resonders ergab einen Anteil von 29.3% Zustimmung zu dieser Frage. Die generelle Frage nach der Verursachung von Beschwerden durch EMF im langen Fragebogen beantworteten 54.3% der Teilnehmer mit ja, dagegen glaubten 28.7% nicht an einen Zusammenhang und 16.6% waren unentschieden. Ärzte mit einer Zusatzausbildung in Alternativmedizin glaubten statistisch signifikant häufiger an ein EMF-Risiko als Ärzte ohne diese Qualifikation (Odds Ratio: 2.26, 95%-CI: 1.45-3.52). Teilnehmer aus West- und Süddeutschland hatten mehr Bedenken als Teilnehmer aus Ostdeutschland (ORs: 1.74, 95%-CI: 0.95-3.19 bzw. 1.67, 95%-CI: 0.92-3.03). Ärzte, die der WHO eine hohe Glaubwürdigkeit attestierten, gingen seltener von einem Zusammenhang aus (ORs: 0.6, 95%-CI: 0.39-0.92).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass ungefähr ein Drittel der Hausärzte in Deutschland von einem Zusammenhang zwischen EMF und gesundheitlichen Beschwerden ausgeht. Sie weisen darauf hin, dass diese Einschätzung vom derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand abweicht und empfehlen eine bessere Informationsstrategie, um praktizierende Ärzte über Ergebnisse der EMF-Forschung zu informieren.

Bemerkungen: In der Schweiz und in Österreich wurden ähnliche Umfragen bei Hausärzten durchgeführt. In der Schweizer Studie lag die Teilnahmerate bei 28.2% und 61.4% der Teilnehmer glaubten an einen Zusammenhang zwischen EMF und gesundheitlichen Beschwerden (Huss u. Rösli, BMC Public Health 2006: 6, 267). In Österreich schlossen sogar 95% der Teilnehmer nicht vollständig aus, dass EMF gesundheitliche Risiken haben könnte (Leitgeb et al., Wien Med Wochenschr 2005: 155 (9-10), 237-241). Prinzipiell ist davon auszugehen, dass sich an solchen Umfragen mehr Personen beteiligen, die gesundheitliche Risiken durch EMF befürchten. Ein Auswahlfehler ist also nicht ganz zu vermeiden, kann aber durch die Verwendung des Kurzfragebogens und die Auswertung der später eintreffenden Antworten vermindert werden. Zusätzlich interessant wären Angaben über demographische Charakteristika oder sonstige Unterschiede zwischen Teilnehmern und Nichtteilnehmern.

Finanzierung: German Federal Ministry for the Environment, Nuclear Safety, and Nature Protection

Kohli DR, Sachdev A, Vats HS.

Cell phones and tumor: still in no man's land.

Indian J Cancer 2009; 46 (1): 5-12

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zum Zusammenhang zwischen Mobiltelefonexposition und Tumorentstehung, Aufdecken von Wissenslücken und Gebieten mit Forschungsbedarf.

Kollektiv: Diverse Kollektive von Studien an Menschen und Tieren.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobiltelefone.

Methode: Die Literatursuche erfolgte in verschiedenen Online-Datenbanken, unter anderem in "PubMed" und "Ovid". Es handelt sich nicht um eine vollständige Übersicht der Publikationen, sondern um eine Darstellung der bestehenden methodischen Schwierigkeiten und der zukünftigen Forschungsrichtungen.

Resultat: Die meisten Studien zeigen keinen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Krebsrisiko. Wegen der methodischen Einschränkungen der Studien kann aber noch keine abschliessende Beurteilung erfolgen. Bisher umfassten erst wenige Studien einen Benutzungszeitraum von mehr als 10 Jahren. Bei Befragung der Teilnehmer zu ihrer Mobiltelefonbenutzung besteht die Gefahr von Erinnerungsfehlern. Zur Verbesserung der Expositionserfassung müssen die unterschiedlichen Telefonmodelle, die Verwendung von Freisprechgeräten und andere Hochfrequenzquellen berücksichtigt werden. Auch gesundheitliche Risiken durch andere hochfrequente Strahlungsquellen wie Rundfunksender und Radaranlagen können noch nicht abschliessend beurteilt werden. Die Ergebnisse von Tier- und Zellstudien zur Krebsentstehung sind ebenfalls nicht einheitlich.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen grosse Langzeitstudien an Erwachsenen und Kindern, um gesundheitliche Auswirkungen der Mobiltelefonexposition umfassender zu evaluieren und die geltenden Grenzwerte zu überprüfen. Weiteren Forschungsbedarf sehen sie bei Experimenten an Tieren mit grösserer Nähe

zum Menschen, z.B. an Affen und Schweinen.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine umfassende Übersichtsarbeit, Details der Literatursuche werden nicht beschrieben (Zeitraum, Anzahl der Studien usw.).

Finanzierung: source of support: nil

Kheifets L, Renew D, Sias G, Swanson J.

Extremely low frequency electric fields and cancer: Assessing the evidence.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (2): 89-101

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen niederfrequenten elektrischen Feldern und dem Risiko von Krebserkrankungen.

Kollektiv: Diverse Kollektive von Studien an Kindern und Erwachsenen zur häuslichen und beruflichen Belastung.

Exposition: Niederfrequente elektrische Felder in der Wohnung und am Arbeitsplatz, durch Stromleitungen und elektrische Geräte. Für den Vergleich der Studienergebnisse wurden die durchschnittlichen Messwerte der elektrischen Felder herangezogen.

Methode: Systematische Literatursuche in PubMed und Google Scholar für die Jahre 1970 bis 2008. Einbezogen wurden englischsprachige wissenschaftliche Artikel, die auf Expositionen gegenüber elektrischen Feldern fokussiert waren. Die Ergebnisse für magnetische und elektrische Felder wurden verglichen (keine Meta-Analyse).

Resultat: Zum Zusammenhang zwischen der Belastung gegenüber elektrischen Feldern und dem Krebsrisiko bei Kindern lagen Ergebnisse von 8 epidemiologischen Studien vor. Ihre Resultate waren weniger einheitlich als die Auswertungen zur Magnetfeldbelastung. Ein statistisch signifikant erhöhtes Leukämierisiko ergab sich nur in einer Studie bei Expositionen während der Nacht über 20 V/m (Coghill et al. 1996). Die Benutzung elektrischer Geräte während der Schwangerschaft oder durch die Kinder selbst war in den meisten Studien nicht mit dem Leukämierisiko assoziiert, einzelne erhöhte Odds Ratios bestanden für die Verwendung von Heizdecken, Haartrocknern und Video-Spielkonsolen. Zum Fernsehkonsum von Kindern lagen 3 Studien vor, die alle statistisch signifikante Zusammenhänge mit dem Leukämierisiko ergaben (Odds Ratios zwischen 1.5 und 2.4).

Acht Studien betrafen die berufliche Exposition von Erwachsenen. In einer dieser Studien, die von Miller et al. 1996 publiziert wurde, bestand ein statistisch signifikant erhöhtes Leukämierisiko bei Personen mit beruflichen Belastungen gegenüber elektrischen Feldern von mehr als 345 V/m-Jahren (Odds Ratio: 4.5, 95%-CI: 1.0-20). Eine Studie von Guenel et al. (1996) zeigte keinen Zusammenhang mit dem Leukämierisiko, aber ein erhöhtes Hirntumor-Risiko bei Personen mit Expositionen über 387 V/m-Jahren (OR: 3.1, 95%-CI: 1.1-8.7). In zwei Studien bestanden Assoziationen zwischen der Magnetfeldexposition und dem Leukämierisiko (Miller 1996, Kheifets 1997).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Studien zur Kinderleukämie überwiegend keinen Zusammenhang mit den elektrischen Feldern in der Wohnung zeigen. Zur Benutzung von elektrischen Geräten durch die Mütter sind die Ergebnisse nicht einheitlich. Es bestand eine Assoziation mit dem Fernsehkonsum der Kinder. Die Datenlage und die Mängel in der Expositionserfassung lassen noch keine abschliessende Beurteilung zu. Insgesamt sehen die Autoren keine Veranlassung, die Forschung auf elektrische Felder zu fokussieren, plädieren aber für weitere Studien zur beruflichen Exposition mit verbesserten Messmethoden.

Bemerkungen: Zu dieser Studie existiert ein Kommentar von Louis Slesin, Microwave News (Bioelectromagnetics 2010; 31(2): 102-103). Darin werden einige nicht von Kheifets et al. erwähnte Tierstudien mit Hinweisen auf gentoxische Effekte angeführt, ausserdem weitere erhöhte Odds Ratios aus den erwähnten Studien zur beruflichen Exposition. Der Kommentator hält weitere epidemiologische Studien sowohl bezüglich der häuslichen Belastung als auch der beruflichen Exposition gegenüber elektrischen Feldern für dringend indiziert. Ein weiterer Kommentar von P.J. Villeneuve und A.B. Miller in Bioelectromagnetics 2010 geht in die gleiche Richtung. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Expositionsabschätzung in den Studien sehr unterschiedlich war. Nur zwei arbeitsmedizinische Studien aus Frankreich und Kanada beinhalteten umfassende individuelle Messungen (Guenel et al. 1996, Miller et al. 1996). Diese beiden Studien kamen zu widersprüchlichen Ergebnissen. In zwei Auswertungen von Villeneuve et al., beide im Jahr 2000 publiziert, bestanden Zusammenhänge mit der Exposition gegenüber elektrischen Feldern.

Finanzierung: Energy Networks Association, UK

Inyang I, Benke GP, McKenzie R, Wolfe R, Abramson MJ.
A new method to determine laterality of mobile telephone use in adolescents.
Occup Environ Med 2010; 67 (8): 507-512

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Lateralität der Mobiltelefonbenutzung von Jugendlichen unter Verwendung von Telefonen mit modifizierter Hardware. Validierung der Teilnehmerangaben zur bevorzugten Kopfseite sowie zu Anzahl und Dauer der Telefonate. Die Auswertungen fanden im Rahmen einer grossen australischen Studie zur Mobiltelefonbenutzung von Jugendlichen statt (vgl. Inyang et al., BMC Med Res Methodol 2009; 9:36 und Abramson et al., Bioelectromagnetics 2009; 30(8):678-686).

Kollektiv: Zwischen August und November 2007 wurden an den Schulen von Melbourne (Australien) 30 Schüler im Alter von 13 bis 15 Jahren rekrutiert, die ein Mobiltelefon besaßen.

Exposition: GSM-Mobiltelefone (Motorola T280i) mit modifizierter Hardware zur Registrierung der Anrufe und der Sendeleistung während der Telefonate sowie der Lokalisation des Mobiltelefons am Kopf (mit Hilfe von Tilt-Sensoren).

Methode: Die Befragung der Jugendlichen zum Mobiltelefongebrauch erfolgte mit einem modifizierten Fragebogen der Interphone-Studie. Die Jugendlichen benutzten die modifizierten Mobiltelefone an 7 aufeinander folgenden Tagen (mit ihrer eigenen SIM-Karte). Die Übereinstimmung zwischen den aufgezeichneten Daten und den Teilnehmerangaben wurde anhand von Kappa-Koeffizienten an 1000 Bootstrap-Simulationen überprüft. Anzahl und Dauer der Telefonate pro Woche wurden logarithmiert. Die Übereinstimmung zwischen objektiven und subjektiven Angaben wurde in Bland-Altman-Graphiken und mittels Korrelationskoeffizienten (ICC) ausgewertet.

Resultat: Insgesamt wurden in 7 Tagen 455 Anrufe von 30 Schülern (20 Jungen, 10 Mädchen,

Durchschnittsalter: 14 J.) aufgezeichnet. Hinsichtlich der bevorzugten Kopfseite stimmten die Teilnehmerangaben mässig mit den Daten der modifizierten Mobiltelefone überein (Kappa-Koeffizient: 0.3, 95%-CI: 0.0-0.6). Von 24 Rechtshändern benutzten 12 das Telefon vorwiegend rechts, 9 (38%) gleichmässig an beiden Ohren und 3 (12%) überwiegend links. Von den 6 Linkshändern gehörten jeweils 2 zu jeder Gruppe. Im Durchschnitt gaben die Jugendlichen 22.7 Anrufe pro Woche an (Standardabweichung: 41.6), registriert wurden 15.2 Anrufe (SD: 10.4). Für die mittlere Gesprächsdauer ergaben sich laut Teilnehmerangaben Mittelwerte von 18.4 Minuten (SD: 65.5), gemäss Aufzeichnungen 23.1 Minuten (SD: 22.4). Die Anzahl der Telefonate stimmte ebenfalls mässig überein, der Korrelationskoeffizient lag bei 0.38 (95%-CI: 0.07-0.69). In Bezug auf die Gesprächsdauer bestand bei einem Korrelationskoeffizient von 0.01 (95%-CI: 0.00-0.37) nur eine geringe Übereinstimmung zwischen den beiden Erfassungsmethoden.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Resultaten, dass die Angaben von Jugendlichen zu ihrer Mobiltelefonbenutzung nur eingeschränkt gültig sind. Sie vermuten, dass durch diese Fehlklassifizierungen mögliche Auswirkungen der Exposition auf die Gesundheit in epidemiologischen Studien unterschätzt werden könnten.

Bemerkungen: Eine Einschränkung der Aussagekraft ergibt sich aus der kleinen Teilnehmerzahl und daraus, dass das Tragen eines modifizierten Mobiltelefons zur Veränderung der Gewohnheiten geführt haben könnte.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia

van Rongen E, Croft R, Juutilainen J, Lagroye I, Miyakoshi J, Saunders R, de Seze R, Tenforde T, Verschaeve L, Veyret B, Xu ZP.

Effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields on the Human Nervous System.

Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B 2009; 12 (8): 572-597

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit des "Standing Committee on Biology" der ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) zu Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf das Nervensystem.

Kollektiv: Gesunde Probanden und Personen mit Elektrohypersensitivität, die in experimentellen Studien exponiert und untersucht wurden. Erfasst werden Studien an Erwachsenen, Jugendlichen und Kindern.

Exposition: Hochfrequente Strahlung im Frequenzbereich von 300 Hz bis 300 GHz. Als Strahlungsquellen dienten Mobiltelefone und Mobilfunkbasisstationen unter experimentellen Bedingungen im Labor.

Methode: Zusammenfassend dargestellt werden die Ergebnisse von Studien, die seit dem WHO-Bericht von 1993 (Environmental Health Criteria vol. 137) erschienen sind.

Resultat: Insgesamt weisen die hier diskutierten Studien auf Veränderungen der Hirnströme im EEG bei Exposition gegenüber GSM-ähnlichen Mobilfunksignalen hin. Eine grosse Studie von Croft et al. (2008) bestätigte frühere Beobachtungen, dass die Gehirnaktivität im Alphaband (8-12 Hz) zunimmt. In Studien zur Untersuchung der evozierten Hirnpotenziale fanden sich keine entsprechenden Befunde. Hinsichtlich EEG im Schlaf sind die Ergebnisse nicht einheitlich, es bestehen aber Hinweise auf Veränderungen im Alpha- oder Betaband. Über eine Verkürzung der Schlaflatenz wurde vereinzelt berichtet, sie liess sich aber nicht reproduzieren. Die Studien zur lokalen Durchblutung im Gehirn sowie zu Auswirkungen auf die Gehirnfunktionen erzielten widersprüchliche Resultate. Eine grössere Empfindlichkeit von Kindern oder Personen mit selbstberichteter Hypersensibilität wurde nicht nachgewiesen. Bezogen auf das Gehör und den Gleichgewichtssinn sprechen die meisten Ergebnisse gegen einen Effekt von kurzfristigen

Mobiltelefonexpositionen. In Provokationsstudien verursachte die Hochfrequenzexposition keine unspezifischen Symptome wie Kopfschmerzen, Müdigkeit oder Juckreiz.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Exposition gegenüber GSM-ähnlichen Mobilfunksignalen schwache Auswirkungen auf die Gehirnaktivität haben könnte. Sie weisen darauf hin, dass negative Auswirkungen auf die Gesundheit durch diese Veränderungen nicht nachgewiesen sind. Bei der Entstehung von unspezifischen Beschwerden spielen gemäss den Autoren psychologische Faktoren eine Rolle.

Bemerkungen: Das Vorgehen bei der Literatursuche sowie die Ein- und Ausschlusskriterien für die in dieser Übersichtsarbeit erfassten Studien sind in der Publikation nicht beschrieben. Die Resultate werden nicht tabellarisch dargestellt, so dass die Daten, auf denen die Schlussfolgerungen der Autoren beruhen, schwer nachvollziehbar sind.

Finanzierung: Keine Angaben

Blackman C.

Cell phone radiation: Evidence from ELF and RF studies supporting more inclusive risk identification and assessment.

Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 205-216

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Studientyp:

Mobilfunk allgemein
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zu nicht-thermischen Effekten durch hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder und zur Frage nach den relevanten Expositionsparametern bzw. Wirkungsmechanismen.

Kollektiv: Es werden zahlreiche Studienresultate zitiert, auch Zell- und Tierexperimente.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektrische und magnetische Felder sowie statische Magnetfelder.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Die Frequenz- oder Amplitudenmodulation könnte für die biologische Wirkung von elektromagnetischen Feldern entscheidend sein. Es werden Ergebnisse von Tierversuchen angeführt, die auf nicht-thermische Effekte hinweisen. An isolierten Gehirnzellen in Kultur wurden Veränderungen des Kalziumstoffwechsel nur bei bestimmten "Intensitätsfenstern" und Frequenzen beobachtet. Bezüglich statischen Magnetfeldern wird vermutet, dass die für biologische Effekte erforderliche Expositionskonstellation zu selten auftritt, um in Bevölkerungsstudien Auswirkungen beobachten zu können. Bei der Risikoabschätzung sollte die Wellenform (Sinus oder gepulst) beachtet werden. Kontrollierte Expositionsbedingungen im Labor werden als aufschlussreicher betrachtet als unkontrollierte, gemischte Expositionen in Bevölkerungsstudien. Erforscht werden sollten Auswirkungen auf das Gehirn durch Hochfrequenzfelder, eine niederfrequente Amplitudenmodulation beinhalten.

Schlussfolgerung: Der Autor kommt zu der Schlussfolgerung, dass es beträchtliche Evidenz dafür gibt, dass einige modulierte Felder mit gepulsten oder wiederholten Signalen biologisch aktiv sind. Dies erhöhe die Wahrscheinlichkeit, dass sich solche Felder schon bei geringe Belastung negativ auf die Gesundheit auswirken

könnten. Der Autor hält die geltenden Grenzwerte für unzureichend und fordert, die Modulation bei der Festlegung neuer Grenzwerte zu berücksichtigen (z.B. ELF-modulierte Hochfrequenzfelder).

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Literaturübersicht. Die Vollständigkeit lässt sich daher nicht beurteilen, und es besteht die Gefahr der Selektion von Studien mit bestimmten Ergebnissen. Viele Aussagen im Text sind Hypothesen.

Finanzierung: keine Angaben

Coble JB, Dosemeci M, Stewart PA, Blair A, Bowman J, Fine HA, Shapiro WR, Selker RG, Loeffler JS, Black PM, Linet MS, Inskip PD.

Occupational exposure to magnetic fields and the risk of brain tumors.

Neuro Oncol 2009; 11 (3): 242-249

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Krankenhausbasierte Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen beruflicher Magnetfeldbelastung und Hirntumorrisiko.

Kollektiv: Die Teilnehmer ab 18 Jahren wurden aus Krankenhäusern in Phoenix, Boston und Pittsburgh (USA) rekrutiert, die auf die Behandlung von Hirntumoren spezialisiert waren (vgl. Stewart et al. 1996, Inskip et al. 1999). Zur Auswertung kamen Daten von 474 Patienten mit Gliom, davon 231 mit Glioblastom, und 192 Patienten mit Meningeom. Die Kontrollgruppe bildeten 780 Personen ohne Krebserkrankung aus den selben Krankenhäusern.

Exposition: Die Berufshistorie der Teilnehmer wurde in persönlichen Interviews erfragt. Die Magnetfeldexposition wurde nach dem geometrischem Mittelwert gemäss einer amerikanischen Berufs-Expositionsmatrix kategorisiert (vgl. Bowman et al., J Occup Environ Hyg 2007;4(9):715-728). Teilnehmer mit einer potenziell höheren Magnetfeldbelastung beantworteten zusätzliche Fragen zu ihren Aufgaben bei der Arbeit, zur Verwendung von elektrischen Geräten und zum durchschnittlichen Abstand von Feldquellen. Aus diesen Angaben wurde ein Skalierungsfaktor berechnet und die individuelle Belastung der Personen entsprechend korrigiert. Anhand der Berufslaufbahn wurden für jeden Teilnehmer 4 Expositionswerte berechnet: 1) Maximum des zeitgewichteten Mittelwerts der Magnetfeldbelastung von allen ausgeübten Berufen, 2) Dauer der Tätigkeit in Berufen mit durchschnittlichen Belastungen über 1.5 mG ($=0.15 \mu\text{T}$), 3) kumulative Exposition über alle Berufe und 4) durchschnittlicher zeitgewichteter Mittelwert über alle Berufe. Die Magnetfeldbelastung in den letzten 5 Jahren vor der Diagnose wurden nicht berücksichtigt (Latenzzeit). Als nicht exponierte Referenzgruppe galten Teilnehmer, die nie in einem Beruf mit Belastungen über $0.15 \mu\text{T}$ gearbeitet hatten. Die beiden Expositionskategorien waren: >0.15 bis $<0.3 \mu\text{T}$ und $>0.3 \mu\text{T}$.

Methode: Die statistische Auswertung erfolgte mittels nicht bedingter logistischer Regression unter Korrektur für Alter, Geschlecht und Ort des Krankenhauses (=Matchingfaktoren).

Resultat: Insgesamt gehörten 62% der Berufe von Hirntumorpatienten und 61% der Berufe von Kontrollpersonen zur Kategorie mit der niedrigsten Magnetfeldbelastung ($<0.15 \mu\text{T}$). Eine Exposition über $0.3 \mu\text{T}$ ergab sich in der Fall- und in der Kontrollgruppe für jeweils 9% der Berufe, die von Männern ausgeübt wurden. Von den Berufen der Frauen gehörten in der Fallgruppe 4% zu dieser Kategorie, in der Kontrollgruppe 6% der Berufe. Ein Anstieg des Hirntumorrisikos in Zusammenhang mit der Magnetfeldbelastung ergab sich in der Gesamtauswertung für keines der 4 Expositionsmasse. Das galt sowohl für Gliome und die Untergruppe der Glioblastome als auch für Meningeome (Odds Ratios zwischen 0.7 und 1.2). Die geschlechtsspezifische Auswertung zeigte für Frauen keine erhöhten Tumorrisiken. Für Männer mit durchschnittlicher Magnetfeldbelastung über $0.3 \mu\text{T}$ bestand ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Risiko, an einem Glioblastom zu erkranken (OR: 1.7; 95%-CI: 0.9-3.2).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der beruflichen Magnetfeldbelastung und dem Risiko für Gliome, Glioblastome oder Meningeome beobachtet wurde.

Bemerkungen: Die zusätzliche Befragung der Teilnehmer mit höheren beruflichen Magnetfeldbelastungen erlaubt eine bessere Einschätzung der individuellen Exposition als die Zuordnung von Mittelwerten aus einer Berufsexpositionsmatrix. Die Auswertungen betreffen in erster Linie die Kategorisierung der Berufe, zur Verteilung der Belastungen im Studienkollektiv gibt es wenig Angaben. Die Ergebnisse der Regressionsanalyse zum Hirntumorrisiko sind nur sehr kurz dargestellt, die geschlechtsspezifischen Auswertungen fehlen in der Tabelle. Die Teilnahmerate ist nicht angegeben, und die Berechnung der statistischen Power wird nicht angeführt.

Finanzierung: Funded in part through an intramural program from the National Cancer Institute, National Institutes of Health.

Focke F, Schuermann D, Kuster N, Schär P.

DNA fragmentation in human fibroblasts under extremely low frequency electromagnetic field exposure.

Mutat Res 2010; 683 (1-2): 74-83

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experiment an menschlichen Bindegewebszellen (Fibroblasten) zum Einfluss von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die Erbsubstanz (DNS). Replikation einer Studie aus Österreich, die eine Zunahme von DNS-Strangbrüchen bei intermittierender Exposition gegenüber 50-Hz-Magnetfeldern in menschlichen Fibroblasten gezeigt hatte (vgl. Ivancsits et al., Mutat. Res. 2002; 519 (1-2): 1-13, und Ivancsits et al., Int. Arch. Occup. Environ. Health 2003; 76 (6): 431-436).

Kollektiv: Primäre humane Fibroblasten (ES-1, HR-1d), fetale Lungenfibroblasten (MRC-5) und HeLa-Zellen (menschliche Epithelzellen eines Zervixkarzinoms (=Gebärmutterhalskrebs)).

Exposition: Es wurde die gleiche Expositionsanordnung wie in den Experimenten von Ivancsits et al. (2002, 2003) verwendet. Sie bestand aus zwei Versuchskammern mit je 4 Magnetspulen. Die 4 Zelltypen wurden bei einem 50 Hz Magnetfeld mit definiertem Gehalt an Oberwellen bis 1 kHz während 15 Stunden bei einer Intensität von 1 mT exponiert. Das Feld wurde intermittierend appliziert, jeweils 5 Minuten an- und 10 Minuten ausgeschaltet. Die Temperatur in den Versuchskammern wurde bei 36.5 bis 37.5 °C gehalten. Die Expositionsbedingungen waren verblindet (on/off), und die Decodierung erfolgte erst nach der Analyse.

Methode: Die DNS-Veränderungen wurden mit Hilfe von Kometen-Tests untersucht. Dabei werden DNS-Bruchstücke elektrophoretisch aufgetrennt und als Schweif hinter dem Zellkern dargestellt. Die Grösse des Kometenschweifs hängt vom Grad der DNS-Schädigung ab. Bei jeder Expositionsbedingung wurden 500 Zellen bewertet und gemäss der DNS-Schädigung in 5 Kategorien unterteilt: Zum Stadium A gehörten Zellkerne mit <5% der DNS im Schweif, zum Stadium B Zellkerne mit 5 bis 20%, zum Stadium C Zellkerne mit 20 bis 40%, zum Stadium D Zellkerne mit 40 bis 95% und zum Stadium E Zellkerne mit >95% der DNS im Schweif. Jedes Experiment wurde ein bis 13 Mal wiederholt. Der statistische Vergleich zwischen Magnetfeldexposition und

Scheinexposition erfolgte mittels zweiseitigen t-Tests für gepaarte Daten (Differenz des Anteils an Zellkernen in den jeweiligen Stadien und bezüglich Schweiffaktor) sowie mittels Chi-Quadrat-Tests (Verteilung der Zellen auf die 5 Kategorien). Zusätzlich wurden Unterschiede im Zellzyklus, in der DNS-Synthese und in der Apoptose (=natürlicher Zelltod) untersucht.

Resultat: Für die drei Fibroblastentypen zeigte sich bei intermittierender Magnetfeldexposition eine Abnahme des Anteils an Zellkernen im Stadium A und eine Zunahme des Anteils der Zellkerne in den Stadien B bis E. Die Zunahme der Zellkerne im Stadium E war bei allen drei Fibroblastentypen statistisch signifikant. Zu diesem Stadium gehören neben Zellkernen mit stark beschädigter DNS auch Zellkerne mit einem frühen Stadium apoptotischer DNS-Fragmentierung. Ausserdem zeigte sich bei allen drei Fibroblastentypen ein leichter, aber statistisch signifikanter Anstieg des Kometenschweif-Faktors, der auf eine Zunahme der DNS-Schädigung hinweist. Bei den HeLa-Krebszellen waren keine expositionsabhängigen Veränderungen zu beobachten. Bei kontinuierlicher Befeldung mit einer Intensität von 1 mT über 15 Stunden zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen exponierten und scheinexponierten Zellkernen. Wenn beide Versuchskammern über 15 Stunden scheinexponiert wurden, waren keine Unterschiede in der DNS-Fragmentierung zu erkennen. Der Vergleich der visuellen Auswertung mit einer automatischen Auswertungsmethode der Kometen-Tests ergab übereinstimmende Resultate. Das durch die Magnetfelder induzierte elektrische Feld bewirkte keine zusätzlichen DNS-Schädigungen (maximale Feldstärke am äusseren Rand der Petrischale: 33.2 mV/m). Beim Vergleich mit den bekannten oxidativen DNS-Schäden durch H₂O₂ (Wasserstoffperoxid), zeigte sich, dass der Effekt der Magnetfeldexposition nicht durch freie Radikale zustande kam. Ausserdem war die Zunahme der DNS-Schädigung nur in Zellen nachweisbar, die den normalen Zyklus der Zellteilung durchliefen, nicht in ruhenden Zellen. Es bestanden Hinweise darauf, dass die DNS-Replikation bei einem kleinen Teil der Zellen beeinträchtigt war, die sich zum Zeitpunkt der Exposition in der Replikationsphase (S-Phase) befanden (ca. 1%), und dass dadurch DNS-Zwischenprodukte entstanden. Ein kleiner Teil der DNS-Schädigung scheint auch auf eine direkt nach der Exposition beobachtete Zunahme der abgestorbenen Zellen zurückzuführen zu sein. Die Zählung der Zellen über mehrere Tage vor und nach der Exposition ergab für diese längere Beobachtungsdauer keine expositionsabhängigen Unterschiede in der Zellvermehrung oder im Überleben der Zellen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie die in der früheren Studie beobachtete geringgradige Zunahme des Kometen-Schweifs bei Fibroblasten durch intermittierende Magnetfeldexposition reproduzieren konnten. Die DNS-Fragmentierung war insgesamt weniger ausgeprägt als in der Vorgängerstudie, und die Variabilität war grösser, aber die Unterschiede zwischen realer Exposition und Scheinexposition waren statistisch signifikant. Bei immortalisierten Krebszellen zeigten sich keine Expositionseffekte. Zudem liefert die Studie gemäss den Autoren den ersten direkten Hinweis darauf, dass das magnetische, nicht das induzierte elektrische Feld die Ursache für die biologischen Effekte ist.

Bemerkungen: Da nur die intermittierende Befeldung zu DNS-Veränderungen führte, schliessen die Autoren direkte chemische oder physikalische Schädigungen aus. Sie vermuten eher komplexe biologische Reaktionen, die das Gleichgewicht zwischen DNS-Schäden und Reparaturmechanismen beeinträchtigen und sich dadurch negativ auf den Zellzyklus, den Zellstoffwechsel oder den natürlichen Zelltod auswirken könnten. Die Zunahme der Zellen im Stadium E mit stark geschädigter DNS könnte auf eine Beeinträchtigung der DNS-Replikation in der S-Phase und eine geringgradige Zunahme der apoptotischen Zellen zurückzuführen sein. Oxidative DNS-Schäden durch freie Radikale erscheinen aufgrund der Ergebnisse unwahrscheinlich.

Finanzierung: Forschungsstiftung Mobilfunk (Zürich) und NFP57 program of the Swiss National Science Foundation.

Ghezel-Ahmadi D, Engel A, Weidemann J, Budnik LT, Baur X, Frick U, Hauser S, Dahmen N.
Heavy metal exposure in patients suffering from electromagnetic hypersensitivity.
Sci Total Environ 2010; 408 (4): 774-778

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität
Exposition:		
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	Wirkungsdauer:	Land:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	Nicht bestimmt	Europa
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen		
Studientyp:		
Mobiltelefone		
Epi: Querschnittsstudie		
Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Konzentration verschiedener Schwermetalle im Blut von Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS). Frühere Ergebnisse der selben Studie sind publiziert in Dahmen et al., Bioelectromagnetics 2009: 30 (4), 299-306.

Kollektiv: 132 Personen mit EHS (90 Frauen) und 101 Kontrollpersonen (67 Frauen). Die EHS-Personen wurden über Selbsthilfegruppen und Anzeigen in den lokalen Medien von Mainz und Regensburg geworben. Die Rekrutierung der Kontrollpersonen mit passendem Geschlecht, Alter und Body Mass Index (BMI) erfolgte ebenfalls über Inserate und über persönliche Kontakte. Das Durchschnittsalter in der EHS-Gruppe lag bei 52 +/- 13 Jahren, in der Kontrollgruppe bei 50 +/- 13 Jahren. Die Patienten gaben unspezifische Symptome an, die mindestens 14 Punkte auf der "Regensburger Liste für EMF-Beschwerden" erreichten (Frick et al. 2002; 205 (5): 353-360). Personen mit akuten psychiatrischen Erkrankungen wurden von der Studie ausgeschlossen.

Exposition: Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im Alltag von verschiedenen Strahlenquellen und mit unterschiedlichen Frequenzen.

Methode: Alle Teilnehmer wurden untersucht und beantworteten Fragen zu ihrer Krankengeschichte und ihren gesundheitlichen Beschwerden. In den Blutproben wurde die Konzentrationen von Blei, Kadmium und Quecksilber bestimmt. Der statistische Vergleich der Gruppenmittelwerte erfolgte mittels Mann-Whitney-U-Test. Zusätzlich wurden die Blutwerte an vorgegebenen Trennpunkten dichotomisiert.

Resultat: Die durchschnittliche Kadmiumkonzentration war in der Kontrollgruppe statistisch signifikant höher als in der EHS-Gruppe ($p < 0.001$). Dieser Unterschied war teilweise darauf zurückzuführen, dass in der

Kontrollgruppe signifikant mehr Raucher waren als in der Kontrollgruppe (9.8 vs. 26.7%, $p=0.001$). Aber auch bei getrennter Auswertung von Rauchern und Nichtrauchern war die mittlere Kadmiumkonzentration in der Kontrollgruppe signifikant höher als in der EHS-Gruppe (Raucher: $p=0.025$, Nichtraucher: $p=0.001$). Die Quecksilberkonzentrationen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen. Werte über dem Referenzwert von $5 \mu\text{g/l}$ zeigten sich allerdings nur bei drei EHS-Patienten, nicht bei Kontrollpersonen. EHS-Personen ohne Amalgam-Füllungen in den Zähnen hatten höhere Quecksilberwerte als Kontrollpersonen ohne Amalgam-Füllungen ($p=0.042$). Bezogen auf die Bleikonzentration im Blut bestand kein signifikanter Unterschied zwischen EHS- und Kontrollgruppe.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass der durchschnittliche Kadmium-, Quecksilber- und Bleispiegel im Blut in der EHS-Gruppe nicht signifikant höher war als in der Kontrollgruppe. Sie betrachten eine Schwermetallvergiftung nicht als entscheidenden Mechanismus bei der Entstehung von EHS. Die Autoren weisen aber darauf hin, dass die höchsten Quecksilber- und Bleiwerte bei Personen mit EHS gemessen wurden.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, ist die Beurteilung von ursächlichen Zusammenhängen bei einmaliger Bestimmung der Blutwerte ohne Verlaufsbeobachtung kaum möglich. In den Auswertungen wurden keine zusätzlichen Faktoren berücksichtigt wie z.B. Schwermetall-Expositionen am Arbeitsplatz. Das genaue Vorgehen bei der statistischen Korrektur für multiple Tests ist anhand der Publikation nicht nachvollziehbar.

Finanzierung: Federal German Office for Radiation Protection (BfS, Neuherberg, Germany)

Vrijheid M, Martinez D, Forns J, Guxens M, Julvez J, Ferrer M, Sunyer J.
Prenatal Exposure to Cell Phone Use and Neurodevelopment at 14 Months.
Epidemiology 2010; 21 (2): 259-262

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Kinder und Jugendliche Schwangere Frauen	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt Schwangerschaft: Pränatale Entwicklung, Frühgeburt Zentralnervensystem
	<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	<u>Land:</u> Europa Nichteuropäische Länder
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		
<u>Studientyp:</u> Epi: Kohortenstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonbenutzung während der Schwangerschaft und der neurologischen Entwicklung des Kindes im Alter von 14 Monaten.

Kollektiv: Rekrutiert wurden Frauen, die im ersten Trimester der Schwangerschaft in einem ambulanten Gesundheitszentrum eine Ultraschalluntersuchung erhielten. Von 1099 Frauen beteiligten sich 657 (60%) an der Studie, Angaben zum Mobiltelefongebrauch lagen von 587 Frauen vor. Ein Untersuchungsergebnis des Kindes war von 530 Mutter-Kind-Paaren (90%) vorhanden.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen während der Schwangerschaft. Die 4 Expositionskategorien wurden definiert als: 0 Anrufe, 1 Anruf, 2 bis 4 Anrufe und 5 oder mehr Anrufe pro Tag.

Methode: Bevölkerungsbasierte Kohortenstudie von Juli 2004 bis Juli 2006 im Rahmen eines grossen Forschungsprogramms in Sabadell (Spanien). Die Teilnehmerinnen beantworteten im ersten und im dritten Trimester (32. Schwangerschaftswoche) Fragen zu ihrem Gesundheitszustand und Lebensstil. Die zweite Befragung enthielt 2 Fragen zur Mobiltelefonbenutzung. Die geistige und psychomotorische Entwicklung der Kinder wurde anhand der "Bayley Scale of Infant Development" im Alter von 14 Monaten (Bereich: 12 bis 17 Monate) bewertet. Zusätzlich absolvierten die Mütter einen Intelligenztest. Der Einfluss der Mobiltelefonbenutzung während der Schwangerschaft auf die mentale und psychomotorische Entwicklung des Kindes wurde in multiplen linearen Regressionsmodellen analysiert. Dabei wurde für die Einflussfaktoren Alter und Geschlecht des Kindes sowie für den jeweiligen Untersucher korrigiert. Im zweiten Regressionsmodell wurde zusätzlich das Alter, der Sozialstatus, die Ausbildung und der Intelligenzquotient der Mutter sowie das Zigarettenrauchen während der Schwangerschaft oder im Haushalt berücksichtigt.

Resultat: Von 530 Teilnehmerinnen benutzten 61 (11%) kein Mobiltelefon, 162 (31%) tätigten einen Anruf pro Tag. 239 Frauen (45%) gaben 2 bis 4 Telefonate täglich an und 68 (13%) mindestens 5 Anrufe pro Tag. Verglichen mit Müttern, die kein Mobiltelefon benutzten, erzielten die Kinder von Müttern mit Mobiltelefonen tendenziell höhere Punktwerte bezüglich der geistigen Entwicklung und niedrigere Werte bezüglich der psychomotorischen Entwicklung. Statistisch signifikant niedriger war das Ergebnis für die psychomotorische Entwicklung bei Kindern von Müttern mit 5 oder mehr Anrufen pro Tag nach Korrektur für alle anderen Einflussfaktoren (Regressionkoeffizient: -5.6, 95%-CI: -10.7 bis -0.5). Es war kein signifikanter Trend mit zunehmender Exposition zu beobachten. Wenn Mütter mit einem Anruf pro Tag als Referenzgruppe definiert wurden, bestanden keine expositionsabhängigen Unterschiede bezüglich der mentalen oder psychomotorischen Entwicklung der Kinder.

Schlussfolgerung: Wegen der fehlenden Expositions-Wirkungsbeziehung sehen die Autoren in den Ergebnissen wenig Hinweise darauf, dass sich die Mobiltelefonbenutzung während der Schwangerschaft negativ auf die Entwicklung des Gehirns von Kleinkindern auswirkt. Die geringen Unterschiede zwischen Kindern von Benutzerinnen und Nichtbenutzerinnen führen sie auf unvollständig korrigierte Störfaktoren zurück. Sie weisen darauf hin, dass wenig Mütter mit intensiver Mobiltelefonbenutzung an der Studie teilnahmen. Die Strahlenbelastung des ungeborenen Kindes durch Mobiltelefonate der Mutter beurteilen die Autoren als sehr gering. Sie empfehlen die Untersuchung von eventuellen indirekten Effekten, zum Beispiel über den Melatoninstoffwechsel der Mutter.

Bemerkungen: Vollständige Datensätze lagen von 530 Teilnehmerinnen, also 48% der ursprünglich auswählbaren 1099 Frauen vor. Eine andere Studie zur Entwicklung von Kindern im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung der Mütter während der Schwangerschaft ist publiziert in: Divan et al. 2008, 2011 und 2012.

Finanzierung: Keine Angaben

Kundi M.

The controversy about a possible relationship between mobile phone use and cancer.

Environ Health Perspect 2009; 117 (3): 316-324

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über die epidemiologischen Studien zum Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Krebserkrankungen, in erster Linie von Hirntumoren.

Kollektiv: Diverse Studien an Mobiltelefonbenutzern, überwiegend Fallkontrollstudien, die seit Mitte der 1990er-Jahre durchgeführt wurden.

Exposition: Benutzung von analogen und digitalen Mobiltelefonen sowie Schnurlostelefonen.

Methode: Übersichtsarbeit. Die Berechnung der gepoolten Risikoschätzer in der Meta-Analyse erfolgte in statistischen Modellen mit festen Effekten, weil keine signifikante Heterogenität zwischen den Studien festzustellen war.

Resultat: Es wurden 33 Studien identifiziert, 25 davon betrafen das Hirntumorrisiko. Die Resultate weisen insgesamt nicht auf ein erhöhtes Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern hin. Personen mit längerer Benutzungsdauer hatten etwas höhere Risiken. Das Gleiche galt für das Tumorrisiko auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite. Da bei Hirntumoren von jahrzehntelangen Latenzzeiten auszugehen ist, sollte die Mobil- oder Schnurlostelefonbenutzung in dem Zeitraum mindestens 5 Jahre vor der Diagnose untersucht werden. Die Meta-Analyse der Studien mit Resultaten für Personen mit mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung ergab ein statistisch signifikant erhöhtes Gliomrisiko von 1.5 (95%-CI: 1.2-1.8). Die gepoolten Odds Ratios für Akustikusneurinome und Meningeome waren erhöht, aber statistisch nicht signifikant: 1.3 (95%-CI: 0.95-1.9) respektive 1.1 (95%-CI: 0.8-1.4). Die gemeinsame Auswertung der Ergebnisse zur langfristigen Mobiltelefonbenutzung auf der erkrankten Kopfseite ergab Odds Ratios von 1.9 (95%.CI: 1.4-2.4) für Gliome, von 1.6 (95%.CI: 1.1-2.5) für Akustikusneurinome und von 1.3 (95%.CI: 0.9-1.9) für Meningeome. Potenzielle

Fehlerquellen bestehen bei allen Fall-Kontrollstudien, unter anderem könnten die Odds Ratios unter 1 in einigen Interphone-Auswertungen durch Selektionsbias entstanden sein. Erinnerungsfehler (Recall Bias) könnten zu einer Überschätzung des Zusammenhangs führen. Bei der Berechnung der kontralateralen Risiken bestehen methodische Probleme, die den scheinbar protektiven Effekt der Mobiltelefonbenutzung für die nichtexponierte Seite des Kopfes erklären. Zudem könnten frühe Auswirkungen der Tumorkrankheit die Verwendung von Mobiltelefonen beeinflussen (Umkehrung der Reihenfolge von Ursache und Wirkung). Die einzige Kohortenstudie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern in Dänemark wurde wegen gravierender methodische Schwächen in der Meta-Analyse nicht berücksichtigt.

Schlussfolgerung: Der Autor beurteilt die epidemiologische Evidenz als nicht ausreichend, um einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko zu belegen. In den Ergebnissen der Tier- und Zellstudien sieht er weder eine Verstärkung, noch eine Abschwächung der Evidenzlage. Insgesamt weise der Kenntnisstand eher auf ein mässiggradig erhöhtes Risiko hin, es seien aber noch nicht genügend Daten zur Langzeitbenutzung vorhanden.

Bemerkungen: Die methodischen Schwierigkeiten in Fall-Kontrollstudien und die möglichen Auswirkungen auf deren Ergebnisse werden detailliert diskutiert und Berechnungen zur Sensitivität und Spezifität angestellt. Die Gründe für die negative Beurteilung der Kohortenstudie sind nicht aufgeführt. In der Publikation fehlen Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche.

Finanzierung: Keine Angaben

Johansson A, Nordin S, Heiden M, Sandström M.

Symptoms, personality traits, and stress in people with mobile phone-related symptoms and electromagnetic hypersensitivity.

J Psychosom Res 2010; 68 (1): 37-45

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Das erste Ziel der Querschnittsstudie betraf den Vergleich zwischen Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) und einer Stichprobe aus der Allgemeinbevölkerung hinsichtlich der Häufigkeit unspezifischer Symptome. Ausserdem wurden psychische Beschwerden wie Angst und Depression bei Personen untersucht, die ihre Beschwerden speziell auf Mobiltelefone zurückführten. Die Häufigkeit dieser Symptome wurde verglichen mit derjenigen bei Personen mit allgemeiner EHS sowie in einer Bevölkerungsstichprobe und in einer gesunden Kontrollgruppe.

Kollektiv: 45 Personen mit mobiltelefonbezogenen Beschwerden und 71 Personen mit genereller Hypersensibilität gegenüber elektromagnetischen Feldern. Die Bevölkerungsstichprobe wurde aus dem Einwohnerregister zufällig ausgewählt und bestand aus 106 Personen mit passendem Alter und Geschlecht. Die gesunde Kontrollgruppe bildeten 63 Personen ohne EMF-bezogene Beschwerden aus dieser Stichprobe. Die Teilnahmerate lag bei 73% in der Fallgruppe und bei 45% in der Kontrollgruppe.

Exposition: Mobiltelefone, Monitore und andere Quellen elektromagnetischer Strahlung im Alltag.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten einen Fragebogen zu unspezifischen Beschwerden wie Schwindel, Kopfschmerz, Konzentrationsstörungen, Müdigkeit, Tinnitus, Schlafstörungen und Gedächtnisverlust sowie zum Zusammenhang dieser Symptome mit EMF. Ausserdem wurden demographische und medizinische Charakteristika sowie die psychosoziale Belastung der Teilnehmer im Beruf erfasst. Weitere Fragebögen betrafen Persönlichkeitsmerkmale inklusive Ängstlichkeit, Depression, Somatisierungstendenz, Aggressivität, Anspannung, Erschöpfung, Antriebslosigkeit und Stress. Die statistische Auswertung erfolgte in uni- und multivariaten Varianzanalysen (ANOVA/MANOVA). Es wurde eine Bonferroni-Korrektur für multiples Testen

durchgeführt.

Resultat: In der Gruppe mit mobiltelefonbezogenen Beschwerden befanden sich mehr Männer als in der generellen EHS-Gruppe oder in den beiden Referenzgruppen, und das Durchschnittsalter war niedriger. Der Anteil an Rauchern war in beiden Referenzgruppen grösser als in den Fallgruppen. EMF-bezogene oder unabhängige unspezifische Beschwerden gaben 9.7% der EHS-Gruppe an sowie 6.3% der Personen mit mobiltelefonbezogenen Symptomen. In der Bevölkerungsstichprobe waren es 1.2%, in der gesunden Kontrollgruppe berichtete kein Teilnehmer über solche Beschwerden. Die häufigsten Beschwerden mit und ohne EMF-Bezug waren allgemeines Unwohlsein, Müdigkeit, Schlafstörungen und Konzentrationsschwierigkeiten. Hinsichtlich der Persönlichkeitsmerkmale und der Stressbelastung erzielten die Fallgruppen fast durchgehend signifikant höhere Punktwerte auf den verschiedenen Skalen als die beiden Kontrollgruppen. Die EHS-Gruppe unterschied sich in mehr Aspekten signifikant von den Referenzgruppen als die Gruppe mit rein mobiltelefonbezogenen Beschwerden.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, berichteten Personen mit mobiltelefonbezogenen Symptomen häufiger über Beschwerden im Bereich des Kopfes, beispielsweise Wärmegefühl am Ohr, Brennen und Prickeln auf der Haut. Personen mit EHS gaben dagegen eher allgemeine neurasthenische Beschwerden wie Müdigkeit, Konzentrationsstörungen und Schwindel an. Insgesamt bestand bei Personen mit EMF-bezogenen Beschwerden ein höheres Niveau an Ängstlichkeit, Depression, Somatisierung, Erschöpfung und Stress als in der Allgemeinbevölkerung oder in der beschwerdefreien Kontrollgruppe. Die Autoren empfehlen, die Unterschiede zwischen den Fallgruppen bei der Therapie und in weiteren Studien zu berücksichtigen.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lässt sich anhand dieser Querschnittserhebung nicht feststellen, ob ein ursächlicher Zusammenhang zwischen den elektromagnetischen Feldern und den Beschwerden bestand. Die Unterschiede in den Persönlichkeitsmerkmalen könnten ein Grund für grössere Empfindlichkeit oder die Folge von anhaltenden Symptomen sein. Weitere Einschränkungen ergeben sich aus der niedrigen Teilnahmerate in der Bevölkerungsstichprobe (45%) und aus den Unterschieden zwischen den vier Gruppen hinsichtlich Alter, Geschlecht und Rauchgewohnheiten.

Finanzierung: Center for Environmental Research, Umeå, and the Swedish Insurance Society.

Kücer N.

Some ocular symptoms experienced by users of mobile phones.

Electromagn Biol Med 2008; 27 (2): 205-209

	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Seh- und Hörstörungen
<i>Stichwörter</i>	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie zur Identifizierung von Beschwerden im Bereich der Augen bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: 229 Studenten an der Universität von Kocaeli in der Türkei, die ein Mobiltelefon verwendeten, davon 188 Frauen (79%) und 48 Männer (21%).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Die Teilnehmer füllten einen Fragebogen zu ihrer Gesundheit, zur Verwendung von Mobiltelefonen und zu Beschwerden im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung aus. Es wurde nach folgenden Symptomen im Bereich der Augen gefragt: Verschwommensehen, rote Augen, Sehstörungen, vermehrte Produktion von Augensekret, Entzündung und Tränen der Augen. Die statistische Auswertung der Beschwerdehäufigkeit bei Frauen und Männern sowie Personen mit unterschiedlicher Benutzungsdauer erfolgte in Chi-Quadrat-Tests mit Yates-Korrektur für kleine Fallzahlen.

Resultat: Fast 64.4% der Teilnehmer besaßen seit mindestens 4 Jahren ein Mobiltelefon. Frauen berichteten signifikant häufiger über Augenentzündungen als Männer (30.4 vs. 10.4%, $p < 0.05$). Teilnehmer mit über zweijähriger Mobiltelefonbenutzung ($n=184$) gaben signifikant häufiger Verschwommensehen an als Teilnehmer mit kürzerer Verwendungsdauer ($n=45$): 27.2 vs. 8.8%, $p < 0.05$. Für die anderen 5 Augensymptome bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Daten einen Hinweis darauf, dass Verschwommensehen bei Personen, die seit längerer Zeit ein Mobiltelefon benutzen, häufiger auftritt.

Bemerkungen: Die Publikation enthält nur sehr wenig Angaben. Soweit aus den Informationen hervorgeht, erfüllt die Untersuchung die grundlegenden Anforderungen an eine wissenschaftliche Studie nicht. Es gibt keine Angaben zur Teilnahmerate, zum Alter der Teilnehmer und eventuellen Unterschieden zwischen den Benutzergruppen, zur Dauer der Beschwerden oder zu anderen Einflussfaktoren. Warum der Trennpunkt für den Symptomvergleich gerade bei einer Mobiltelefonbenutzung über 2 Jahre gewählt wurde, ist unklar. Die Ergebnisse für die anderen Benutzergruppen sind nicht angegeben. (Zunahme bei drei-, vier- und mehrjähriger Benutzungsdauer?) Ebenfalls nicht eindeutig ist die Bedeutung der Prozentsätze in den Tabellen ("percentage of complaints"), und es wurde keine Korrektur für multiple Testung durchgeführt. Insgesamt lassen sich aus dieser Erhebung keine Schlussfolgerungen bezüglich möglicher Zusammenhänge ableiten.

Finanzierung: Keine Angaben

Phillips JL, Singh NP, Lai H.
Electromagnetic fields and DNA damage.
Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 79-88

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone

Studientyp:

Stromleitungen
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Frage, ob hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder das menschliche Erbgut, also die Desoxyribonukleinsäure (DNS), schädigen können.

Kollektiv: Laboruntersuchungen an verschiedenen Arten von menschlichen und tierischen Zellen sowie Tierversuche.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder von verschiedenen Strahlenquellen mit unterschiedlicher Frequenz, Modulation, Intensität und Dauer.

Methode: Beschreibende Übersichtsarbeit.

Resultat: Die Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung auf die DNS werden hauptsächlich in so genannten Kometen-Tests untersucht. Die Literaturübersicht ergibt kein einheitliches Muster für eine DNS-Schädigung durch hochfrequente elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen. Die methodischen Unterschiede zwischen den Studien erschweren die Interpretation und Beurteilung der Ergebnisse. Die unterschiedlichen Studienresultate können auf Differenzen in der Exposition, in der Art der Zellen oder in der Sensitivität des Tests zurückzuführen sein. Ein biologischer Wirkungsmechanismus hochfrequenter Felder ist bisher nicht bekannt. Da der Energiegehalt nicht ausreicht, um Molekülbindungen aufzubrechen, handelt es sich wahrscheinlich um indirekte oder sekundäre Effekte. Möglicherweise besteht keine lineare Dosis-Wirkungsbeziehung. Ebenfalls zu berücksichtigen sind unterschiedliche Signalcharakteristika und die verschiedenen Stadien des Zellzyklusses. In Bezug auf niederfrequente elektromagnetische Felder hat eine beträchtliche Anzahl von Studien DNS-Veränderungen ergeben. Als Wirkungsmechanismus wird die Bildung freier Radikale diskutiert. Andererseits gibt es auch Hinweise darauf, dass EMF-Expositionen das Tumorwachstum verlangsamen und Krebszellen

eliminieren könnten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in der wissenschaftlichen Literatur insgesamt Hinweise darauf, dass hochfrequente elektromagnetische Felder DNS-Schäden verursachen und Reparaturmechanismen beeinflussen können. Daher plädieren sie für weitere Forschung nach Wirkmechanismen und geeigneten Untersuchungsmethoden.

Bemerkungen: Die Publikation enthält keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche. Daher lässt sich die Vollständigkeit und Systematik der Übersichtsarbeit nicht beurteilen. Stärken und Schwächen der Studien werden nur sporadisch diskutiert. Die Überlegungen zum Wirkmechanismus sind hypothetisch und werden nur zum Teil mit Referenzen belegt. Teilweise handelt es sich um eine Gegenüberstellung der Auffassungen innerhalb der Wissenschaft, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der eigenen Forschungsgruppe stehen im Vordergrund.

Finanzierung: Keine Angaben

Johansson O.

Disturbance of the immune system by electromagnetic fields - A potentially underlying cause for cellular damage and tissue repair reduction which could lead to disease and impairment.

Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 157-177

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Alle, generell	Elektrohypersensibilität,
Exposition:	Erwachsene (alle)	Beschwerden
Elektrische Geräte	Mobiltelefonbenutzer	Immunsystem
Feldart: elektrisch	Personen mit	Physiologische oder biochemische
Feldart: magnetisch	Elektrohypersensibilität	Parameter
Fernseh- und Radiosender		Zellbiologie, DNA-Schäden
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)	Wirkungsdauer:	Land:
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)	Unmittelbar	Europa
Mobilfunk allgemein		
Studientyp:		
Mobilfunkbasisstationen		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Frage, ob elektromagnetische Felder Auswirkungen auf das Immunsystem haben.

Kollektiv: Diverse Studien an Zellen, Tieren und Menschen.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder von Mobilfunk, Stromversorgung und elektrischen Geräten, unter anderem von Computerbildschirmen.

Methode: Übersichtsartikel mit Kommentaren und Anmerkungen. Der Schwerpunkt liegt auf den Arbeiten des Autors, zudem wird auf den Bericht der "Bioinitiative" von Blackman et al. 2007 verwiesen.

Resultat: Der Autor geht davon aus, dass das Immunsystem der Menschen nicht an die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern der Stromversorgung oder der Mobilkommunikation angepasst ist. Diskutiert werden Ergebnisse zur vermehrten Bildung von Mastzellen bei Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität. Ebenfalls aufgeführt werden Zell- und Tierstudien zur Frage der Gentoxizität von hoch- und niederfrequenter Strahlung sowie Studien zu allergischen Reaktionen von Personen auf die Metallbeschichtung von Mobiltelefonen.

Schlussfolgerung: Der Autor hält die geltenden Grenzwerte für unzureichend, weil sie auf akuten thermischen Wirkungen der Strahlung basieren. Er fordert Grenzwerte, die auch bei langfristiger Exposition negative Auswirkungen auf die Gesundheit ausschliessen. Für viele Expositionssituationen würde dies seiner Meinung nach eine Reduktion der Belastung auf Null erfordern.

Bemerkungen: Die Systematik und Vollständigkeit der Übersicht lässt sich nicht beurteilen, da keine Angaben

zum Vorgehen bei der Literatursuche gemacht werden. Es werden viele Hypothesen aufgestellt, häufig ohne Belege. Teilweise wird auf unveröffentlichte Daten und auf Kommentare verwiesen oder es werden Schlussfolgerungen aus vorläufigen Ergebnissen gezogen. Die Forderung nach niedrigeren Grenzwerten ist problematisch, so lange keine Erkenntnisse über Schwellenwerte für nichtthermische Effekte vorliegen.

Finanzierung: Supported by the Karolinska Institute, the Help Foundation (Hjälpfonden), Stiftelsen Tornspiran, and the Cancer and Allergy Foundation (Cancer- och Allergifonden).

Greenland S, Kheifets L.

Designs and analyses for exploring the relationship of magnetic fields to childhood leukaemia: a pilot project for the Danish National Birth Cohort.

Scand J Public Health 2009; 37 (1): 83-92

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen niederfrequenten Magnetfeldern am Wohnort und dem Leukämierisiko von Kindern. Um Wechselwirkungen zwischen genetischen Faktoren und der Magnetfeldexposition zu evaluieren, werden verschiedene Studiendesigns und Auswertungsmethoden vorgestellt. Diese Methoden werden an Daten einer dänischen Kohortenstudie überprüft.

Kollektiv: Die nationale Geburtskohortenstudie in Dänemark umfasst 100 000 Schwangerschaften und beinhaltet prä- und postnatale Untersuchungen der Kinder sowie Gentyptisierungen und Magnetfeldmessungen. Im Alter von 7 Jahren ist davon auszugehen, dass ungefähr 45 bis 55 Kinder an Leukämie erkrankt sind, von denen etwa 35 bis 40 relevante Translokationen in ihrem Genom aufweisen. Diese Anzahl erlaubt keine statistisch zuverlässige Auswertung des Risikos in einzelnen Untergruppen.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder in der Wohnung.

Methode: Präsentation und Diskussion epidemiologischer und statistischer Methoden zur Untersuchung von Gen-Umwelt-Interaktionen.

Resultat: Bei ungefähr 75% der leukämiekranken Kinder besteht eine genetische Anomalie, häufig eine Chromosomentranslokation, zum Beispiel t(12;21), t(8;21) oder t(4;11). Diese Translokationen entstehen schon vor der Geburt. Da bei weitem nicht alle Kinder mit solchen Anomalien an Leukämie erkranken, ist von zusätzlichen postnatalen Faktoren auszugehen, die zur Entstehung der Leukämie führen. Wegen der Seltenheit der Erkrankung und der Exposition (>0.3 bis $0.4 \mu\text{T}$) ist die Untersuchung des Zusammenhangs in

Kohortenstudien schwierig. Zusätzlich sollte eine Fallkontrollstudie durchgeführt werden. Dabei sollten die Teilnehmer in mehreren Phasen gezielt rekrutiert werden, um genügend exponierte und nichtexponierte Patienten und Kontrollen zu erhalten. In der statistischen Analyse werden die Subgruppen mit dem Kehrwert ihrer Auswahlwahrscheinlichkeit gewichtet (inverse probability-of-selection weighting, IPW). Eine Alternative ist die Maximum-Likelihood-Methode. Als weitere methodische Aspekte diskutiert werden die Modellierung im Umgang mit Messfehlern sowie die Untersuchung heterogener Expositionseffekte bei Kindern mit unterschiedlichen Genotypen (Effektmodifikation). Diese Analysen erfordern Annahmen über die Beziehungen zwischen Exposition und Genotyp sowie über die Verteilung dieser Faktoren im Studienkollektiv.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Kombination verschiedener methodischer Ansätze bei der Durchführung und Auswertung epidemiologischer Studien notwendig ist, um neue Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko zu gewinnen. Ein entscheidender Punkt ist dabei, eine möglichst grosse Anzahl an Kindern zu untersuchen. Das ist in internationalen Kohortenstudien wie dem "International Childhood Cancer Cohort Consortium (I4C)" möglich.

Finanzierung: Supported by the Electric Power Research Institute contract P23332C11305

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).
ICNIRP statement on EMF-emitting new technologies.
Health Phys 2008; 94 (4): 376-392

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
<u>Exposition:</u>		
Diebstahlsicherungen		
Elektrische Geräte		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)	Nicht bestimmt	Europa
Mobilfunk allgemein		Nichteuropäische
Mobilfunkbasisstationen		Länder
<u>Studientyp:</u>		
Radar		
Exposition, Methodik		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: ICNIRP-Stellungnahme mit einer Auflistung der neuen Technologien, die elektromagnetische Felder emittieren.

Kollektiv: Gesamtbevölkerung.

Exposition: Mobilfunk, drahtlose Netzwerke (W-LAN, WiMAX, Bluetooth), Schnurlostelefone (DECT), Radio Frequency Identification-Geräte (RFID), Digitalrundfunk, telemedizinische Anwendungen, Radarsysteme, Induktionsherde, Magnetresonanz (MRI), elektrische und magnetische Transportmittel.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Die technischen Charakteristika (Frequenzbereiche, Sendeleistungen, Modulationsformen usw.) der neuen Technologien werden detailliert beschrieben und in Beziehung zu den ICNIRP-Richtlinien gesetzt. Es wird darauf hingewiesen, dass einige neue Geräte niedrigere Sendeleistungen haben. Durch die steigende Anzahl an Emissionsquellen ist aber insgesamt mit einer Zunahme der Hochfrequenzbelastung zu rechnen. Relevante berufliche Expositionen ergeben sich unter anderem aus dem zunehmenden Einsatz von RFIDs in verschiedenen Industriezweigen und von MRI-Geräten in der medizinischen Diagnostik. Für Personen, die mit MRI-Geräten arbeiten, kann es zur Überschreitung der ICNIRP-Richtlinien kommen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die neuen Anwendungen ein breiteres Frequenzspektrum abdecken als frühere Technologien und dass dadurch komplexe Expositionssituationen für die Benutzer entstehen. Diese neuen Entwicklungen müssen bei der Untersuchung der gesundheitliche Aspekte berücksichtigt

werden.

Finanzierung: Keine Angaben

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

ICNIRP statement on the "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)".

Health Phys 2009; 97 (3): 257-258

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Schnurlostelefone

Studientyp:

Exposition, Methodik

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: ICNIRP-Stellungnahme zu den Richtlinien zur Beschränkung der Exposition gegenüber elektromagnetischen Wechselfeldern (bis 300 GHz).

Kollektiv: Gesamtbevölkerung.

Exposition: Hochfrequenzfelder ab 100 kHz, unter anderem zur drahtlosen Kommunikation.

Methode: Übersichtsartikel und Stellungnahme.

Resultat: Seit der Veröffentlichung der ICNIRP-Richtlinien 1998 sind viele wissenschaftliche Studien zur Untersuchung gesundheitlicher Auswirkungen publiziert worden. Die Überprüfung der Richtlinien im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz ist im Gange. Eine sofortige Überarbeitung hält die ICNIRP nicht für erforderlich, weil die bisherigen Studien keine Evidenz für Gesundheitsschäden unterhalb der Richtlinien ergeben haben. Die vorgeschlagenen nichtthermischen Wirkungsmechanismen sind wenig plausibel. Die neueren Zell- und Tierstudien weisen bei niedrigen Expositionsniveaus insgesamt nicht auf gentoxische oder krebserregende Effekte hin. Deshalb bestätigt die ICNIRP die 1998 festgelegten Richtlinien bis auf weiteres. Die bisher vorliegenden einzelnen und multinationalen Auswertungen der Interphone-Studie weisen bei Mobiltelefonbenutzern in den ersten 10 Jahren des Gebrauchs nicht auf ein erhöhtes Hirntumorrisiko hin. Für längere Benutzungsdauern können noch keine Schlussfolgerungen gezogen werden. Bezüglich der Exposition durch Sendeanlagen liegen nur wenige Studien mit angemessener Expositionserfassung vor. Diese Studien ergaben keinen gesundheitsrelevanten Effekte.

Finanzierung: The support received by ICNIRP from the European Commission, and the German Federal Ministry for the Environment is gratefully acknowledged.

Tapio S, Hornhardt S, Gomolka M, Leszczynski D, Posch A, Thalhammer S, Atkinson MJ.

Use of proteomics in radiobiological research: current state of the art.

Radiat Environ Biophys 2010; 49 (1): 1-4

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über den Einsatz von molekularbiologischen Hochdurchsatzverfahren zur Untersuchung von Auswirkungen der nichtionisierenden Strahlung auf den Zellstoffwechsel, die Proteinsynthese oder das Genom. Diese Untersuchungsmethoden werden als "omics" bezeichnet, zum Beispiel: "Proteomics", "Genomics" und "Metabolomics".

Kollektiv: Zellkulturen.

Exposition: Elektromagnetische Felder im Allgemeinen.

Resultat: Die Hochdurchsatzverfahren können neue Einsichten in die biochemischen Regulationsmechanismen der Zellphysiologie liefern. Untersucht werden auch die Wechselwirkungen zwischen Genen, Proteinen und Zell- oder Gewebefunktionen. Die Komplexität der Organismen, Gewebe, Zellen und Zellorganellen ist eine bisher noch nicht bewältigte Herausforderung bei der Auswertung der Daten. Eine weitere Schwierigkeit ist die Reproduzierbarkeit der Auswertungen, die nur durch standardisierte Arbeitsabläufe und Datenformate möglich wird. Ebenfalls erforderlich sind gemeinsame Datenbanken für internationale Studien. Für die Erforschung der nichtionisierenden Strahlung könnten die Ergebnisse der Hochdurchsatzverfahren zu neuen Modellen bezüglich der biologischen Mechanismen führen.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend betont der Autor die Notwendigkeit der Kooperation zwischen Radiobiologen und Spezialisten für Proteomics. Als gemeinsames Ziel bezeichnet er die Identifizierung neuer molekularer Ansatzpunkte der ionisierenden und der nichtionisierenden Strahlung.

Bemerkungen: Die Schwierigkeiten, die durch die riesigen Datenmengen entstehen, werden nur am Rande

erwähnt.

Finanzierung: This article is based on the information gained from the lectures and discussions during the 1st International Radiation Proteomics Workshop held in Munich, May 27-28, 2009. Federal Office for Radiation Protection (Grant 3608S03030) and Helmholtz Zentrum München are acknowledged for their financial support to the workshop.

Bürgi A, Frei P, Theis G, Mohler E, Braun-Fahrlander C, Fröhlich J, Neubauer G, Egger M, Rösli M.
A model for radiofrequency electromagnetic field predictions at outdoor and indoor locations in the context of epidemiological research.
Bioelectromagnetics 2010; 31 (3): 226-236

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Schnurlostelefone
Wireless LAN, Wi-Fi
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Im Rahmen der Qualifex-Studie wurde die individuelle Hochfrequenzexposition von Anwohnern in der Region Basel mittels Personen-Exposimetern gemessen und mit einem räumlichen Ausbreitungsmodell berechnet. In der vorliegenden Arbeit werden die modellierten Expositionswerte mit Ergebnissen von Punktmessungen innerhalb und ausserhalb von Gebäuden verglichen.

Kollektiv: 133 Studienteilnehmer, bei denen zusätzlich zur einwöchigen Exposimetermessung jeweils mehrere Punktmessungen im Schlafzimmer, vor dem Schlafzimmerfenster und im Freien vorgenommen wurden (mindestens 1 m über dem Boden). Um eine grössere Spannbreite an Expositionsniveaus zu erfassen, waren 26 Personen im Kollektiv gezielt ausgewählt worden, weil sie in der Nähe von Basisstationen oder Rundfunksendern wohnten.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Radio- und Fernsehsender, GSM- und UMTS-Mobilfunkbasisstationen, Polizeifunk und Paging-Dienste. Gemessen wurden die zeitlichen Mittelwerte der elektrischen Feldstärke. Die Gesamtfeldstärke wurde als Wurzel aus der Summe aller quadrierten Einzelfrequenzen berechnet (root mean square method). Die Messungen waren frequenzselektiv, berücksichtigt wurden Frequenzbereiche zwischen 87.5 MHz und 2170 MHz.

Methode: Das räumliche Ausbreitungsmodell basierte auf Daten des Lufthygieneamts für die Region Basel, in denen alle Mobilfunkbasisstationen und Rundfunksender erfasst waren. Ausserdem lagen technische Daten des Bundesamts für Kommunikation zur Sendeleistung, zur Anzahl der GSM-Kanäle und zum Antennen-Downtilt der Sender von November 2007 vor. Die Gültigkeit der berechneten Werte für die Exposition im Freien war bereits überprüft worden (vgl. Bürgi et al., Exposure modeling of high-frequency electromagnetic fields. J Expo

Sci Environ Epidemiol 2008; 18(2):183-191). Zur Modellierung der Innenraumbelastung wurde zusätzlich ein mittlerer Dämpfungsfaktor für alle Gebäudemauern und Dächer (4.5 dB) sowie für die Innenmauern, Fussböden und Möbel (0.6 dB/m) verwendet. In einem zweiten Schritt wurden auch die Angaben der Teilnehmer zu ihrer Wohnumgebung evaluiert. Ebenfalls in das Ausbreitungsmodell integriert waren neben einem dreidimensionalen Stadtmodell auch die geographischen Koordinaten der Schlafzimmer aller Teilnehmer. Für den Vergleich zwischen Modellierungsergebnissen und Messwerten wurden neben der durchschnittlichen Abweichung auch lineare Korrelationskoeffizienten und Rang-Korrelationskoeffizienten berechnet. Die zufallskorrigierte Übereinstimmung wurde in einer Cohen's Kappa-Statistik evaluiert. Die Auswertung der Teilnehmerangaben erfolgte in multiplen linearen Regressionsmodellen.

Resultat: Der Mittelwert der gemessenen Hochfrequenzbelastung lag bei 0.37 V/m für die 113 Orte im Freien, bei 0.13 V/m für die 133 Wohnungen und bei 0.25 V/m für die 131 Messungen vor den Schlafzimmerfenstern. An allen drei Messorten stammte der grösste Expositionsbeitrag vom Mobilfunksystem GSM 1800. Die Übereinstimmung zwischen den modellierten Werten und den Messwerten war für alle drei Orte zufriedenstellend. Trotz der komplexeren Situation in Innenräumen war die Übereinstimmung ähnlich gross wie für Messungen im Freien. Die Sensitivitätsanalysen ergaben nur wenig Auswirkungen auf die Ergebnisse, wenn die Modellierungsparameter modifiziert wurden. Das Modell kann auf andere Regionen übertragen werden, wenn die entsprechenden Angaben zu Sendeanlagen, Gebäuden und Topographie vorhanden sind.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass das Expositionsmodell die Hochfrequenzbelastung im Freien gut wiedergibt und dass die Genauigkeit auch in Innenräumen nur geringfügig schlechter ist. Daher beurteilen sie das Modell als robust und halten es für gut geeignet, um die Teilnehmer an epidemiologischen Studien nach ihrer Belastung zu klassifizieren.

Bemerkungen: Weitere Ergebnisse der Qualifex-Studie sind u. a. zu finden in: Frei et al., Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields. Environmental Research 2009; 109 (6), 779-785, und Frei et al., A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. Sci Total Environ 2009; 408(1), 102-108.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation, part of the National Research Program 57 (Non-Ionising Radiation - Health and Environment).

Sirav B, Seyhan N.

Radio frequency radiation (RFR) from TV and radio transmitters at a pilot region in Turkey.

Radiat Prot Dosimetry 2009; 136 (2): 114-117

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Expositionsniveaus in einer Wohnregion in Ankara (Türkei), in deren Nähe sich mehrere Radio- und Fernsehsender befinden.

Kollektiv: Bewohner eines Gebäudes in der Studienregion.

Exposition: Hochfrequenzstrahlung von Radio- und Fernsehsendern. In der Studienregion befanden sich 64 Sender, die technischen Informationen waren für 31 Sender vorhanden. Die Frequenzen lagen zwischen 530 kHz und 862 MHz, die effektive Strahlungsleistung (ERP) zwischen 100 W und 10 kW.

Methode: Anhand der technischen Daten wurde die Hochfrequenzbelastung in einem bestimmten Gebäude im Wohngebiet berechnet. Dabei kam die Methode der "Federal Communication Commission (FCC)" zur Anwendung. In die Berechnung flossen neben der effektiven Strahlungsleistung auch die Höhe und die horizontale Entfernung des Senders zum Referenzpunkt ein. Die für jeden Sender berechnete Flussdichte wurde mit den ICNIRP-Referenzwerten verglichen.

Resultat: Die Berechnungen ergaben, dass die Hochfrequenzbelastung durch Radio- und Fernsehsender im untersuchten Gebäude bis zu viermal höher war als der ICNIRP-Grenzwert.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen sobald wie möglich Expositionsmessungen in der Studienregion.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine sehr einfache Berechnung der Hochfrequenzbelastung durch Radio- und Fernsehsender, die sich auf ein einzelnes Gebäude beschränkt. Für 33 von 64 Sendern waren keine Informationen

vorhanden, und Mobilfunkbasisstationen oder andere Sendeanlagen wurden nicht berücksichtigt. Ebenfalls keine Beachtung fanden die geographischen Verhältnisse bzw. die Abschwächung der Strahlung durch topographische Gegebenheiten oder Gebäude. Die Ergebnisse stehen im Widerspruch zu Modellierungen und Messungen in anderen Ländern, in denen die ICNIRP Grenzwerte bei weitem nicht ausgeschöpft wurden. In einem Kommentar weist K. Foster, University of Pennsylvania, darauf hin, dass die Berechnungsformeln der FCC nur für den Hauptstrahl der Sender gelten und dass zur Berechnung der Exposition im Erdgeschoss des Gebäudes Informationen über den Abstrahlwinkel und den Antennengewinn notwendig wären (Rad Prot Dosim 2010; 138 (3): 284-285).

Finanzierung: Keine Angaben

Chen C, Ma X, Zhong M, Yu Z.

Extremely low-frequency electromagnetic fields exposure and female breast cancer risk: a meta-analysis based on 24,338 cases and 60,628 controls.

Breast Cancer Res Treat 2010; 123 (2): 569-576

doi: 10.1007/s10549-010-0782-6

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse der epidemiologischen Studien zum Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und Brustkrebsrisiko zwischen 2000 und 2009. Aktualisierung der früheren Metaanalyse von T.C. Erren: A Meta-Analysis of Epidemiologic Studies of Electric and Magnetic Fields and Breast Cancer in Women and Men. Bioelectromagnetics 2001, Supplement 5, S105-S119.

Kollektiv: In 15 bevölkerungsbasierten Fall-Kontroll-Studien (publiziert in 13 Artikeln) wurden insgesamt 24 338 Frauen mit Brustkrebs und 60 628 gesunde Frauen untersucht.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder im Beruf oder in der Wohnung. Die unterschiedlichen Expositionsparameter und -kategorien in den einzelnen Studien wurden für die Meta-Analyse dichotomisiert. Als Trennpunkt für die Unterteilung in "Exponierte" und "Nichtexponierte" wurde jeweils die Kategorie verwendet, die am nächsten bei 0.2 µT lag.

Methode: Literatursuche in Medline, PubMed, Embase, Cochrane Library und Web of Science, für den Publikationszeitraum von Januar 2000 bis Dezember 2009. Zur Berechnung der gepoolten Odds Ratios wurde die Heterogenität zwischen den Studien überprüft (Chi-Quadrat-Test) und je nach Ergebnis eine Metaanalyse mit festen Effekten oder mit Zufallseffekten durchgeführt. In Subgruppenanalysen wurden Unterschiede zwischen den verschiedenen Expositionsarten sowie bezüglich des Menopausestatus der Patientinnen und des Tumortyps untersucht.

Resultat: Von den 15 Studien betrafen 10 die Magnetfeldbelastung in der Wohnung und 5 die berufliche Belastung. In 5 Studien wurde auch die Verwendung von Heizdecken untersucht. Die Kontrollpersonen

entsprachen den Patientinnen hinsichtlich Alter, ethnischer Zugehörigkeit und Wohndauer. Aus allen 15 Studien gemeinsam ergab sich bei einer gepoolten Odds Ratio von 0.99 (95%-CI: 0.90-1.09) kein erhöhtes Brustkrebsrisiko für Frauen mit höheren Magnetfeldbelastungen. Auch die Subgruppenanalysen bezüglich beruflicher Exposition, Verwendung von Heizdecken, prä- oder postmenopausaler Erkrankung sowie östrogenrezeptorpositiven oder -negativen Tumor ergaben keine Odds Ratios über 1.07. In den Sensitivitätsanalysen veränderten sich die Resultate nur geringfügig. Für die Gesamtauswertung bestanden Hinweise auf einen Publikationsbias mit einzelnen kleineren Studien, die Zusammenhänge gezeigt hatten, und fehlenden kleineren Studien mit negativen Ergebnissen (Egger's Test: $p=0.026$).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, weist diese Meta-Analyse nicht auf einen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Brustkrebsrisiko hin. Sie geben aber zu bedenken, dass die Klassifizierung der Teilnehmerinnen in Bezug auf die Magnetfeldexposition und auf die genaue Diagnose mit Unsicherheiten verbunden ist.

Bemerkungen: Wegen der ausgeprägten Heterogenität der Studien ist die Aussagekraft der gepoolten Odds Ratios eingeschränkt. Auch einige grössere Studien haben Hinweise auf Zusammenhänge ergeben, und die Unsicherheiten bezüglich der Expositionsschätzung sind erheblich. Die Ergebnisse der beiden Kohortenstudien werden weder in der Auswertung noch in der Diskussion berücksichtigt (Nichols 2005, Johansen 2007). Auch der umfassende Übersichtsbericht der WHO von 2007 wird nicht erwähnt, in dem ein Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und Brustkrebs ebenfalls als unwahrscheinlich bezeichnet wird.

Finanzierung: National Natural Science Foundation of China

Erren TC.

A meta-analysis of epidemiologic studies of electric and magnetic fields and breast cancer in women and men. Bioelectromagnetics 2001; Suppl 5: S105-S119

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Aktualisierung einer früheren Übersichtsarbeit zum Thema niederfrequente Magnetfelder und Brustkrebs (Erren 1997) und gemeinsame Auswertung der Ergebnisse in einer Metaanalyse.

Kollektiv: Diverse Kollektive aus 15 Fall-Kontrollstudien und 21 Kohortenstudien zum Brustkrebsrisiko bei Frauen oder bei Männern.

Exposition: Niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Sechzehn Studien zum Brustkrebsrisiko bei Frauen betrafen die berufliche Exposition und 9 die Belastung am Wohnort. Das Brustkrebsrisiko bei Männern wurde in 19 Studien zum Arbeitsplatz und 4 Studien zur häuslichen Exposition evaluiert.

Methode: Die Literatursuche in MEDLINE umfasste den Publikationszeitraum von 1966 bis Januar 2000. Die relativen Risiken für die exponierten Gruppen wurden nach ihrer Varianz gewichtet und die Homogenität der gepoolten Risikoschätzer in Chi2-Tests überprüft. Die Auswertung erfolgte für beide Geschlechter getrennt. Ebenfalls separat untersucht wurden Fall-Kontroll- und Kohortenstudien sowie die verschiedenen Länder und Methoden zur Expositionserfassung.

Resultat: Die Suche ergab 43 Publikationen, von denen 5 wegen Überschneidungen mit späteren Artikeln ausgeschlossen wurden. Von den 38 Studien in der Metaanalyse untersuchten 25 das Brustkrebsrisiko bei Frauen und 23 bei Männern. Zehn Arbeiten betrafen beide Geschlechter. Genügend quantitative Angaben für die oberste Expositionsgruppe lagen in 24 Studien an Frauen und 15 Studien an Männern vor. Für Frauen ergab sich ein gepoolter Risikoschätzer von 1.12 (95%-CI: 1.09-1.15), es bestand aber eine statistisch signifikante Heterogenität zwischen den Ergebnissen ($p=0.0365$). Die Studien an Männern kamen zu einheitlicheren Resultaten

(Homogenitätstest: $p=0.11$), der kombinierte Risikoschätzer betrug 1.37 (95%-CI: 1.11-1.71).

Schlussfolgerung: Der Autor fasst zusammen, dass die Daten mit einem schwach erhöhten Brustkrebsrisiko bei stärkerer Magnetfeldbelastung vereinbar sind. Wegen der Unsicherheiten in der Expositionsklassifizierung und in der Erfassung der zusätzlichen Faktoren sowie der Erkrankungszahlen hält er eine Beurteilung des Zusammenhangs (real oder Artefakt) noch nicht für möglich.

Finanzierung: Electric and Magnetic Fields Program of the Public Health Institute and the California Department of Health Services

Saito T, Nitta H, Kubo O, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, Hagihara J, Isaka K, Ojima T, Nakamura Y, Mizoue T, Ito S, Eboshida A, Yamazaki S, Sokejima S, Kurokawa Y, Kabuto M.

Power-frequency magnetic fields and childhood brain tumors: a case-control study in Japan.

J Epidemiol 2010; 20 (1): 54-61

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie in Japan zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldexposition am Wohnort und Hirntumorrisiko bei Kindern. Die Auswertungen erfolgten im Rahmen einer Studie zum Leukämierisiko bei Kindern, deren Ergebnisse von Kabuto et al. publiziert sind in: Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: A case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan. Int J Cancer 2006; 119 (3), 643-650.

Kollektiv: 154 Kinder (0 bis 14 J.), bei denen zwischen Mai 1999 und September 2002 ein Hirntumor diagnostiziert worden war. Die Rekrutierung erfolgte über 107 Krankenhäuser in fünf Regionen, unter anderem in den Grossstädten Tokyo, Nagoya und Osaka. Im Studienareal wohnten insgesamt 53.5% der Kinder in Japan. Von den in der Studienregion registrierten 167 Hirntumorpatienten wurden 72 (43.1%) durch die behandelnden Ärzte zur Teilnahme an der Studie eingeladen und erklärten sich damit einverstanden. Nach Ausschluss der Teilnehmer mit unvollständigen Daten kamen 55 Patienten zur Auswertung. Die Kontrollkinder wurden aus dem Bevölkerungsregister zufällig ausgewählt, und jeweils zwei gemäss Alter, Geschlecht, Region und Grösse des Wohnorts einem Patienten zugeordnet. Von 692 Kandidaten für die Kontrollgruppe waren 189 (27.3%) bereit, an der Studie teilzunehmen. In die Analyse aufgenommen werden konnten die Daten von 99 Kontrollkindern.

Exposition: Es wurden zwei Magnetfeldmessungen durchgeführt: a) kontinuierliche Messung während einer Woche im Schlafzimmer des Kindes in Intervallen von 30 Sekunden (Messgerät: EMDEX-Lite, 40 Hz bis 1 kHz). b) Fünfminütige Einzelmessungen an verschiedenen Orten in- und ausserhalb des Hauses (Messgerät: EMDEX-II, 40 bis 800 Hz). Die Messungen für Patienten und Kontrollkinder erfolgten möglichst kurz nacheinander, um saisonabhängige Unterschiede zu vermeiden. Aus den Messergebnissen wurden arithmetische Wochendurchschnittswerte berechnet und vier Expositionskategorien gebildet: $<0.1 \mu\text{T}$, $0.1\text{-}0.2 \mu\text{T}$, $0.2\text{-}0.4 \mu\text{T}$,

$>0.4 \mu\text{T}$.

Methode: Mit Hilfe eines Fragebogens wurden die Mütter der Studienteilnehmer zu persönlichen und medizinischen Parametern befragt. Der Fragebogen enthielt Angaben zur Wohnsituation, zu Wohnortwechseln, zum Sozialstatus, zu den Berufen der Eltern, zum Gebrauch elektrischer Geräte, zur Impfanamnese sowie zur Exposition der Mutter während der Schwangerschaft durch Röntgenuntersuchungen, Medikamenteneinnahme, Rauchen, Alkohol, Pestizide oder andere Chemikalien. Der Vergleich des Hirntumorrisikos in den Gruppen mit unterschiedlich hoher Magnetfeldexposition erfolgte in konditionalen logistischen Regressionsmodellen, die das Ausbildungsniveau der Mutter (mehr oder weniger als 13 Jahre) als zusätzliche Einflussvariable enthielt. Weitere potenzielle Störfaktoren sowie die Auswirkungen von Selektionsfehlern wurden in Sensitivitätsanalysen evaluiert.

Resultat: Insgesamt bestanden zwischen der Fall- und der Kontrollgruppe keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der demographischen Charakteristika. Nur das Ausbildungsniveau der Mütter als Indikator für den Sozialstatus war in der Fallgruppe statistisch signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe. Keine signifikanten Differenzen bestanden hinsichtlich Impfungen und dem Gebrauch von elektrischen Geräten während der Schwangerschaft oder nach der Geburt. Im Vergleich zur Referenzgruppe mit durchschnittlicher Magnetfeldbelastung unter $0.1 \mu\text{T}$ ergab die Regressionsanalyse für Kinder in der Expositions-kategorie von 0.1 bis $0.2 \mu\text{T}$ unter Berücksichtigung des Ausbildungsniveaus der Mütter eine Odds Ratio von 0.74 (95%-CI: 0.17 - 3.18), in der Kategorie von 0.2 bis $0.4 \mu\text{T}$ eine Odds Ratio von 1.58 (95%-CI: 0.25 - 9.83) und in der höchsten Kategorie ($\geq 0.4 \mu\text{T}$) eine Odds Ratio von 10.9 (95%-CI: 1.05 - 113). Die höchste Expositions-kategorie bestand aus 3 Patienten und einem Kontrollkind. Bei zusätzlicher Berücksichtigung verschiedener Einflussvariablen ergaben sich für die oberste Kategorie Odds Ratios zwischen 9.1 und 16.9 mit sehr breiten Vertrauensintervallen. In einer Sensitivitätsanalyse wurde der Effekt des Selektionsbias untersucht. Bei Annahme einer maximalen Verzerrung durch Auswahlfehler ergab sich für die stark exponierte Gruppe immer noch eine erhöhte Odds Ratio von 1.8 für das Hirntumorrisiko.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie ein erhöhtes Hirntumorrisiko für Kinder mit Magnetfeldbelastungen über 0.3 oder $0.4 \mu\text{T}$ in der Wohnung beobachtet wurde. Sie weisen darauf hin, dass die Anzahl von Kindern mit solchen Expositionen gering war, und die Ergebnisse daher vorsichtig interpretiert werden sollten. Sie halten eine Kombination der Daten von mehreren internationalen Studien zu dieser Fragestellung für notwendig. Eine solche Meta-Analyse ist bereits geplant.

Bemerkungen: Eine Stärke dieser Studie ist Expositionserfassung: Es wurden einwöchige Magnetfeldmessungen in den Schlafzimmern und Punktmessungen in anderen Zimmern des Hauses durchgeführt. Dabei wurden saisonale Schwankungen und die Wohndauer der Familie im entsprechenden Haus vor dem Zeitpunkt der Diagnose berücksichtigt. Allerdings erfolgten die Messungen selbst durchschnittlich ein Jahr nach der Diagnose. Methodische Einschränkung sind die niedrigen Teilnahmeraten in der Fall- und in der Kontrollgruppe, die zu einer Verzerrung der Ergebnisse geführt haben könnten, wenn die Beteiligung mit der Höhe der Magnetfeldbelastung zusammenhing. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, wurde die theoretisch notwendige Stichprobengröße von 300 Patienten und 600 Kontrollkindern nicht erreicht, so dass die statistische Power der Studie ungenügend war. Da sich nur 5 Kinder mit Hirntumoren und 5 Kontrollkinder in den Belastungskategorien über $0.2 \mu\text{T}$ befanden, sind die Risikoschätzer sehr instabil. Im Regressionsmodell wurde der Umstand, dass der Sozialstatus in der Fallgruppe niedriger war als in der Kontrollgruppe berücksichtigt. Wegen der kleinen

Fallzahlen wurde aber nicht für mehrere potenzielle Einflussfaktoren gleichzeitig korrigiert. Da frühere Studien zu dieser Fragestellung deutlich niedrigere Odds Ratios von ungefähr 2 ergeben haben, empfiehlt sich eine gemeinsame Auswertung und Interpretation aller vorliegenden Resultate.

Finanzierung: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

Habash RW, Elwood JM, Krewski D, Lotz WG, McNamee JP, Prato FS.
Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2004-2007.
J Toxicol Environ Health B Crit Rev 2009; 12 (4): 250-288

Stichwörter Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Radar Studientyp: Schnurlostelefone Übersichtsarbeiten, Metaanalysen	Kollektiv: Alle, generell Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer Personen mit Elektrohypersensibilität	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Immunsystem Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Land: Tumoren: Leukämien, Lymphome Nichteuropäische Länder
	Wirkungsdauer:	

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsbericht über wissenschaftliche Studien zur Hochfrequenzstrahlung der drahtlosen Telekommunikation von 2004 bis 2007. Aktualisierung der früheren Berichte der Royal Society of Canada (vgl. Krewski et al. 2007).

Kollektiv: Diverse Kollektive, auch Tier- und Zellversuche.

Exposition: Verschiedene Quellen hochfrequenter Strahlung: Mobiltelefone, Basisstationen, Radiosender, drahtlose Netzwerke, Bluetooth und experimentelle Expositionssysteme.

Methode: Die Literatursuche erfolgte in PubMed, MEDLINE, EMBASE und anderen internationalen Datenbanken. Zusätzlich wurden Internetseiten von Fachgesellschaften und Referenzlisten durchsucht.

Resultat: Die genaue Erfassung der Hochfrequenzexposition ist schwierig, das gilt für Sendeanlagen, Mobiltelefone und WLAN-Stationen. Auch die spezifische Absorptionsrate (SAR) hängt von zahlreichen Faktoren ab. Die Mehrheit der Zellexperimente zur Gentoxizität der Hochfrequenzstrahlung weist nicht auf solche Effekte hin. Die Ergebnisse zur Veränderung der Genexpression sind noch uneinheitlicher, und weitere Studien unter gut kontrollierten Bedingungen sind notwendig. Einige der beobachteten Effekte könnten auf diskrete Temperaturanstiege zurückzuführen sein. In den meisten Tierversuchen wurde keine krebserregende Wirkung durch Hochfrequenzstrahlung beobachtet. Experimentelle Studien am Menschen zum Auftreten von unspezifischen Beschwerden bei kurzfristiger Exposition ergaben keine Evidenz für einen Zusammenhang. In einigen Untersuchungen wurden leichte Veränderungen der elektrischen Aktivität oder der Neurotransmitter-Aktivität im Gehirn beobachtet, es gab aber keine Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Gehirnfunktionen. Die Resultate zu Auswirkungen auf das Herz-/Kreislaufsystem und auf das Gehör sind nicht einheitlich. Auch zur

Beeinträchtigung der männlichen Fruchtbarkeit sind weitere Studien notwendig. Die epidemiologischen Studien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern basierten überwiegend auf Teilnehmerangaben.

Zusammengenommen ergeben sie keine eindeutigen Assoziation zwischen Exposition und Tumorrisiko, die Gesamtergebnisse der Interphone-Studie stehen aber noch aus.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die wissenschaftliche Evidenz wenig oder keine Hinweise auf Gesundheitsgefahren durch Mobilfunkstrahlung liefert. Die Kenntnislage reicht aber nicht aus, um alle möglichen Assoziationen auszuschliessen. Daher empfehlen die Autoren die Fortsetzung der wissenschaftlichen Forschung und die Untersuchung von Bevölkerungsgruppen, die besonders empfindlich sein könnten, z.B. Kinder und schwangere Frauen. Bei epidemiologischen Studien steht die Verbesserung der Expositionserfassung im Vordergrund.

Bemerkungen: Die vorliegenden Studien und Berichte von Behörden werden in Text und Tabellen beschrieben und ausgewogen diskutiert. Da Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche resp. zur Auswahl der Publikationen fehlen, lässt sich die Vollständigkeit der Literatur nicht beurteilen. Es wurden nur Studien berücksichtigt, die bis 2007 veröffentlicht wurden.

Finanzierung: keine Angaben

Patrick K, Griswold WG, Raab F, Intille SS.
Health and the mobile phone.
Am J Prev Med 2008; 35 (2): 177-181

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Überblick über den Einsatz von Mobiltelefonen im Gesundheitssystem und über die Risiken der Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Diverse.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Einsatzgebiete der Mobiltelefonie sind unter anderem die Übermittlung von Blutdruck- oder Blutzuckerwerten an die behandelnden Ärzte oder die Verbreitung von gesundheitsrelevanten Informationen an bestimmte Zielgruppen via SMS. Das beträchtlichste Gesundheitsrisiko ist wohl die Unfallgefahr durch die Benutzung von Mobiltelefonen am Steuer. Die Erhöhung des Unfallrisikos ist nicht auf die Strahlungsexposition zurückzuführen, sondern auf die Ablenkung und längere Reaktionszeiten. Die Frage nach erhöhten Hirntumorrisiken bei Mobiltelefonbenutzern muss weiter untersucht werden. Ein weiterer Aspekt ist die Geräuschbelästigung durch Telefonklingeln und Gespräche in öffentlichen Räumen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen neben den bereits etablierten Einsatzgebieten noch diverse weitere Optionen für die Nutzung von Mobiltelefonen in der Kommunikation und in der Betreuung von Patienten.

Bemerkungen: Der Fokus des Artikels liegt auf den technischen Möglichkeiten und Einsatzgebieten von Mobiltelefonen, die Gesundheitsrisiken werden nur am Rande erwähnt.

Finanzierung: Supported, in part, by the National Cancer Institute, the MIT House_n Consortium, and Microsoft Research External Research and Programs. Dr. Patrick is a co-owner of, and Dr. Griswold and Mr. Raab are consultants to, Santech, Inc., which is developing mobile phone-based health applications.

Inyang I, Benke G, Dimitriadis C, Simpson P, McKenzie R, Abramson M.
Predictors of mobile telephone use and exposure analysis in Australian adolescents.
J Paediatr Child Health 2010; 46 (5): 226-233
<http://10.1111/j.1440-1754.2009.01675.x>

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Schnurlostelefone	Nicht bestimmt	Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie im Rahmen der australischen "MoRPhEUS"-Studie zur Untersuchung der Mobiltelefonexposition von Jugendlichen in Melbourne und zur Identifizierung von Faktoren, die diese Exposition beeinflussen (vgl.: Abramson et al.: Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents. Bioelectromagnetics 2009; 30(8):678-686, und Redmayne et al.: Cordless telephone use: implications for mobile phone research. J Environ Monit 2010: 12 (4), 809-812).

Kollektiv: Schüler und Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren aus zufällig ausgewählten Klassen von 20 Sekundarschulen in Melbourne (7. Schuljahr). Von 479 Schülern, die eine Einladung erhielten, nahmen 317 (66%) an der Studie teil, darunter befanden sich 173 Mädchen (55%). Das Durchschnittsalter betrug 13.0 +/- 0.5 Jahre.

Exposition: Mit einer adaptierten Version des Interphone-Fragebogens wurden die Teilnehmer zu ihrer Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen sowie zu Mobilfunkbasisstationen in der Umgebung des Wohnorts befragt. Teilnehmer, die ihr Handy nur zum Schreiben und Empfangen von SMS verwendeten, wurden als nicht exponiert eingestuft. Als Indikator für die regelmässige Mobiltelefonexposition diente die Anzahl der ein- und ausgehenden Anrufe pro Woche. Die durchschnittliche Dauer der Gespräche wurde nicht ausgewertet.

Methode: Die Daten zur Mobiltelefonbenutzung wurden von Dezember 2005 bis Dezember 2006 gesammelt. Zusätzlich beantworteten die Eltern Fragen zur Besorgnis wegen Mobilfunkstrahlung, und die Schüler füllten einen Fragebogen zu Persönlichkeitsmerkmalen aus (Eysenck Personality Questionnaire, EPQ-J). Basierend auf diesen Angaben wurden drei Dimensionen beurteilt: Psychotizismus, Extraversion und Neurotizismus. Der

Sozialstatus der Eltern wurde gemäss sozioökonomischem Index der Wohnregion klassifiziert und die Gesamtgruppe der Teilnehmer in fünf gleich grosse Gruppen (Quintile) unterteilt. Die Odds Ratios für die einzelnen Einflussfaktoren wurden in univariaten logistischen Regressionen ermittelt, die Inzidenzraten-Quotienten (Incidence Rate Ratios, IRR) in negativen binomialen Regressionsmodellen. Die Analyse des Alters bei Beginn der Mobiltelefonbenutzung erfolgte mittels Wilcoxon-Rangsummen-Test. Alle Auswertungen waren für das "Clustering" der Daten auf der Ebene der Schulklassen korrigiert.

Resultat: Insgesamt hatten 94% der Schüler bereits Mobiltelefone benutzt, 77% von ihnen besaßen ein Mobiltelefon und 80% benutzten es auch zum Zeitpunkt der Studie. Das rechte Ohr bevorzugten 63% der Benutzer zum Telefonieren, 10% das linke und 25% telefonierten auf beiden Seiten gleich häufig. Es zeigte sich, dass Jungen mit einer etwas weniger grossen Wahrscheinlichkeit ein Mobiltelefon verwendeten als Mädchen (OR: 0.6, 95%-CI: 0.34-1.05), und dass Jugendliche aus der zweitobersten Sozialstatus-Kategorie häufiger ein Mobiltelefon benutzten als Angehörige der untersten Kategorie (OR: 3.09, 95%-CI: 1.18-8.05). Für die oberste Kategorie ergab sich dagegen eine OR von 1.51 (kein Konfidenzintervall angegeben). Für das Alter, die ethnische Zugehörigkeit und die Trägerschaft der Schule (staatlich, katholisch oder unabhängig) zeigten sich keine Zusammenhänge mit der Mobiltelefonbenutzung. Kinder, deren Eltern die Mobiltelefonbenutzung als mässiggradiges oder hohes Risiko einschätzten, benutzten mit grösserer Wahrscheinlichkeit ein Mobiltelefon als Kinder von unbesorgten Eltern (OR: 4.06, 95%-CI: 0.97-17.09). Die durchschnittliche Anzahl der Anrufe pro Woche als Mass der regelmässigen Exposition unterschied sich nicht signifikant in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Ethnizität, Geschwisterzahl, Schultyp oder Risikowahrnehmung der Eltern. Dagegen hatten Kinder aus höheren sozialen Schichten tendenziell niedrigere Expositionen. Der einzige statistisch signifikante Unterschied bestand darin, dass Jugendliche mit höheren Punktwerten auf der Psychotizismus-Skala häufiger ein Mobiltelefon benutzten als andere Kinder (IRR: 1.06, 95%-CI: 1.01-1.11). Ein früherer Beginn des Mobiltelefongebrauchs bestand bei Jungen ($p=0.02$) und bei Einzelkindern ($p=0.05$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass fast alle Jugendlichen in Australien ein Mobiltelefon benutzen. In der Studie beobachteten sie Unterschiede in Abhängigkeit vom Sozialstatus und von Persönlichkeitsmerkmalen. Jugendliche, deren Eltern die Mobiltelefonbenutzung als Risiko ansahen, verwendeten mit höherer Wahrscheinlichkeit ein Mobiltelefon.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lassen sich aus den Ergebnissen dieser Querschnittsstudie keine Rückschlüsse auf kausale Zusammenhänge ableiten, weil die Exposition gleichzeitig erfasst wurde wie die Endpunkte. Ausserdem wurden zahlreiche statistische Tests durchgeführt, aus denen sich nur 2 statistisch signifikante Resultate ergaben. Es könnte sich also auch um Zufallsbefunde handeln. Die Ergebnisse der beiden Regressionsmodelle zum Sozialstatus stimmen nicht überein und zeigen keinen linearen Trend. Die Angaben zur regelmässigen Exposition in Tabelle 2 sind nicht ganz klar. Auch die Bedeutung des Unterschieds auf der Psychotizismus-Skala wird nicht erläutert.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia (MoRPhEUS study)

Redmayne M, Inyang I, Dimitriadis C, Benke G, Abramson MJ.
Cordless telephone use: implications for mobile phone research.
J Environ Monit 2010; 12 (4): 809-812

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung zur Benutzung von Schnurlostelefonen bei Jugendlichen im Rahmen der australischen "MoRPhEUS"-Studie (vgl.: Abramson et al.: Mobile telephone use is associated with changes in cognitive function in young adolescents. Bioelectromagnetics 2009; 30(8):678-686, und Inyang et al.: Predictors of mobile telephone use and exposure analysis in Australian adolescents. J Paediatr Child Health 2010, doi: 10.1111/j.1440-1754.2009.01675.x).

Kollektiv: Schüler und Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren aus zufällig ausgewählten Klassen von 20 Sekundarschulen in Melbourne (7. Schuljahr). Von 479 Schülern, die eine Einladung erhielten, nahmen 317 (66%) an der Studie teil, darunter 172 Mädchen (54%). Das mediane Alter lag bei 13 Jahren.

Exposition: Mit einer adaptierten Version des Interphone-Fragebogens wurden die Teilnehmer zu ihrer Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen sowie zu Mobilfunkbasisstationen in der Umgebung des Wohnorts befragt. Schnurlostelefone verwenden meistens ein digitales Funksignal (DECT) und mehrere Frequenzbereiche (900 MHz, 1.8-1.9 GHz, 2.4 GHz und 5.6 oder 5.8 GHz). Während eines Anrufs liegt die durchschnittliche Sendeleistung von DECT-Telefonen bei 10 mW mit kurzen Spitzenleistungen von 250 mW.

Methode: Die Gesamtzahl der getätigten und empfangenen Anrufe pro Woche wurde logarithmisch transformiert und mit t-Tests und Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman analysiert.

Resultat: Insgesamt hatten 274 (87%) der Teilnehmer ein Schnurlostelefon zu Hause, 243 (77%) besaßen ein Mobiltelefon und 252 (80%) benutzten das Mobiltelefon zum Zeitpunkt der Studie. Nur 10 Jugendliche (3.2%)

gaben an, keinen Zugang zu einem Mobil- oder Schnurlostelefon zu haben. Von den 74 Jugendlichen (23%) ohne Mobiltelefon hatten 62 (84%) ein Schnurlostelefon zu Hause. Der Median der Gespräche mit einem Schnurlostelefon pro Woche lag bei 6 (Interquartilbereich: 3 bis 11), mit einem Mobiltelefon bei 8 (Interquartilbereich: 4 bis 15). Die Benutzung von Schnurlostelefonen hing nicht mit dem Alter der Jugendlichen zusammen ($p=0.7$), und es bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen ($p=0.6$). Der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen der Anzahl an Telefonaten mit Schnurlos- und Mobiltelefonen lag bei 0.38 ($p<0.01$).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass Jugendliche, die ein Schnurlostelefon benutzen, nicht weniger häufig mit einem Mobiltelefon telefonieren als Jugendliche ohne Schnurlostelefon. Sie weisen darauf hin, dass Schnurlostelefone nicht automatisch die Sendeleistung reduzieren, sobald die Verbindung hergestellt ist. Daher sollte in epidemiologischen Studien die zusätzliche Hochfrequenzbelastung durch Schnurlostelefone berücksichtigt werden.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung könnte durch die Verwendung von Mobil- oder Schnurlostelefonen mit modifizierter Software zur Aufzeichnung der Telefonate oder Betreiber verbessert werden. Dadurch liessen sich auch die Erinnerungsfehler besser beurteilen.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia (MoRPhEUS study)

Rezk AY, Abdulqawi K, Mustafa RM, Abo El-Azm TM, Al-Inany H.
Fetal and neonatal responses following maternal exposure to mobile phones.
Saudi Med J 2008; 29 (2): 218-223

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer
Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Herzkreislaussystem
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt
Schwangerschaft: Pränatale
Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Untersuchung der Herzfrequenz und der Herzleistung bei ungeborenen und bei neugeborenen Kindern im Zusammenhang mit einer zehnminütigen Mobiltelefonexposition. Die Studie wurde an einer Universitätsklinik in Kairo durchgeführt.

Kollektiv: Neunzig schwangere Frauen im Alter von 18 bis 33 Jahren ohne Schwangerschaftskomplikationen und 30 gesunde Neugeborene ohne perinatale Risikofaktoren.

Exposition: Zehnminütige Exposition der Frauen vor oder nach der Geburt durch ein GSM-Mobiltelefon im Wählmodus (Frequenzband: 900 MHz). Das Telefon wurde in normaler Gesprächsposition an die rechte Kopfseite gehalten. Die Herzfunktionsparameter der Feten, bzw. der Neugeborenen wurden 10 Minuten vor und während der Exposition mittels Ultraschall registriert und aufgezeichnet.

Methode: Es wurden vier Gruppen gebildet: 1) 30 Schwangere in der 25. bis 30. Schwangerschaftswoche, 2) 30 Schwangere in der 31. bis 35. Woche, 3) 30 Schwangere in der 36. bis 40. Woche und 4) 30 neugeborene Babys von 90 Müttern. In den Gruppen 1) bis 3) wurden fünf Parameter der Herzfrequenz und der Herzleistung des ungeborenen Kindes nach einer zehnminütigen Mobiltelefonexposition der Mutter untersucht. In Gruppe 4) wurden die gleichen Parameter bei den Neugeborenen untersucht, ebenfalls nach zehnminütiger Mobiltelefonexposition der Mutter. Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Tests und Chi-Quadrat-Tests.

Resultat: Die Auswertungen ergaben für alle vier Gruppen nach der Mobiltelefonbenutzung der Mütter etwas höhere Herzfrequenzen bei den Feten resp. Neugeborenen. Die Zunahme der Mittelwerte lag zwischen 5 und 15 Schlägen pro Minute. Die Parameter des Herzvolumens und der Auswurfleistung nahmen ab. Alle Unterschiede waren statistisch signifikant. Bei zunehmender Schwangerschaftsdauer waren die Differenzen kleiner.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Daten als Hinweise auf Veränderungen der Herzfrequenz und der Herzleistungsparameter von Feten und Neugeborenen bei Mobiltelefonexposition der Mütter.

Bemerkungen: Diese experimentelle Untersuchung erfüllt nicht die grundlegenden Qualitätskriterien für eine wissenschaftliche Studie. Alle Teilnehmerinnen wurden exponiert, es gab keine Kontrollgruppe, und keinen Vergleich unter Doppelblindbedingungen. Es ist unklar, ob die Auswahl der Frauen zufällig erfolgte, und warum nur 30 Kinder von insgesamt 90 Schwangeren untersucht wurden. In der statistischen Auswertung wurden keine zusätzlichen Parameter berücksichtigt. Der Anstieg der Herzfrequenz lag, wie die Autoren ebenfalls anmerken, im normalen Schwankungsbereich. Zudem ist die Strahlenexposition der ungeborenen Kinder bei Mobiltelefonbenutzung der Schwangeren höchstwahrscheinlich vernachlässigbar. Auch bei den Neugeborenen auf dem Arm der Mutter lässt sich die Exposition kaum abschätzen. Insgesamt erlauben die Resultate keine Rückschlüsse bezüglich eventueller Effekte der Hochfrequenzexposition.

Finanzierung: keine Angaben

Malagoli C, Fabbi S, Teggi S, Calzari M, Poli M, Ballotti E, Notari B, Bruni M, Palazzi G, Paolucci P, Vinceti M.

Risk of hematological malignancies associated with magnetic fields exposure from power lines: a case-control study in two municipalities of northern Italy.

Environ Health (online publication) 2010; 9 (16)

<http://http://www.ehjournal.net/content/9/1/16>

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Registergestützte Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastungen in der Wohnung und dem Risiko von Leukämien oder anderen bösartigen Erkrankungen des blutbildenden Systems bei Kindern.

Kollektiv: Kinder im Alter von 0 bis 13 Jahren, die in zwei Regionen in Norditalien wohnten (Modena und Reggio Emilia) und bei denen zwischen 1986 und 2007 eine Leukämie oder eine andere hämatologische Tumorerkrankung diagnostiziert worden war. Für jeden Patienten wurden aus dem Einwohnerregister der Wohnregion 4 gesunde Kontrollkinder mit passendem Geschlecht sowie Geburts- und Diagnosejahr zufällig ausgewählt.

Exposition: In beiden Studienregionen wurden alle Hochspannungsleitungen (>132 kV) für die Zeitperiode 1987 bis 2007 identifiziert. Aus den technischen Daten zur Spannung und zur durchschnittlichen elektrischen Stromstärke wurde die magnetische Induktion in der Umgebung der Leitungen berechnet. Mit Hilfe der Rechenmodelle "CAMPI" (<http://www.ifac.cnr.it/pcemni/manuale.pdf>) und "EFC-400" (<http://www.fgeu.de/html/demos.htm>) wurden unter Berücksichtigung der Leiteranordnung die Abstände ermittelt, in denen auf einer Höhe von 8 m Magnetfelder von 0.1, 0.2 und 0.4 μ T zu erwarten waren. Das komplexere Modell EFC-400 wurde nur verwendet, wenn sich mehrere Stromleitungen nebeneinander befanden. Die Daten zur durchschnittlichen Stromstärke stammten von den regionalen Umweltschutzbehörden und bezogen sich auf das Jahr 2001. Historische Auswertungen ergaben, dass die mittleren Stromstärken im Jahr 2001 etwa 13.5% höher lagen als der Mittelwert für den gesamten Studienzeitraum.

Methode: Die Daten der erkrankten Kinder stammten aus dem nationalen, klinkbasierten Krebsregister der

italienischen Fachgesellschaft AIEOP. Die Wohnhistorie der Familien wurde anhand der Einwohnermeldeämter rekonstruiert. Aus diesen Registern stammten auch die Informationen zum Ausbildungsniveau der Eltern und zum Einkommen des Vaters. Bei unklaren Daten wurden die Hausärzte oder die Familien selbst kontaktiert. Die Wohnungen aller Studienteilnehmer bis 6 Monaten vor dem Zeitpunkt der Diagnose wurden mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (GIS) geokodiert und den Expositionskorridoren zugeordnet. Als exponiert galten Teilnehmer, die mindestens 6 Monate in einem der drei Korridore 0.1-0.2, 0.2-0.4 und $>0.4 \mu\text{T}$ gewohnt hatten. Die Odds Ratios für das Risiko, an einer bösartigen Krankheit des blutbildenden Systems zu erkranken, wurden in konditionalen und nichtkonditionalen logistischen Regressionen berechnet. Das dritte Modell enthielt eine Korrektur für das Ausbildungsniveau und Einkommen des Vaters sowie für das Ausbildungsniveau der Mutter.

Resultat: Von den 64 Patienten waren 46 an einer Leukämie erkrankt, die übrigen an Hodgkin-Lymphomen, Lymphosarkomen oder anderen Malignomen. Die Kontrollgruppe bestand aus 256 Kindern. In einem Gebiet mit einer durchschnittlichen Magnetfeldbelastung von mehr als $0.1 \mu\text{T}$ hatten zwei Patienten und fünf Kontrollkinder gewohnt. Die adjustierte Regressionsanalyse ergab für exponierte Kinder eine Odds Ratio von 2.4 (95%-Konfidenzintervall (CI): 0.4-15.0) bezogen auf das Erkrankungsrisiko insgesamt und von 6.7 (95%-CI: 0.6-78.3) bezogen auf das Leukämierisiko. Eine Magnetfeldbelastung über $0.4 \mu\text{T}$ bestand nur bei einem Fall- und zwei Kontrollkindern.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Resultate zu den Ergebnissen anderer Studien passen, in denen Zusammenhänge zwischen der Magnetfeldbelastung und dem Leukämierisiko von Kindern beobachtet wurden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls betonen, ist die sehr kleine Anzahl exponierter Kinder die Hauptschwäche dieser Studie. Dadurch sind die Ergebnisse statistisch sehr instabil und könnten genauso gut auf Zufall zurückzuführen sein. Odds Ratios mit solch grossen Konfidenzintervallen haben eine sehr geringe Aussagekraft, weil sich nicht beurteilen lässt, ob der wahre Wert der Odds Ratio eher bei 0.4 oder bei 15 liegt. Dagegen besteht in der Studie durch die fast ausschliessliche Verwendung von Registerdaten ohne direkten Kontakt mit den teilnehmenden Familien keine Gefahr von Auswahl- oder Erinnerungsfehlern.

Finanzierung: Associazione Sostegno Ematologia Oncologia Pediatrica (ASEOP) onlus in Modena and the Department of the Environment of Reggio Emilia Municipality

Riddervold IS, Kjaergaard SK, Pedersen GF, Andersen NT, Franek O, Pedersen AD, Sigsgaard T, Zachariae R, Molhave L, Andersen JB.

No effect of TETRA hand portable transmission signals on human cognitive function and symptoms.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (5): 380-390

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von Veränderungen der Gehirnleistung durch kurzfristige Exposition gegenüber einem TETRA-Mobiltelefon (Terrestrial Trunked Radio). TETRA wird hauptsächlich für Notfalldienste eingesetzt.

Kollektiv: 53 Männer im Alter von 25 bis 49 Jahren, die bei Notfalldiensten der Polizei, Feuerwehr oder Sanität in Aarhus (Dänemark) angestellt waren. Alle Studienteilnehmer waren Rechtshänder und hatten keine neurologischen oder psychiatrischen Erkrankungen. In einer Voruntersuchung mit zwei Hirnleistungstests hatten sie normale Werte (Mittelwert +/- 2 Standardabweichungen) erzielt.

Exposition: Die Exposition dauerte 45 Minuten und stammte von einem TETRA-Mobiltelefon (Motorola MTH800). Jede Minute bestand aus 54 Sekunden Übertragungsmodus und 6 Sekunden ohne Übertragung nach Gesprächsende. Das Telefonsignal wurde auf eine mäanderförmige Dipolantenne übertragen, die mit einer helmähnlichen Plastikhalterung an der linken Kopfseite der Probanden befestigt war. Es handelte sich um kontinuierliches Signal mit einer Frequenz von 420 MHz und 34.6 dBm Leistung. Der Spitzenwert der spezifischen Absorptionsrate (SAR) gemittelt über gemittelt über 10 g Gewebe lag bei 2 W/kg.

Methode: Randomisierte, doppelt verblindete Cross-over-Studie. Die Reihenfolge der Expositionsbedingungen (TETRA- und Scheinexposition) war innerhalb der Probandengruppe ausgeglichen. Die beiden Sitzungen erfolgten ungefähr zur selben Tageszeit im Abstand von mindestens 24 Stunden. Während der Exposition absolvierten sie 4 neuropsychologische Tests zu Reaktionszeit, Wahlreaktionszeit, Aufmerksamkeit, psychomotorischer Geschwindigkeit, Arbeitsgedächtnis und Umsetzungsfunktionen. Als primärer Endpunkt wurde das Ergebnis im "Trail Making B"-Test (TMB) definiert, der nach 35 Minuten Exposition absolviert wurde und die Funktionen Aufmerksamkeit, psychomotorische Geschwindigkeit und Umsetzungsfunktionen abdeckt.

Vor und nach der Exposition füllten die Teilnehmer einen computerbasierten Fragebogen zu 11 unspezifischen Beschwerden aus. Kopfschmerzen und Konzentrationsschwierigkeiten wurden vor Beginn der Auswertungen als erste Priorität festgelegt. Die statistische Auswertung der Reaktionszeiten erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) unter Berücksichtigung des Studientags. Andere Testergebnisse und die Häufigkeit von unspezifischen Beschwerden mit und ohne Exposition wurde in Wilcoxon-Rangsummen-Tests verglichen. Um eine Veränderung im TMB um 5% mit einer statistischen Power von 95% nachweisen zu können, war eine Teilnehmerzahl von 55 Personen erforderlich.

Resultat: Vor der Exposition bestanden nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Expositionssituationen. Der geometrische Mittelwert im TMB-Tests betrug während der TETRA-Exposition 54 Sekunden und während der Scheinexposition 52 Sekunden. Die Differenz von 3.8% war statistisch nicht signifikant ($p=0.16$, 95%-CI: -1.6 bis 9.2%). Auch für die übrigen 4 kognitiven Funktionsparameter bestanden keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Exposition. Das gleiche galt für die Veränderungen bezüglich Kopfschmerzen und Konzentrationsschwierigkeiten ($p=0.68$ resp. 0.17).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass bei 45-minütiger Exposition gegenüber einem TETRA-Signal keine Verschlechterung der Hirnleistung im TMB-Test oder in einem anderen neuropsychologischen Test beobachtet wurde. Auch bezüglich unspezifischer Beschwerden bestanden keine signifikanten Unterschiede. Die Autoren weisen darauf hin, dass eventuelle Langzeitauswirkungen anhand dieser Studie nicht beurteilt werden können.

Bemerkungen: In der Studie wurden einige methodische Schwächen früherer Untersuchungen vermieden, unter anderem unzureichende Verblindung, unklare Expositionsbedingungen oder statistische Methoden. Zudem wurde mit einer SAR von 2 W/kg die obere Grenze der erlaubten Belastung untersucht. Lediglich die ursprünglich berechnete Stichprobengröße von mindestens 55 Probanden wurde nicht ganz erreicht. Auf die Frage der statistischen Power gehen die Autoren in der Diskussion nicht mehr ein.

Finanzierung: Danish Strategic Research Council "Programme Commission on Non-ionizing Radiation"

The INTERPHONE Study Group.

Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study.

International Journal of Epidemiology 2010; 39 (3): 675-694

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Gliom (=Hirngewebstumor) oder einem Meningeom (=Hirnhauttumor) zu erkranken. Gesamtauswertung von Daten der bevölkerungsbasierten, multizentrischen Fall-Kontrollstudie INTERPHONE (vgl.: Cardis E. et al., Eur J Epidemiol 2007; 22 (9), 647-664).

Kollektiv: An der Studie waren 16 Studienzentren in 13 Ländern beteiligt: Australien, Kanada (Montreal, Ottawa und Vancouver), Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Israel, Italien, Japan, Neuseeland, Norwegen, Schweden und Grossbritannien (Norden und Süden). Die kanadischen Zentren wurden kombiniert, die beiden Zentren in Grossbritannien getrennt ausgewertet, daraus ergaben sich insgesamt 14 Einheiten für die Analyse. In die Fallgruppen aufgenommen wurden Personen im Alter von 30 bis 59 Jahren, bei denen zwischen 2000 und 2004 ein Gliom oder ein Meningeom diagnostiziert worden war. Der Diagnosezeitraum variierte in den verschiedenen Zentren zwischen 2 und 4 Jahren. Die Patientendaten stammten von neurologischen und neurochirurgischen Kliniken sowie aus Krebsregistern. Pro Patient wurde eine Kontrollperson aus Bevölkerungsregistern oder ähnlichen Verzeichnissen zufällig ausgewählt und einzeln oder in entsprechender Häufigkeit gemäss Geschlecht, Alter (in 5-Jahres-Gruppen) und Wohnregion den Patienten zugeordnet (in Deutschland: zwei Kontrollpersonen pro Patient).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Angaben der Teilnehmer. Als regelmässige Mobiltelefonbenutzer galten Personen, die über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten durchschnittlich mindestens einmal pro Woche ein Mobiltelefon benutzt hatten. Ebenfalls erfasst wurde die Dauer und die Intensität der Handybenutzung, das heisst die Jahre seit dem Beginn des Mobiltelefongebrauchs, die Gesamtzahl der Anrufe und die Gesamtdauer der Telefonate (in Stunden). Das letzte Jahr vor der Tumordiagnose wurde nicht

berücksichtigt. Die Verwendung von Freisprechanlagen oder Headsets wurde ebenfalls erfasst und die Exposition entsprechend nach unten korrigiert.

Methode: In persönlichen Interviews wurden die Teilnehmer zusätzlich zu ihrer Mobiltelefonbenutzung nach Angaben zum Sozialstatus, zu Rauchgewohnheiten, zur beruflichen Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern oder ionisierender Strahlung sowie zu ihrer Krankheitsgeschichte und zur Strahlenbelastung durch medizinische Geräte befragt. Der statistische Vergleich der Tumorrisiken erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression für gematchte Daten unter Berücksichtigung von Ausbildungsniveau, Alter, Geschlecht, Studienzentrum und Ethnizität (nur Israel). Alle Analysen wurden für jedes Studienzentrum einzeln und für alle 14 Zentren gemeinsam durchgeführt. Als Vergleichsgruppe dienten Personen, die nicht regelmässig oder überhaupt nie ein Mobiltelefon benutzten.

Resultat: Insgesamt wurden die Daten von 2765 Gliom- und 2425 Meningeompatienten sowie von 7658 Kontrollpersonen ausgewertet. Die durchschnittlichen Teilnahmeraten lagen bei 64% für Gliompatienten, bei 78% für Meningeompatienten und bei 53% für Kontrollpersonen. Die Hauptauswertung der gematchten Fall-Kontroll-Paare umfasste 2708 Gliompatienten mit 2972 Kontrollpersonen sowie 2409 Meningeompatienten mit 2662 Kontrollpersonen. Von den Gliompatienten benutzten durchschnittlich 62% regelmässig ein Mobiltelefon, von den entsprechenden Kontrollpersonen 64%. Bei den Meningeompatienten waren 52% regelmässige Mobiltelefonbenutzer, bei den entsprechenden Kontrollpersonen 56%. In der Kontrollgruppe für Gliompatienten lag der Median der kumulativen Gesprächszeit bei ca. 100 Stunden bzw. 2.5 Stunden pro Monat und die Gesamtzahl der Telefonate bei 2000. In der Meningeom-Kontrollgruppe betrugen die entsprechenden Medianwerte 75 Stunden bzw. 2 Stunden pro Monat und 1500 Telefonate. Die statistischen Auswertungen ergaben für regelmässige Mobiltelefonbenutzer insgesamt ein vermindertes Risiko, an einem Meningeom zu erkranken: die Odds Ratio lag bei 0.79 (95%-CI: 0.68-0.91). Auch in allen Kategorien für die Jahre seit Beginn der Mobiltelefonbenutzung und für die Gesamtzahl der Telefonate war das Meningeomrisiko vermindert (alle Odds Ratios unter 1). Bezogen auf die Gesprächsdauer aller getätigten Telefonate ergab sich für die am stärksten exponierten 10% der Teilnehmer mit einer durchschnittlichen Gesprächsdauer von mehr als 1640 Stunden ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Meningeomrisiko von 1.15 (95%-CI: 0.81-1.62). Das Gliomrisiko war in der Gesamtgruppe der regelmässigen Mobiltelefonbenutzer ebenfalls niedriger als bei den Nichtbenutzern (OR: 0.81, 95%-CI: 0.70-0.94), und es bestand kein erhöhtes Risiko bei früherem Beginn oder höherer Anzahl an Anrufen. Ein statistisch signifikant um 40% erhöhtes Gliomrisiko zeigte sich für Teilnehmer mit mehr als 1640 Stunden Gesprächsdauer (OR: 1.4, 95%-CI: 1.03-1.89). Für Personen, die das Telefon bevorzugt an die erkrankte Kopfseite gehalten hatten, ergab sich insgesamt weder ein erhöhtes Meningeomrisiko (OR: 0.86, 95%-CI: 0.69-1.08), noch ein erhöhtes Gliomrisiko (OR: 0.84, 95%-CI: 0.69-1.04). Das Risiko eines Glioms auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite war jedoch bei Personen mit mehr als 1640 Stunden Gesprächsdauer um den Faktor 1.96 (95%-CI: 1.22-3.16) erhöht. Zudem war das Gliomrisiko im Temporallappen des Gehirns, der am stärksten durch Mobiltelefone exponierten Region, höher als in anderen Gehirnregionen. Zusätzlich zu diesen Hauptauswertungen wurde eine Reihe von Sensitivitätsanalysen durchgeführt, deren Ergebnisse teilweise in der Publikation selbst und teilweise in ergänzenden Online-Material auf der Internetseite des "International Journal of Epidemiology" zu finden sind.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in der INTERPHONE-Studie für Mobiltelefonbenutzer insgesamt kein erhöhtes Hirntumorrisiko beobachtet wurde. Für die 10% der Teilnehmer mit der längsten Gesprächsdauer bestanden Hinweise auf ein erhöhtes Gliomrisiko, auch auf der zum Telefonieren bevorzugten

Kopfseite und für Tumoren im Temporallappen des Gehirns. Die Autoren weisen darauf hin, dass die methodischen Schwächen der Studie die Ergebnisse verfälscht haben können und dass daher aus den Resultaten kein ursächlicher Zusammenhang zwischen Exposition und Erkrankung abgeleitet werden kann. Sie empfehlen, in weiteren Studien mögliche Langzeitauswirkungen bei Personen mit intensiver Mobiltelefonbenutzung zu untersuchen.

Bemerkungen: In der Publikation und in den Internet-Anhängen diskutieren die Autoren ausführlich verschiedene Erklärungsansätze für das Zustandekommen der verminderten Gliom- und Meningeomrisiken bei Mobiltelefonbenutzern im Vergleich zu Nichtbenutzern. Wie frühere Zwischenauswertungen der Interphone-Daten gezeigt haben, waren Personen, die ein Handy benutzten, eher zur Teilnahme an der Studie bereit als Personen ohne Mobiltelefon. Vor allem in der Kontrollgruppe mit einer Teilnahmerate von lediglich 53% waren Mobiltelefonbenutzer daher wahrscheinlich überrepräsentiert. Dieser systematische Auswahlfehler (= Selektionsbias) könnte zu einer Unterschätzung der wahren Odds Ratios um 5 bis 15% geführt haben. Eine andere oder zusätzliche Erklärung für die Entstehung der verminderten Risiken könnte sein, dass aufgrund von frühen Krankheitssymptomen bereits vor der Tumordiagnose auf die Handybenutzung verzichtet wurde. Das erhöhte Gliomrisiko bei Personen mit einer gesamten Gesprächsdauer von mindestens 1640 Stunden könnte auf einen Anstieg des Tumorrisikos bei intensiverer Benutzung hinweisen. Da in den Resultaten aber kein einheitlicher Risikoanstieg mit zunehmender Exposition im Sinne einer Dosis-Wirkungsbeziehung zu beobachten ist, könnte es sich auch um eine Überschätzung des Zusammenhangs durch unterschiedlich stark ausgeprägte Erinnerungsfehler bei Patienten und Kontrollpersonen handeln (= Recall-Bias). Bei der Frage nach der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite könnten Hirntumorpatienten auch dazu tendieren, die erkrankte Seite anzugeben, weil sie nach einer Ursache für ihre Erkrankung suchen. Wenn die erhöhten Odds Ratios für das Gliomrisiko hauptsächlich auf Bias zurückzuführen wären, würde man allerdings auch für das Meningeomrisiko ein ähnliches Muster erwarten. Insgesamt ist die Interphone-Studie zur Zeit die grösste Fall-Kontrollstudie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern und ermöglicht mit Daten von mehr als 5100 Patienten erstmals

Li P, McLaughlin J, Infante-Rivard C.

Maternal occupational exposure to extremely low frequency magnetic fields and the risk of brain cancer in the offspring.

Cancer Causes Control 2009; 20 (6): 945-55

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs der Magnetfeldexposition der Mutter am Arbeitsplatz kurz vor und während der Schwangerschaft mit dem Risiko des Kindes, an einem Hirntumor zu erkranken.

Kollektiv: Zwei Fall-Kontrollstudien, die zwischen 1980 und 2002 in den kanadischen Provinzen Québec und Ontario durchgeführt wurden. Zur Auswertung kamen Daten von 548 Kindern mit Hirntumoren und 760 Kontrollkindern. Die Teilnahmeraten lagen zwischen 80 und 94% für Familien mit erkrankten Kindern und zwischen 67 und 85% für Kontrollfamilien.

Exposition: Die Mütter wurden in Telefoninterviews zu ihrer Berufshistorie befragt. Spezifische Fragebögen betrafen die Zeitspanne 2 Jahre vor der Schwangerschaft bis kurz nach der Geburt des Kindes. Für diese Berufe wurden zusätzliche Informationen über die Firmen, Branchen, Materialien, Produkte und Schadstoffexpositionen sowie über die individuellen Tätigkeiten der Mütter am Arbeitsplatz erhoben. Für häufige Berufe und Tätigkeiten mit grösserem Expositionspotenzial kamen zusätzliche Fragebögen zum Einsatz. Die Studie in Québec beinhaltete detailliertere Berufsangaben als die Studie in Ontario und wurde daher zur Erstellung der Berufs-Expositionsmatrix verwendet (vgl. Deadman et al., Am J Epidemiol 2002: 155 (4), 368-78). Anhand diverser Informationen wurde für jede Kombination aus Berufsbezeichnung und Branche ein zeitgewichteter Mittelwert der Magnetfeldexposition berechnet.

Methode: Die Auswertung erfolgte mittels nichtkonditionaler logistischer Regressionsmodelle, korrigiert für Studienzentrum, Geschlecht und Alter bei Diagnose. Evaluiert wurden Zusammenhänge mit der Gesamtbelastung der Mütter in allen relevanten Berufen, mit der durchschnittlichen Exposition und der maximalen Belastung (vgl. Infante-Rivard Epidemiology 2003: 14 (4), 437-441). Als Trennpunkt zwischen exponierten und

nichtexponierten Müttern wurde das 90. Perzentil der Verteilung im Gesamtkollektiv definiert.

Resultat: Der Median der beruflichen Magnetfeldbelastung für alle Mütter im Zeitraum vor der Konzeption lag bei 0.2 μ T, während der Schwangerschaft bei 0.1 μ T. Für Kinder von Müttern mit einer durchschnittlichen Exposition über 0.3 μ T in den 2 Jahren vor der Konzeption (>90. Perzentile, 69 Patienten und 68 Kontrollkinder) ergab sich bezogen auf alle Hirntumore zusammen eine Odds Ratio von 1.4 (95%-CI: 1.0-2.1). Bezogen auf die Belastung während der ganzen Schwangerschaft war das Hirntumorrisiko der Kinder in dieser Expositionskategorie ebenfalls signifikant erhöht (OR: 1.5, 95%-CI: 1.1-2.2). Die Subgruppenanalyse ergab, dass sich die Risikoerhöhung auf astrogliale Tumoren beschränkte, für primitive neuroektodermale Tumoren (PNET) und andere Gliomtypen waren die Odds Ratios statistisch nicht signifikant erhöht. Für Kinder von Nähmaschinenarbeiterinnen (16 Patienten, 8 Kontrollkinder) bestand ein ungefähr verdoppeltes, signifikant erhöhtes Risiko für alle Hirntumoren gemeinsam (OR: 2.3, 95%-CI: 1.0-5.4).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten insgesamt keine starken Assoziationen zwischen der beruflichen Magnetfeldbelastung der Mütter und dem Hirntumorrisiko der Kinder. Hinweise auf Zusammenhänge bestehen aber für astrogliale Tumoren.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, besteht trotz der Verwendung detaillierter Fragebögen die Gefahr der Fehlklassifizierung der Exposition, vor allem in der Studie in Ontario. Daraus könnte eine Unterschätzung des wahren Zusammenhangs resultieren. Die Auswertungen einzelner Berufsgruppen sind wegen der geringen Fallzahlen wenig aussagekräftig.

Finanzierung: Fonds de la recherche en Sante du Quebec and the Canadian Institutes for Health Research

Eger H, Jahn M.

Spezifische Symptome und Mobilfunkstrahlung in Selbitz (Bayern) - Evidenz für eine Dosiswirkungsbeziehung.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2010; 23 (2): 130-139

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Hautreaktionen

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Land:

Seh- und Hörstörungen

Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Gesundheitsbefragung in der bayerischen Stadt Selbitz zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobilfunkbelastung und dem Auftreten von verschiedenen gesundheitlichen Beschwerden.

Kollektiv: Im Januar 2009 erhielten 1080 Personen von insgesamt 4644 Einwohnern der Stadt Selbitz und der umliegenden Ortsteile durch die Stadtverwaltung einen standardisierten Gesundheitsfragebogen. Die Rücksendung der Fragebögen erfolgte an die Stadtverwaltung oder die Hausarztpraxen im Ort.

Exposition: Ausgehend von zwei Mobilfunksendeanlagen auf dem Dach eines Gebäudes wurden die Teilnehmer nach ihrer Wohnadresse in fünf verschiedene Expositionskategorien eingeteilt. Gruppe 1: Umkreis bis 100 m, Gruppe 2: bis 200 m, Gruppe 3: bis 300 m, Gruppe 4: bis 400 m, Kontrollgruppe 5: ausserhalb von 400 m im Stadtgebiet und in weiter entfernten Ortsteilen. Die Höhe der Sendeanlagen betrug zwischen 19 und 23 m über Grund, der Neigungswinkel lag bei 8°, die Frequenzbereiche waren 940 MHz und 1850 MHz. Anhand eines Prüfberichts der akkreditierten Firma (ECL) wurden den fünf Kategorien Mittelwerte der Mobilfunkexposition zugeordnet: 1.17 V/m für die Gruppen 1 und 2, respektive 0.7 V/m für die Gruppen 3 und 4. Für die Referenzgruppe ausserhalb von 400 m betrug der Durchschnittswert 0.18 V/m.

Methode: Aus insgesamt 88 Angaben zu Gesundheitsbeschwerden wurden 19 Symptomgruppen gebildet: Schlafstörungen, depressive Symptome, Kopfschmerzen, zerebrale Affektionen, Denkstörungen, Gelenkbeschwerden, Zahnschmerzen, Infekte, Hautveränderungen, Schwindel, Herz-/Kreislaufbeschwerden, akustisches System/Gleichgewichtsstörungen, Sehstörungen, Nasenbluten, Hormonstörungen, Gewichtszunahme, Gewichtsabnahme, Magen-Darm-Beschwerden, Einnässen. Das Ausmass der Beschwerden wurde auf einer Ausprägungsskala von 0 bis 5 erfasst. Für die erste Auswertung wurden die Gruppen 1 bis 4

zusammengenommen (0 bis 400 m, n=180) und mit der Gruppe 5 (>400 m, n=71) verglichen. Die zweite Auswertung stellte die Gruppen 1 und 2 (0 bis 200 m, n=82) den Gruppen 3 und 4 (200 bis 400 m, n=98) gegenüber. Die statistische Analyse erfolgte mittels zweiseitigen t-Tests für unverbundene Stichproben.

Resultat: Zur Auswertung gelangten Daten von 251 Personen über 18 Jahren (43% Männer, 57% Frauen). Die Beteiligungsrate lag damit bei 23%. Verglichen mit den Gruppen 3 und 4 bestand in den Gruppen 1 und 2 für 14 von 19 Symptomen eine statistisch signifikant höhere Rate an Beschwerden ($p<0.01$). Der Vergleich der ersten vier Gruppen mit der Kontrollgruppe ergab für 11 Symptome signifikante Unterschiede ($p<0.05$): Schlaf, depressive Symptome, zerebrale Affektionen, Gelenksbeschwerden, Infekte, Hautveränderungen, Herz-/Kreislaufstörungen, Störung des akustischen und optischen Systems sowie des Hormonsystems und Darmbeschwerden. Die höchsten Mittelwerte wurden überwiegend in den Gruppen 1 und 2 beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Mobilfunkbelastung am Wohnort und dem Auftreten von verschiedenen gesundheitlichen Beschwerden.

Bemerkungen: Die Publikation enthält sehr wenig Angaben zur Abschätzung der Mobilfunkbelastung in den verschiedenen Studienregionen. Die Zuordnung des selben Mittelwertes zu allen Häusern in Umkreisen um die Sendeanlagen herum ist kritisch zu beurteilen, weil die Distanz nur wenig über die tatsächliche Exposition durch eine Mobilfunkbasisstation aussagt. In unmittelbarer Nähe der Basisstation kann die Belastung beispielsweise sehr gering sein. Die Mittelwerte der elektrischen Feldstärke sind auch deutlich höher als in anderen aktuellen Messkampagnen aus Deutschland und der Schweiz; auch deshalb wären detaillierte Angaben zur Expositionserfassung notwendig. Andere Hochfrequenzquellen wie Rundfunksender, Mobiltelefone und Schnurlostelefone sowie die Belastung am Arbeitsplatz oder anderen Aufenthaltsorten wurden nicht berücksichtigt. Bei einer niedrigen Beteiligungsrate von 23% ist zudem mit einer Verzerrung der Ergebnisse durch selektive Teilnahme von Personen mit Beschwerden in geringerer Entfernung von der Sendeanlage zu rechnen. Dafür spricht auch, dass die Teilnahmeraten in Gruppe 1 und 2 mit 36% und 25.7% höher waren als in Gruppe 3 und Gruppe 4 mit 21.4% und 14%. Unklar ist auch, warum nur 1080 Personen von insgesamt 4644 Einwohnern einen Gesundheitsfragebogen erhielten und ob es sich dabei um eine Zufallsauswahl handelte. Aus der fünfstufigen Symptomskala ergeben sich kategorielle Daten. Für die statistische Auswertung solcher Daten wäre statt der verwendeten t-Tests ein nichtparametrischer Test erforderlich, weil die Bedingung der Normalverteilung nicht erfüllt ist. Zudem wurden beim Vergleich zwischen den Gruppen keine weiteren Einflussfaktoren wie Sozialstatuts, Vorerkrankungen, berufliche Belastungen usw. berücksichtigt. Wegen der bestehenden methodischen Unklarheiten sind anhand dieser Daten kaum Rückschlüsse auf ursächliche Zusammenhänge zwischen der Mobilfunkexposition und dem Auftreten von gesundheitlichen Beschwerden möglich.

Finanzierung: fremdmittelfrei

Elliott P, Toledano MB, Bennett J, Beale L, de Hoogh K, Best N, Briggs DJ.
Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study.
British Medical Journal 2010; 340: c3077

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Hochfrequenzexposition der Mutter während der Schwangerschaft und dem Risiko der Kindern, an Krebs zu erkranken.

Kollektiv: Alle Kinder im Alter von 0 bis 4 Jahren, bei denen zwischen 1999 und 2001 in Grossbritannien eine Krebserkrankung festgestellt wurde (Leukämie, Non-Hodgkin-Lymphom, Hirntumor oder ein anderer Tumor). Aus dem landesweiten Krebsregister wurden 1926 Patienten identifiziert, für 1397 Kinder (73%) lagen zusätzlich vollständige Informationen über die Adresse der Mutter während der Schwangerschaft vor. Für jeden Patienten wurden vier Kontrollkinder mit passendem Geschlecht und Geburtsdatum aus dem nationalen Geburtenregister zufällig ausgewählt. Vollständige Adressdaten lagen für 5588 Kontrollkinder (90%) vor.

Exposition: Für den Zeitraum von 1996 bis 2001 stellten die vier Mobilfunkanbieter die technischen Daten für alle 81'781 Mobilfunkbasisstationen (GSM 900 und 1800) in Grossbritannien zur Verfügung, einschliesslich Beginn und Ende des Sendebetriebs. Vollständige Informationen lagen für 66'790 Basisstationen (87%) vor, für ca. 10'000 wurden fehlende Angaben von Daten ähnlicher Basisstationen oder Durchschnittswerten abgeleitet. Als Expositionsmasse dienten: 1.) Distanz zwischen dem Wohnort der Mutter zum Zeitpunkt der Geburt und der nächsten Mobilfunkbasisstation, 2.) Summe der Sendeleistung (in kW) aller Basisstationen im Umkreis von 700 m und 3.) Leistungsdichte (in dBm) aller Basisstationen im Umkreis von 1400 m gemäss einem Ausbreitungsmodell. Das Modell basierte auf Ergebnissen von zwei Messkampagnen, die in einer städtischen und einer ländlichen Region durchgeführt worden waren (50 respektive 151 Sendeanlagen, 658 respektive 1510 Messungen). Die Modelle wurden kalibriert und mit früheren Messkampagnen validiert. Kontrollmessungen an 620 Lokalisationen ergaben für die berechnete und die gemessene Leistungsdichte eine Korrelation von 0.66 (Spearman-Koeffizient).

Methode: Für alle drei Expositionsmasse wurden Durchschnittswerte über neun Schwangerschaftsmonate berechnet. Anhand der Verteilungen in der Fall- und in der Kontrollgruppe wurden jeweils drei ungefähr gleich grosse Gruppen gebildet. Daraus ergaben sich folgende Expositionskategorien: Für die Distanz: ≥ 1071.8 m, 612.1 bis 1071.7 m und 0 bis 612.0 m. Für die Gesamtsendeleistung: 0 kW, 0.001 bis 4.742 kW und ≥ 4.743 kW. Für die modellierte Leistungsdichte: -70 bis -26.4659 dBm, -26.4658 bis -17.6966 dBm und ≥ -17.6965 dBm (entsprechend 0 bis 0.002256 mW/m², 0.002257 bis 0.016996 mW/m² und ≥ 0.016997 mW/m²). Der statistische Vergleich mit der jeweils niedrigsten Expositionskategorie erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. Zusätzlich wurde eine lineare Regression durchgeführt. Die adjustierten Modelle enthielten die Einflussfaktoren: Bevölkerungsanteil mit Hochschulabschluss, Sozialstatus der Region (Carstairs score) und Bevölkerungsdichte sowie -durchmischung (Anteil Einwanderer im Vorjahr).

Resultat: Das Durchschnittsalter der 1397 Patienten zum Zeitpunkt der Diagnose lag bei 2 Jahren (SD: 1.2), 527 Kinder waren an Leukämie oder Non-Hodgkin-Lymphom erkrankt und 251 an einem Hirntumor. Die durchschnittliche Entfernung zwischen Wohnort zum Zeitpunkt der Geburt und der nächsten Mobilfunkbasisstation lag in der Fallgruppe bei 1107 m (SD: 1131) und in der Kontrollgruppe bei 1073 m (SD: 1130), der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=0.31$). Die mittlere Sendeleistung der Basisstationen innerhalb von 700 m betrug in der Fallgruppe 2.89 kW (SD: 5.9) und in der Kontrollgruppe 3.00 kW (SD: 6.0, $p=0.54$). Für die modellierte Leistungsdichte ergaben sich Mittelwerte von -30.3 dBm (SD: 21.7) respektive -29.7 dBm (SD: 21.5, $p=0.41$). Die statistische Auswertung ergab keinen Zusammenhang zwischen Mobilfunkbasisstationen und dem Krebsrisiko der Kinder: Für das Hirntumor-Risiko lagen die Odds Ratios des adjustierten Regressionsmodells in der mittleren Kategorie der modellierten Leistungsdichte bei 0.97 (95%-CI: 0.69-1.37) und in der höchsten Kategorie bei 0.76 (95%-CI: 0.51-1.12), p für Trend: 0.33. Für Leukämien und Non-Hodgkin-Lymphome betrugen die entsprechenden Odds Ratios 1.16 (95%-CI: 0.90-1.48) und 1.03 (95%-CI: 0.79-1.34), p für Trend: 0.51. Auch in der kontinuierlichen Auswertung der Expositionsvariablen ergaben sich keine statistisch signifikant erhöhten Odds Ratios.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der Exposition in der Schwangerschaft durch Mobilfunkbasisstationen und dem Krebsrisiko im Kleinkindalter beobachtet wurde.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine Analyse von Registerdaten ohne Mitwirkung der Studienteilnehmer. Dadurch lassen sich Selektions- und Informationsfehler vermeiden. Allerdings lagen keine individuellen Expositionsmessungen vor, und die Abschwächung der Hochfrequenzstrahlung in den Gebäuden wurde nicht berücksichtigt. Das selbe galt für die Exposition durch Mobil- und Schnurlostelefone, Radio- und Fernsehsender und andere Hochfrequenzquellen. Ebenfalls nicht erfasst wurden Wohnungswechsel während der Schwangerschaft und die Exposition der Kinder nach der Geburt. Wie die Autoren anmerken, kann diese Fehlklassifizierung, die Patienten und Kontrollkinder wohl gleichermaßen betraf, zu einer Unterschätzung der wahren Zusammenhänge führen. Auch in einem Editorial zu dieser Studie in der selben Ausgabe des BMJ wird das Fehlen von individuellen Expositionsmessungen kritisiert (Bithell J.F., BMJ 2010; 340: c3015).

Finanzierung: The study was funded through the UK Mobile Telecommunications Health Research (MTHR) Programme (www.mthr.org.uk), an independent body set up to provide funding for research into the possible health effects of mobile telecommunications. The MTHR is jointly funded by the UK Department of Health and

the mobile telecommunications industry. Members of the independent MTHR programme management committee approved the study design and commented on a draft manuscript. Data collection and analysis, interpretation of data, and the decision to submit the paper for publication were the sole responsibility of the authors.

Inskip PD, Hoover RN, Devesa SS.

Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States.

Neuro Oncol 2010; 12 (11): 1147-1151

<i>Stichwörter</i>	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epi: Register-Kohorte

Zusammenfassung

Ziel: Longitudinale Registerstudie zur Untersuchung der Hirntumor-Erkrankungsraten in den USA zwischen 1977 und 2006 im Zusammenhang mit der Verbreitung von Mobiltelefonen.

Kollektiv: Personen in den USA mit weisser Hautfarbe, bei denen zwischen 1977 und 2006 ein bösartiger Hirntumor diagnostiziert wurde. Patienten mit gutartigen Hirntumoren, wie z.B. Meningeom oder Akustikusneurinom, wurden ausgeschlossen.

Exposition: Da die flächendeckende Verbreitung von Mobiltelefonen in den USA von Anfang bis Mitte der 1990er-Jahre erfolgte, deckt die analysierte Zeitspanne eine Expositionsdauer von 5 bis 15 Jahren ab.

Methode: Die verwendeten Erkrankungsraten stammten aus 9 bundesstaatenweiten oder regionalen Krebsregistern und wurden vom National Cancer Institute (NCI) im Rahmen des SEER-Programmes (Surveillance, Epidemiology, and End Results) zusammengetragen. Die 9 Krebsregister umfassten die Bundesstaaten Connecticut, Hawaii, Iowa, New Mexico und Utah sowie die Metropolen Atlanta (Georgia), Detroit (Michigan), San Francisco (Kalifornien) und Seattle (Washington). Sie schlossen ungefähr 10% der US-Bevölkerung ein. Unter Berücksichtigung der Altersverteilung der gesamten US-Bevölkerung im Jahr 2000 wurden die jährlichen standardisierten Neuerkrankungsraten pro 100'000 Personenjahre berechnet. Die Inzidenzraten wurden separat berechnet für Frauen und Männer, für verschiedene Alterskategorien sowie für Tumoren in verschiedenen Hirnregionen. Es wurde nur die weisse Bevölkerung näher analysiert. Die statistische Auswertung erfolgte mit einem log-linearen Modell (Poisson-Regression). Evaluiert wurden Zeittrends und

prozentuale Veränderungen der Inzidenzraten. Die Trends wurden für die Perioden von 1977 bis 1991 und von 1992 bis 2006 separat berechnet.

Resultat: Im Studienzeitraum von 30 Jahren wurden bei der weissen Bevölkerung in den erfassten Regionen 38'788 Hirntumoren diagnostiziert. Mehr als 95% der Hirntumore waren Gliome. Zwischen 1977 und 1991 stiegen die Inzidenzraten bei Personen, die jünger als 30 oder älter als 65 Jahre waren, um ca. 2 bis 2.5% signifikant an. Während der Periode von 1992 bis 2006, in der die Mobiltelefonbenutzung stark zunahm, veränderten sich die Inzidenzraten insgesamt kaum. Die altersspezifische Auswertung ergab, dass die Erkrankungstrends in diesem Zeitraum ausser in der Gruppe der 20- bis 29-Jährigen stabil waren oder abnahmen. Unter den 20- bis 29-jährigen Frauen erhöhte sich die Inzidenzrate zwischen 1992 und 2006 signifikant um jährlich 4.27% (95%-CI: 1.88 bis 6.71%). Bei den 20- bis 29-jährigen Männern wurde in derselben Periode kein Anstieg beobachtet. Die Auswertung der Hirntumor-Lokalisationen zeigte, dass der Anstieg der Neuerkrankungen unter den 20- bis 29-jährigen Frauen auf die Zunahme von Tumoren im vorderen Teil des Gehirns (Frontallappen) zurückzuführen war. Bei den 20- bis 29-jährigen Männern wurde ebenfalls ein Anstieg von Tumoren des Frontallappens beobachtet, allerdings begann dieser Trend ungefähr 10 Jahre früher als bei den Frauen und damit schon vor der flächendeckenden Verbreitung von Mobiltelefonen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Inzidenzraten für Hirntumoren seit den frühen 1990er-Jahren insgesamt stabil geblieben oder gesunken sind. Die ansteigenden Inzidenzraten zwischen 1977 und 1991 für Personen jünger als 30 oder älter als 65 Jahre können grösstenteils durch die Einführung verbesserter Diagnosemethoden erklärt werden (CT in den 1970er-Jahren und MRI in den 1980er-Jahren). Eine kausale Verbindung zwischen dem steigenden Mobiltelefongebrauch ab 1992 und den zunehmenden Inzidenzraten für 20- bis 29-jährige Frauen im zweiten Zeitraum halten die Autoren für unwahrscheinlich, da sich dieser Anstieg auf eine Hirnregion (Frontallappen) beschränkt, die beim Telefonieren nur sehr wenig hochfrequente Strahlung absorbiert. Im Gegensatz dazu stiegen die Inzidenzraten für Tumoren in seitlichen Hirnregionen (Temporallappen), in denen während des Mobiltelefongebrauchs die meiste Strahlung absorbiert wird, nicht an. Ebenso halten es die Autoren für nicht plausibel, dass Mobiltelefone das Hirntumorrisiko bei Frauen erhöhen, nicht aber bei Männern. Die Autoren führen mehrere Limitationen der Studie an, die zu falsch negativen Ergebnissen geführt haben könnten: a) Das Risiko für Hirntumoren ist nur unter den Langzeitnutzern erhöht und wird von den Daten noch nicht erfasst, b) die mittlere Induktionszeit ist länger als die untersuchte Zeitperiode, c) es handelt sich um ein sehr kleines Risiko. Allerdings müssten Patienten, die eine kürzere Induktionszeit als der Durchschnitt haben, schon in den vorliegenden Daten erkennbar sein. Insgesamt sehen die Autoren in diesen Inzidenzraten aus den USA keine Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Mobiltelefongebrauch und Hirntumoren.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, hat das SEER-Programm erst kürzlich damit begonnen, Daten über benigne Hirntumore (Meningeom, Akustikusneurinom) zusammenzutragen, was die Aussagekraft der Studie auf maligne Hirntumore beschränkt. Weitere Einschränkungen ergeben sich daraus, dass die Krebsregister nur 10% der Gesamtbevölkerung abdeckten und dass nur die weisse Bevölkerung in die Auswertungen einbezogen wurde. Insgesamt decken sich die Ergebnisse der Studie mit den Resultaten früherer Auswertungen der Hirntumor-Inzidenzen in Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden (vgl. Deltour et al., J Natl Cancer Inst 2009; 101(24): 1721-1724; Klaeboe et al., Int J Cancer 2005; 117(6):996-1001 und Lönn et al., Int J Cancer 2004; 108(3):450-455). Auch die dänische Kohortenstudie ergab keine erhöhten Hirntumorrisiken bei Mobiltelefonbenutzern (Schüz et al., J Natl Cancer Inst 2006; 98(23):1707-1713 und Johansen et al., J Natl Cancer Inst 2001; 93(3):203-207). Da eine längere Induktionszeit für Hirntumoren im Zusammenhang mit der

Mobiltelefonbenutzung nicht ausgeschlossen werden kann, sollten die Hirntumor-Inzidenzraten weiterhin überwacht werden. Zu diesem Artikel ist im selben Heft ein Editorial von W.K. Yung erschienen (Neuro Oncol 2010, 12(11): 1087).

Finanzierung: Intramural funds from the National Cancer Institute, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services.

Ahamed VI, Karthick NG, Joseph PK.

Effect of mobile phone radiation on heart rate variability.

Comput Biol Med 2008; 38 (6): 709-12

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Carrubba S, Frilot C 2nd, Chesson AL Jr, Marino AA.
Mobile-phone pulse triggers evoked potentials.
Neurosci Lett 2010; 469 (1): 164-168

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Croft RJ, Leung S, McKenzie RJ, Loughran SP, Iskra S, Hamblin DL, Cooper NR.

Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (6): 434-444

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Überprüfung der wiederholt beobachteten Erhöhung der Alpha-Aktivität im Ruhe-EEG (8 bis 12 Hz) während oder nach Mobiltelefonexposition. Untersuchung von Mobiltelefonsignalen der 2. Generation (GSM-Technik) und 3. Generation (UMTS, W-CDMA) sowie von Unterschieden zwischen Jugendlichen, jungen Erwachsenen und älteren Personen.

Kollektiv: 41 Jugendliche (13 bis 15 Jahre, 21 Männer), 42 junge Erwachsene (19 bis 40 Jahre, 21 Männer) und 20 ältere Personen (55 bis 70 Jahre, 10 Männer).

Exposition: Das GSM-Mobiltelefonsignal hatte eine Trägerfrequenz von 894.6 MHz und eine Pulsfrequenz von 217 Hz, die mittlere Sendeleistung lag bei 250 mW, die maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Gewebe betrug 0.7 W/kg. Die Frequenz des modulierten Telefonsignals der 3. Generation war 1900 MHz, die mittlere Sendeleistung 125 mW und die SAR lag bei 1.7 W/kg. Die Exposition dauerte jeweils ca. 55 Minuten.

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Probanden durchliefen die Testprozedur dreimal im Abstand von mindestens vier Tagen: bei Scheinexposition, GSM-Befeldung und UMTS-Exposition. Die Mobiltelefonexposition fand entweder links- oder rechtsseitig statt, bei jedem Probanden immer auf der selben Kopfseite. Die Reihenfolge der Expositionen war zufällig, aber innerhalb der Gruppe nicht ganz ausgeglichen. Während der 55-minütigen Exposition wurden 5 Phasen des Ruhe-EEGs aufgezeichnet: 3 Phasen während der Exposition, eine vorher und eine nachher. Die EEG-Aufzeichnungen dauerten jeweils 5 bis 10 Minuten und fanden teilweise mit offenen, teilweise mit geschlossenen Augen statt. Ausgewertet wurden nur die Aufzeichnungen mit offenen Augen. Zusätzlich absolvierten die Probanden während der Exposition Hirnleistungstests zwischen den EEG-Phasen. Für die statistische Analyse wurde die Differenz zwischen dem

Ausgangswert der Alpha-Aktivität (vor der Exposition) und der Alpha-Aktivität in den 4 EEG-Phasen während/nach der Exposition berechnet. Diese Differenzen wurden durch den jeweiligen Ausgangswert der Alpha-Aktivität geteilt, und der Quotient als Veränderungsmass in Prozent angegeben. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test und Varianzanalysen (ANOVA).

Resultat: Die Analysen ergaben für die Gruppe der jungen Erwachsenen eine statistisch signifikant höhere Alpha-Aktivität bei GSM- als bei Scheinexposition ($p=0.043$) und bestätigten damit die Resultate früherer Studien. Bei Jugendlichen und älteren Erwachsenen bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen GSM- und Scheinexposition. Bei Exposition gegenüber dem Mobiltelefonsignal der 3. Generation (UMTS, W-CDMA) wurden in keiner der drei Teilnehmergruppen Auswirkungen auf die Alpha-Aktivität der Hirnströme beobachtet.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, zeigte sich in der Studie eine Replikation der bereits beobachteten Zunahme der Alpha-Aktivität bei jungen Erwachsenen während der GSM-Mobiltelefonexposition. Sie sehen keine Hinweise auf ähnliche Effekte von Mobiltelefonen der 3. Generation (UMTS, W-CDMA). Bei Jugendlichen und älteren Erwachsenen bestanden keine Expositionseffekte.

Bemerkungen: Die Ergebnisse der Hirnleistungstests, die während der Exposition durchgeführt wurden, sind publiziert in: Leung et al., Clinical Neurophysiology 2011, doi:10.1016/j.clinph.2011.04.006.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia; GSM Association (UK)

Danker-Hopfe H, Dorn H, Bahr A, Anderer P, Sauter C.

Effects of electromagnetic fields emitted by mobile phones (GSM 900 and WCDMA/UMTS) on the macrostructure of sleep.

J Sleep Res 2010; 20 (1 Pt 1): 73-81

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung der Auswirkungen von mobiltelefonähnlichen GSM- und UMTS-Signalen auf den Schlaf (Hirnströme, Schlafphasen und -effizienz).

Kollektiv: 30 Männer zwischen 18 und 30 Jahren, die keine Medikamente nahmen und nicht rauchten.

Exposition: Mobiltelefonähnliche Exposition durch eine speziell angefertigte Antenne, die am rechten Ohr befestigt wurde. Die räumliche Verteilung entsprach in etwa einem Dualband-Telefon. Das pulsmodierte GSM-Signal hatte eine Trägerfrequenz von 900 MHz, eine Pulsbreite von 553 μ s und eine Pulsfrequenz von 217 Hz. Die Frequenz des UMTS-Signals (Wideband Code-Division Multiple Access, WCDMA) betrug 1966 MHz. Die spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Gewebe lag ungefähr bei 2 W/kg.

Methode: Jeder Proband verbrachte eine Adaptationsnacht und 9 Testnächte mit jeweils 8 Stunden in einem Schlaflabor. Zwischen den einzelnen Nächten lagen Intervalle von 2 Wochen. Die Exposition erfolgte in randomisierter Reihenfolge und unter Doppelblindbedingungen, jeweils 3 Nächte mit GSM-, UMTS- und Scheinexposition. Die Polysomnographie-Messung erfolgte von 23 bis 7 Uhr. Insgesamt wurden 177 Parameter zur Schlafdauer, zu den Schlafstadien, -zyklen und zur Schlaffeizienz aufgezeichnet. Die statistische Auswertung der Medianwerte erfolgte mittels t-Test oder Wilcoxon-Vorzeichenrang-Test für gepaarte Daten. Das Signifikanzniveau lag nach Bonferroni-Korrektur für multiple Testung bei $p < 0.0003$.

Resultat: Bei GSM-Exposition ergaben sich für 13 von 177 Schlafparametern Unterschiede zur Scheinexposition, die nach Korrektur für multiple Testung nicht mehr statistisch signifikant waren ($p > 0.0003$). Der REM-Schlaf dauerte bei GSM- etwas länger als bei Scheinexposition (Median: 86.5 $\pm$ 15.4 vs. 80.2 $\pm$ 16.5 Minuten, $p = 0.005$). Bei UMTS-Exposition bestanden Unterschiede in 3 Variablen ($p > 0.0003$), die nicht zu den

konventionellen Schlafparametern gehörten.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keine Hinweise auf eine Beeinflussung der Makrostruktur des Schlafes durch die Exposition gegenüber mobiltelefonähnlichen GSM- oder UMTS-Signalen. Sie weisen darauf hin, dass die Resultate nicht mit den Beobachtungen früherer Studien übereinstimmen und bis zur unabhängigen Bestätigung am ehesten als Zufallbefunde zu betrachten sind. Anzeichen für eine Beeinträchtigung des Schlafes sehen die Autoren nicht, eher eine schlaffördernde Tendenz.

Bemerkungen: In früheren Studien wurden kürzere REM-Schlaf dauern beobachtet (Mann und Röschke 1996), aber auch Hinweise auf einen schlaffördernden Effekt durch GSM-Exposition (Mann und Röschke 2004). Eine verkürzte Latenz des REM-Schlafs wurde von Loughran et al. 2005 beschrieben, eine verlängerte Schlaflatenz von Hung et al. 2007. Laut den Autoren war die Anzahl von 30 Probanden ausreichend, um ähnliche Veränderungen nachweisen zu können.

Finanzierung: Federal Office for Radiation Protection (BfS) within the German Mobile Telecommunication Research Programme (DMF).

de Vocht F.

"Dirty electricity": what, where, and should we care?.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2010; 20 (5): 399-405

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Degrave E, Meeusen B, Grivegne AR, Boniol M, Autier P.

Causes of death among Belgian professional military radar operators: a 37-year retrospective cohort study.

Int J Cancer 2009; 124 (4): 945-51

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hardell L, Söderqvist F, Carlberg M, Zetterberg H, Mild KH.
Exposure to wireless phone emissions and serum beta-trace protein.
Int J Mol Med 2010; 26 (2): 301-6

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K.

The impact of exposure to radio frequency electromagnetic fields on chronic well-being in young people - A cross-sectional study based on personal dosimetry.

Environ Int 2011; 37 (1): 26-30

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Hochfrequenzexposition von Kindern und Jugendlichen und Auswirkungen auf das Wohlbefinden (MobilEe-Studie, vgl. Thomas et al., Bioelectromagnetics 2008 und Thomas et al., Environmental Health 2008).

Kollektiv: Die Teilnehmer wurden zwischen 2006 und 2007 aus den Einwohnermelderegistern von vier bayerischen Städten zufällig ausgewählt. Auswählbar waren Kinder zwischen 8 und 12 sowie Jugendliche zwischen 13 und 17 Jahren. Insgesamt nahmen 1498 Kinder und 1524 Jugendliche teil, die Teilnahmerate betrug 52%.

Exposition: Hochfrequenzexposition gemessen mit Personendosimetern (ESM-140, Fa. Maschek) über 24 Stunden. Frequenzbereiche: GSM 900, GSM 1800, UMTS (jeweils uplink und downlink), DECT-Telefone und WLAN. Ausgewertet wurden nur Messwerte während des Tages, und die Belastungen in den einzelnen Frequenzbereichen wurden summiert. Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze von 0.05 V/m wurden durch 0.025 V/m ersetzt. Die Gesamtbelastung wurde in Prozent des ICNIRP-Referenzwertes ausgedrückt und in Quartile unterteilt. Die Trennpunkte lagen für Kinder bei 0.15%, 0.17%, 0.20% und 0.25%, für Jugendliche bei 0.15%, 0.17%, 0.21% und 0.26%.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten in einem computergestützten Interview Fragen zum Wohlbefinden, zu soziodemographischen Faktoren und anderen potenziellen Einflussfaktoren. Bei Kindern wurde zusätzlich ein Elternteil befragt. Erfasst wurden chronische Beschwerden in den letzten sechs Monaten: Kopfschmerzen, Gereiztheit, Nervosität, Schwindel, Müdigkeit, Angst und Schlafschwierigkeiten (aus dem Fragebogen "Health Behaviour in School-Aged Children"). Die fünf Stufen der Likert-Skala waren: fast täglich, mehrmals pro

Woche, fast jede Woche, ungefähr einmal im Monat, selten und nie. In den dichotomen Auswertungen galt ein Symptom als vorhanden, wenn es "fast jede Woche" oder häufiger auftrat. Die statistische Analyse erfolgte mittels logistischer Regression. Als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Ausbildungsniveau der Eltern, Alter, Geschlecht, Studienort, Umweltbesorgnis, Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen und Distanz zwischen Wohnung und nächster Basisstation.

Resultat: Zur Auswertung kamen Daten von 1484 Kindern und 1508 Jugendlichen. Die durchschnittliche Hochfrequenzbelastung der Kinder und Jugendlichen variierte zwischen 0.13 und 0.92% des ICNIRP-Referenzwertes. Insgesamt lagen 82% der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze des Geräts (0.05 V/m). Ein Mobiltelefon besaßen 50% der Kinder und 92% der Jugendlichen, das die meisten weniger als 5 Minuten pro Tag benutzten. Die am häufigsten genannten Symptome waren Müdigkeit (Kinder: 30%, Jugendliche: 51%), Gereiztheit (Kinder: 21%, Jugendliche: 32%) und Schlafstörungen bei Kindern (19%) und Nervosität bei Jugendlichen (24%). Die Auswertungen ergaben weder für Kinder, noch für Jugendliche einen konsistenten Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzexposition und den Beschwerden. Kinder, die zum dritten Expositionsquartil gehörten, berichteten etwas seltener über Schlafstörungen (Odds Ratio: 0.63, 95%-CI: 0.41 -0.96). Auch für die 10% der Teilnehmer mit der höchsten Belastung zeigten sich keine Zusammenhänge. Bezüglich der Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen bestanden für Jugendliche statistisch signifikant erhöhte Odds Ratios für Gereiztheit (1.48, 95%-CI: 1.13-1.93, resp. 1.3, 95%-CI: 1.02-1.64). Für Kinder ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keinen Hinweis auf Zusammenhänge zwischen der gemessenen Hochfrequenzexposition von Kindern und Jugendlichen und ihrem Wohlbefinden. Sie empfehlen weitere Studien zur Überprüfung der Ergebnisse und zur Untersuchung eventueller Langzeiteffekte.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, wird die Aussagekraft der Ergebnisse durch die geringen Expositionsgradienten beeinträchtigt. Die Auswertung der Teilnehmerangaben zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen ergab laut Tabelle 5 für das Symptom der Müdigkeit bei Jugendlichen leicht erhöhte Odds Ratios, die nur knapp statistisch nicht signifikant waren (1.25, 95%-CI: 0.96-1.62, resp. 1.21, 95%-CI: 0.97-1.51). Ebenfalls erhöht waren die Odds Ratios bei Kindern bezüglich Schlafstörungen (1.91, 95%-CI: 1.04-3.50, resp. 1.28, 95%-CI: 0.96-1.72) und Müdigkeit (1.50, 95%-CI: 0.86-2.59, resp. 1.27, 95%-CI: 0.99-1.64). Die Auswertung der Messwerte bestätigt diese Assoziationen allerdings nicht. Weitere Publikationen der MobilEe-Studie sind zu finden in: Kühnlein et al., Bioelectromagnetics 2009 und Thomas et al., Eur J Epidemiol 2010.

Finanzierung: German Mobile Telecommunication Research Programme (DMF)

Hountala CD, Maganioti AE, Papageorgiou CC, Nanou ED, Kyprianou MA, Tsiafakis VG, Rabavilas AD, Capsalis CN.

The spectral power coherence of the EEG under different EMF conditions.

Neurosci Lett 2008; 441 (2): 188-92

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Cartellieri M, Denk-Linnert DM, Katzinger M, Ehrenberger K, Kundi M.
Tinnitus and mobile phone use.
Occup Environ Med 2010; 67 (12): 804-808

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition:		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	Wirkungsdauer:	Land:
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Auftreten von Tinnitus (Ohrgeräuschen) bei Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: 100 Personen zwischen 16 und 80 Jahren, die von November 2003 bis November 2004 wegen Tinnitus (seit mindestens 3 Monaten) in der Ambulanz der HNO-Abteilung der Universitätsklinik Wien behandelt wurden. Für jeden Patienten wurde eine Kontrollperson mit passendem Alter, Geschlecht und ethnischer Zugehörigkeit aus den Patientendaten der selben Ambulanz ausgewählt.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung, erfragt mit Hilfe des Interphone-Fragebogens (Papierversion): Dauer, Intensität, bevorzugte Seite, Benutzung von Freisprechanlagen, Telefongebrauch in städtischen und ländlichen Regionen sowie in Autos.

Methode: Ärztliche Befragung und Untersuchung hinsichtlich Tinnitus inklusive Audiometrie und gegebenenfalls auch MRI. Die Auswertung der Intensität der Mobiltelefonbenutzung sowie Anzahl und Dauer der Anrufe erfolgte dichotomisiert (Median). Als Referenzgruppe galten Personen, die nie oder weniger als ein Jahr ein Mobiltelefon benutzt hatten. Die Benutzung von Freisprechgeräten und die bevorzugte Kopfseite wurden berücksichtigt. In den konditionalen logistischen Regressionsmodellen wurde zusätzlich für das Ausbildungsniveau ($\neq$ 12 Jahre) und das Wohnen in einer städtischen Region korrigiert.

Resultat: In beiden Gruppen befanden sich 54 Männer und 46 Frauen, und das Durchschnittsalter lag bei 42.5 Jahren. Bei Auftreten des Tinnitus respektive am Referenzdatum hatten 84% der Patienten und 78% der Kontrollpersonen ein Mobiltelefon benutzt, weitere 17% der Patienten und 12% der Kontrollen seit weniger als einem Jahr. Wenn nur die Telefonbenutzung auf der Seite des Tinnitus berücksichtigt wurde, ergab sich eine

statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.37 (95%-CI: 0.73-2.57). Ähnliche Ergebnisse zeigten sich für Personen mit längerem oder intensiverem Gebrauch auf der erkrankten Seite; bei über 4-jähriger ipsilateraler Benutzung war die Erhöhung des Tinnitusrisikos statistisch signifikant (OR: 1.95, 95%-CI: 1.0-3.8). Bei Auswertung des Mobiltelefongebrauchs insgesamt, unabhängig von der Kopfseite, stiegen die Odds Ratios teilweise weiter an, waren aber statistisch nicht mehr signifikant. Für das Telefonieren auf der gegenüberliegenden Seite waren die Risikoschätzer ausser für die höheren Kategorien der Gesprächsdauer (pro Tag und insgesamt) im Allgemeinen niedriger.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Ergebnisse auf einen Zusammenhang zwischen starker und langfristiger Mobiltelefonbenutzung und Tinnitus hinweisen.

Bemerkungen: Die Auswertung der kontralateralen Mobiltelefonbenutzung ergab ähnliche oder sogar höhere Odds Ratios wie bei ipsilateraler Benutzung. Nur für die über 4-jährige Benutzungsdauer war das Risiko deutlich niedriger (0.91, 95%-CI: 0.39-2.09). Die Interpretation dieser Resultate ist schwierig, weil die meisten Teilnehmern nicht ausschliesslich auf einer Seite telefonierten. Eine gewisse Verzerrung durch Lärm in der Freizeit oder im Beruf erscheint nicht ausgeschlossen, obwohl Personen mit lärmbedingtem Hörverlust nicht in die Studie aufgenommen wurden. Denkbar wäre, dass bei Mobiltelefonbenutzern gleichzeitig auch eine stärkere Lärmexposition bestand, die zur Entstehung des Tinnitus beigetragen aber noch keinen Hörverlust verursacht hat.

Finanzierung: This study was funded by intramural funds from the Institute of Environmental Health, Medical University of Vienna, Austria and the Ear Nose and Throat Department, Medical University of Vienna, Austria.

Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, Ahonen M.
Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations.
Int J Occup Environ Health 2010; 16 (3): 263-267

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Schlafphasen und Schlafqualität Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome
	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Tumoren: weitere Europa Nichteuropäische Länder
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen		
Studientyp: Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über epidemiologische Studien zu Auswirkungen der Exposition durch Mobilfunkbasisstationen auf die Gesundheit.

Kollektiv: Es wurden 10 Studien aus 7 Ländern ausgewertet. In 7 Studien wurde das Auftreten von unspezifischen Symptomen untersucht, 3 betrafen die Häufigkeit von Krebserkrankungen in der Umgebung von Basisstationen.

Exposition: Hochfrequenzexposition der Anwohner in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: In acht Studien bestanden Hinweise auf Zusammenhänge zwischen der Entfernung von Basisstationen (>500 m) und der Häufigkeit von unspezifischen Beschwerden oder Krebserkrankungen. Die Hochfrequenzexposition wurde in einigen Studien anhand der Entfernung zur nächsten Basisstation oder gemäss Teilnehmerangaben eingestuft. In anderen Auswertungen wurde die Verteilung von Alter und Geschlecht nicht berücksichtigt.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die Studienergebnisse trotz der Unterschiede in Design und Qualität als einheitlich. Sie weisen darauf hin, dass die beobachteten Assoziationen auf die methodischen Schwächen der Studien zurückzuführen sein könnten, halten aber die geltenden Grenzwerte für zu hoch und schlagen einen Vorsorgegrenzwert von 0.614 V/m vor.

Bemerkungen: Die Übersichtsarbeit wird in der Publikation sehr kurz beschrieben, und es fehlen wichtige

Informationen. Unter anderem werden weder die Ein- und Ausschlusskriterien bei der Literatursuche genannt, noch der relevante Publikationszeitraum. Es wird nicht angegeben, wie viele potenziell relevante Studien die Literatursuche ursprünglich ergeben hatte und wie der Auswahlprozess ablief. Einige neuere epidemiologische Studien mit individueller Expositionsmessung sind nicht erfasst (z.B. Thomas et al. 2008, Kühnlein et al. 2009, Heinrich et al. 2007). Dafür werden ältere Studien zitiert, die wegen methodischer Mängel wie Selektionsbias, fehlender Berücksichtigung anderer Einflussfaktoren sowie mangelhafter Expositionsabschätzung wenig aussagekräftig sind (z.B. Navarro et al. 2003, Santini et al. 2003, Eger et al. 2004, Wolf u. Wolf 2004). Da diese Schwächen bei der Interpretation der Ergebnisse nicht berücksichtigt werden, sind die Schlussfolgerungen der Autoren nicht nachvollziehbar. Insgesamt entspricht die Übersichtsarbeit nicht den Anforderungen an eine systematische Review, wie sie zum Beispiel im "PRISMA-Statement" (<http://www.prisma-statement.org/index.htm>) formuliert werden.

Finanzierung: Keine Angaben

Kwon MS, Huotilainen M, Shestakova A, Kujala T, Naatanen R, Hämäläinen H.

No effects of mobile phone use on cortical auditory change-detection in children: an ERP study.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (3): 191-9

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kwon MS, Jaaskelainen SK, Toivo T, Hämäläinen H.

No effects of mobile phone electromagnetic field on auditory brainstem response.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (1): 48-55

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kwon MS, Kujala T, Huotilainen M, Shestakova A, Naatanen R, Hämäläinen H.
Preattentive auditory information processing under exposure to the 902 MHz GSM mobile phone
electromagnetic field: a mismatch negativity (MMN) study.
Bioelectromagnetics 2009; 30 (3): 241-248

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Lehrer S, Green S, Stock RG.

Association between number of cell phone contracts and brain tumor incidence in nineteen U.S. States.
J Neurooncol 2011; 101 (3): 505-507

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Geographischer Vergleich der Anzahl an Mobiltelefonabonnements und der Hirntumorinzidenzen in verschiedenen Bundesstaaten der USA.

Kollektiv: Gesamtbevölkerung von 19 US-amerikanischen Bundesstaaten.

Exposition: Anzahl an Mobiltelefonverträgen in der Allgemeinbevölkerung.

Methode: Die Daten zur Hirntumorinzidenz zwischen 2000 und 2004 stammten von den jeweiligen Krebsregistern, die Informationen zu Mobiltelefonabonnements im Jahr 2007 aus dem "Governing State and Local Sourcebook". Das Durchschnittsalter und das mittlere Einkommen in den Bundesstaaten stammte von "www.census.gov".

Resultat: Der Vergleich ergab eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Anzahl an Mobiltelefonabos und der Anzahl an Hirntumoren in den Bundesstaaten. Diese Korrelation könnte schon dadurch entstehen, dass manche Staaten eine viel grössere Bevölkerung haben als andere (z.B. New York vs. North Dakota). Ein lineares Regressionsmodell mit mehreren Einflussfaktoren ergab signifikante Zusammenhänge mit der Anzahl an Abonnements ($p=0.017$) und der Bevölkerung ($p=0.003$). Für das Durchschnittsalter und -einkommen bestand keine Assoziation mit der Hirntumorinzidenz.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihrem Vergleich eine lineare Beziehung zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorinzidenz. Sie empfehlen weitere Studien und die vorbeugende Begrenzung der Exposition.

Bemerkungen: Es ist nicht sinnvoll, die Gesamtzahl der Hirntumorerkrankungen in verschiedenen Bundesstaaten zu vergleichen, weil sie von der Bevölkerungsgrösse abhängt. Stattdessen müssten Erkrankungsraten, z.B. pro 100'000 Einwohner, verglichen werden. Da das Tumorrisiko mit dem Alter stark ansteigt, müsste zusätzlich die Altersstruktur der Bevölkerung berücksichtigt und eine Altersstandardisierung vorgenommen werden. Aus den hier beschriebenen Vergleichen lassen sich überhaupt keine Aussagen ableiten.

Finanzierung: Keine Angaben

Linnet MS, Inskip PD.

Cellular (mobile) telephone use and cancer risk.

Rev Environ Health 2010; 25 (1): 51-5

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Marino AA, Carrubba S.

The effects of mobile-phone electromagnetic fields on brain electrical activity: a critical analysis of the literature.

Electromagn Biol Med 2009; 28 (3): 250-274

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Mjoen G, Saetre DO, Lie RT, Tynes T, Blaasaas KG, Hannevik M, Irgens LM.

Paternal occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields and risk of adverse pregnancy outcome.

Eur J Epidemiol 2006; 21 (7): 529-35

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Nam KC, Lee JH, Noh HW, Cha EJ, Kim NH, Kim DW.

Hypersensitivity to RF fields emitted from CDMA cellular phones: a provocation study.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (8): 641-650

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u>		
Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf Herz-/Kreislaufparameter und unspezifische Symptome bei Personen mit und ohne Elektrohypersensibilität (EHS).

Kollektiv: 18 Personen mit EHS, Frauen: 56%, Durchschnittsalter: 26 Jahre; 19 Personen ohne EHS, Frauen: 47%, Durchschnittsalter: 25 Jahre.

Exposition: CDMA-Mobiltelefon an der linken Kopfseite, 835 MHz, max. 300 mW, SAR1: 1.22 W/kg. Die Exposition resp. Scheinexposition dauerte jeweils 30 Minuten.

Methode: Herz- und Atemfrequenz, Herzfrequenzvariabilität und Hauttemperatur des Gesichts wurden 5 Minuten vor der Exposition, nach 15 und 31 Minuten sowie 10 Minuten nach Expositionsende gemessen. Das Auftreten von 9 unspezifischen Symptomen wurde während der Exposition alle 5 Minuten auf einer vierstufigen Skala erfasst: Hautrötung, Juckreiz, Wärmegefühl, Müdigkeit, Kopfschmerz, Schwindel, Übelkeit, Herzrasen und Verdauungsstörungen. Zusätzlich wurde alle 5 Minuten nach der Feldwahrnehmung gefragt.

Resultat: Die Analyse ergab weder für EHS- noch für Kontrollpersonen signifikante Veränderungen der Herz-/Kreislaufparameter oder Auswirkungen auf die Symptome im Zusammenhang mit der Exposition. Die Trefferquote bezüglich der Feldwahrnehmung lag in der EHS-Gruppe während der realen Exposition bei 43.3%, in der Kontrollgruppe bei 3.2%. Während der Scheinexposition lag die Trefferquote in der EHS-Gruppe bei 73.9%, in der Kontrollgruppe bei 95.1%.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keine Hinweise auf Auswirkungen der

Mobiltelefonexposition auf physiologische Parameter oder unspezifische Symptome und keine Evidenz für eine bessere Wahrnehmungsfähigkeit bei EHS-Personen.

Bemerkungen: Aus der entsprechenden Graphik zur Feldwahrnehmung in der Publikation ist ersichtlich, dass die Kontrollpersonen fast durchgehend davon ausgingen, dass kein Feld vorhanden war. Daher lagen sie bei Scheinexposition fast immer richtig, bei realer Exposition dagegen fast immer falsch. Bei den EHS-Personen war die Trefferquote mit ca. 70% bei Scheinexposition und 40% bei tatsächlicher Exposition etwas höher. Dieser Unterschied wird von den Autoren nicht erwähnt.

Finanzierung: Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF), Korea Government.

Okano T, Terao Y, Furubayashi T, Yugeta A, Hanajima R, Ugawa Y.

The effect of electromagnetic field emitted by a mobile phone on the inhibitory control of saccades.

Clin Neurophysiol 2010; 121 (4): 603-11

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Sage C, Carpenter DO.

Public health implications of wireless technologies.

Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 233-46

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Söderqvist F, Hardell L, Carlberg M, Mild KH.
Radiofrequency fields, transthyretin, and Alzheimer's disease.
J Alzheimers Dis 2010; 20 (2): 599-606

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Stam R.

Electromagnetic fields and the blood-brain barrier.

Brain Res Rev 2010; 65 (1): 80-97

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Vanderstraeten J, Verschaeve L.

Gene and protein expression following exposure to radiofrequency fields from mobile phones.

Environ Health Perspect 2008; 116 (9): 1131-5

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, Sepulveda F, Walker S, Quinlan T, Dudley S, Maung S, Deeble R, Fox E.

Do TETRA (Airwave) base station signals have a short-term impact on health and well-being? A randomized double-blind provocation study.

Environ Health Perspect 2010; 118 (6): 735-41

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Herzkreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu unspezifischen Beschwerden durch Hochfrequenzstrahlung von TETRA-Sendeanlagen ("Terrestrial Trunked Radio Telecommunications System"), die für Polizei- und Notfalldienste verwendet werden. Die Resultate bezüglich kognitiver und physiologischer Parameter sind zu finden in: Wallace et al., Bioelectromagnetics 2012;33(1):23-39.

Kollektiv: Erster Teil (offene Provokationsstudie): 51 Personen mit EHS und 132 Kontrollpersonen mit passendem Alter und Geschlecht. Zweiter Teil (Doppelblindtestung): 48 Personen mit EHS und 132 Kontrollpersonen. Das Alter der Teilnehmer lag zwischen 18 und 80 Jahren.

Exposition: TETRA-Signal mit einer Frequenz von 420 MHz und einer Pulsfrequenz von 16.7 Hz. Leistungsflussdichte: 10 mW/m², Ganzkörper-SAR: ca. 271 µW/kg.

Methode: Alle Teilnehmer absolvierten eine Sitzung mit offener Provokation und zwei Doppelblindtestungen, jeweils im Abstand von mindestens einer Woche. Untersucht wurde das allgemeine Wohlbefinden, unspezifische Beschwerden (Fragebogen von Eltiti et al. 2007 mit 57 Symptomen) und drei physiologische Parameter: Blutvolumenpuls, Herzfrequenz und Hautleitfähigkeit. In Session 1 fanden neben der offenen Provokation vier kurze Tests von jeweils 5 Minuten mit Verblindung statt, zwei davon mit Scheinexposition. In Session 2 und 3 erfolgte die 50-minütige Exposition oder Scheinexposition unter Doppelblindbedingungen. Die Reihenfolge war randomisiert. Im Abstand von 5 Minuten beantworteten die Teilnehmer Fragen zum Wohlbefinden auf einer Visuellen Analogskala (VAS) und zum Auftreten von Symptomen. Zusätzlich beurteilten sie den jeweiligen Expositionsstatus. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) oder in nichtparametrischen Tests. Die Resultate wurden für multiple Testung korrigiert (Bonferroni, alpha=0.008).

Resultat: Die nichtverblindete Provokationstestung ergab für alle sechs Variablen statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0.008$) zwischen EHS-Personen und der Kontrollgruppe: stärkere Angst, Anspannung, Erregung, Unbehagen, Müdigkeit und geringere Entspannung. Beide Gruppen fühlten sich während der TETRA-Exposition schlechter als während der Scheinexposition (signifikanter Expositionseffekt ($p < 0.001$) auf alle Variablen ausser Müdigkeit). Unter Doppelblindbedingungen zeigten die Auswertungen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen oder in Abhängigkeit von der Exposition, wenn die unterschiedlichen Ausgangswerte der beiden Gruppen für die sechs Variablen berücksichtigt wurden (Auswertung der Differenz zwischen "baseline" und Exposition). Bezüglich des Ausmasses und der Anzahl an Symptomen bestanden bei offener Provokation ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, bei doppelter Verblindung war kein Expositionseffekt zu beobachten. Personen mit EHS berichteten unabhängig von der Exposition über mehr und stärkere Beschwerden als Kontrollpersonen. Von den drei physiologischen Parametern (jeweils Mittelwert und Standardabweichung) war nur die durchschnittliche Herzfrequenz bei EHS-Personen höher als bei den Kontrollpersonen; nach der Korrektur für multiple Testung war der Unterschied statistisch nicht mehr signifikant. Die korrekte Erkennung der Expositionssituation gelang der EHS-Gruppe in einem von 6 Tests besser, in einem anderen schlechter als der Kontrollgruppe ($p < 0.05$).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Ergebnissen keinen Hinweis auf negative Auswirkungen der Exposition durch eine TETRA-Basisstation auf das Wohlbefinden, weder bei Personen mit EHS noch bei Kontrollpersonen. Beide Gruppen waren nicht in der Lage, zuverlässig zwischen realer Befeldung und Scheinexposition zu unterscheiden. Zur Untersuchung von Langzeitauswirkungen empfehlen die Autoren eine Fall-Kontrollstudie.

Bemerkungen: Wie die Autoren einschränkend anmerken, konnte die angestrebte Stichprobengrösse von mindestens 66 Teilnehmern pro Gruppe im Rekrutierungszeitraum von 2.5 Jahren nicht erreicht werden. Die statistische Power der Studie war daher limitiert, bei der offenen Provokation zeigten sich aber signifikante Unterschiede.

Finanzierung: Mobile Telecommunication and Health Research Programme, UK.

Yildirim MS, Yildirim A, Zamani AG, Okudan N.

Effect of mobile phone station on micronucleus frequency and chromosomal aberrations in human blood cells.

Genet Couns 2010; 21 (2): 243-251

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Untersuchung mutationsfördernder (mutagener) Effekte der Hochfrequenzstrahlung von Mobilfunkbasisstationen.

Kollektiv: Die Studie fand in der Türkei statt. Die exponierte Gruppe bestand aus 4 Frauen und 10 Männern (Durchschnittsalter: 28.4 Jahre), die in der obersten Etage von 10 Gebäuden wohnten, auf deren Dächern sich Mobilfunkbasisstationen befanden. Zur Kontrollgruppe gehörten 5 Frauen und 9 Männer (Durchschnittsalter: 27.5 Jahre), deren Wohnungen grössere Entfernungen von einer Basisstation hatten.

Exposition: Hochfrequenzbelastung in der Wohnung durch Mobilfunkbasisstationen auf dem Dach.

Methode: Die Blutentnahme fand für alle Teilnehmer zur gleichen Zeit statt. Ausgewertet wurde die Anzahl der Mikrokerne in den Blutzellen und ihr Anteil bezogen auf die Gesamtzahl der Zellen. Zusätzlich erfolgte eine Chromosomenanalyse, bei der 100 Chromosomen in Metaphase auf Schädigungen (Aberrationen) untersucht wurden. Die statistische Auswertung bestand aus Mann-Whitney-Rangsummen-Tests.

Resultat: Die Häufigkeit von Mikrokernen lag in der exponierten Gruppe im Durchschnitt bei 8.96 +/- 3.51 und in der Kontrollgruppe bei 6.97 +/- 1.52, der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=0.16$). Der Anteil der Chromosomen-Aberrationen betrug in der Expositionsgruppe 1.57 und in der Kontrollgruppe 0.71. Die Veränderungen variierten zwischen 0.36 +/- 0.31 in der exponierten Gruppe und 0.75 +/- 0.61 bei den Kontrollpersonen. Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p>0.07$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie keine signifikante Zunahme bezüglich der Häufigkeit

von Mikrokernen und Chromosomen-Veränderungen bei exponierten Personen beobachtet haben. Sie weisen darauf hin, dass einige Werte in der exponierten Gruppe höher waren als in der Kontrollgruppe. Deshalb empfehlen sie die Überprüfung in grösseren Studien.

Bemerkungen: Die Aussagekraft dieser Studie ist gering, weil nahezu keine Informationen über die tatsächliche Exposition der Personen in den beiden Gruppen vorlagen. Es ist bekannt, dass die Distanz von einer Mobilfunkbasisstation wegen der heterogenen Abstrahlungscharakteristik wenig über die Hochfrequenzbelastung in umliegenden Häusern aussagt. Gerade in Wohnungen direkt unterhalb einer Basisstation kann die Belastung sehr niedrig sein, dagegen in 50 bis 100 m Entfernung höher. Eine andere Schwäche der Studie ist, dass die Studienteilnehmer zwar nach Risikofaktoren wie Rauchen, Alkoholkonsum oder Vorerkrankungen gefragt wurden. In den Auswertungen wurden diese Einflüsse aber nicht berücksichtigt. Daher erlauben die Resultate keine Schlussfolgerungen bezüglich Hochfrequenzbelastung.

Finanzierung: Keine Angaben

Boscolo P, Di Gioacchino M, Di Giampaolo L, Antonucci A, Di Luzio S.
Combined effects of electromagnetic fields on immune and nervous responses.
Int J Immunopathol Pharmacol 2007; 20 (2 Suppl 2): 59-63

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Frequenz: statisch

Studientyp:

Mobilfunk allgemein
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Tiere

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Immunsystem
Zentralnervensystem

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Übersicht über die Ergebnisse eigener Studien zu Auswirkungen hoch- oder niederfrequenter Strahlung auf das Immunsystem oder den Hormonstoffwechsel.

Brand S, Heller P, Bircher AJ, Braun-Fahrlander C, Huss A, Niederer M, Schwarzenbach S, Waeber R, Wegmann L, Kuechenhoff J.

Patients with environment-related disorders: comprehensive results of interdisciplinary diagnostics.
Int J Hyg Environ Health 2009; 212 (2): 157-171

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom
Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Studientyp:

Mobilfunk allgemein
Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Carpenter DO, Sage C.

Setting prudent public health policy for electromagnetic field exposures.

Rev Environ Health 2008; 23 (2): 91-117

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Studientyp:

Mobilfunkbasisstationen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Land:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Übersichtsartikel zum Kenntnisstand. Die Autoren sehen in der Literatur Hinweise auf Gesundheitsschäden durch nichtionisierende Strahlung und empfehlen die vorbeugende Einführung von niedrigeren Grenzwerten.

Bemerkungen: Wie die Autoren selbst eingestehen, ist es vor allem für den Hochfrequenzbereich zur Zeit nicht möglich, "wissenschaftlich gesicherte" Grenzwerte anzugeben, unterhalb derer gesundheitliche Schäden der nichtionisierenden Strahlung ausgeschlossen sind.

Finanzierung: Keine Angaben

Desai NR, Kesari KK, Agarwal A.

Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system.

Reprod Biol Endocrinol 2009; 7: 114

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hallberg Ö.

Adverse health indicators correlating with sparsely populated areas in Sweden.

Eur J Cancer Prev 2007; 16 (1): 71-76

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Mehrere Gesundheitsindikatoren sind in weniger dicht besiedelten Gebieten Schwedens schlechter als in dichter besiedelten Regionen. Für diese Indikatoren besteht auch eine Korrelation mit der geschätzten durchschnittlichen Sendeleistung der Mobiltelefone in den Gebieten.

Bemerkungen: Es handelt sich um einen rein deskriptiven geographischen Vergleich, der keine Schlussfolgerungen über Zusammenhänge mit dem Mobilfunk zulässt, weil keine statistische Auswertung vorgenommen und keine anderen Einflussfaktoren berücksichtigt wurden.

Finanzierung: Hallberg Independent Research

Hallberg Ö, Johansson O.

Apparent decreases in Swedish public health indicators after 1997. Are they due to improved diagnostics or to environmental factors?.

Pathophysiology 2009; 16 (1): 43-46

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Schlafphasen und Schlafqualität

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Wirkungsdauer:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Entwicklung verschiedener Public Health-Indikatoren in Schweden seit 1997.

Kollektiv: Schwedische Gesamtbevölkerung.

Exposition: Im Jahr 1997 wurden in städtischen Regionen Basisstationen des GSM-Systems (1800 MHz) errichtet. Weitere Informationen zum Ausmass und der Verteilung der Mobilfunkexposition lagen nicht vor.

Methode: Beschreibung verschiedener Trends gemäss offizieller Gesundheitsstatistik, u.a. Lungenkrebs, Hirntumoren, Prostatakrebs, Melanom, Alzheimer-Demenz, Verkehrsunfälle und allgemeine Krankmeldungen

Resultat: Die steigenden Erkrankungen lassen sich nicht vollständig erklären. Es sollte untersucht werden, ob physikalische Auslöser dazu geführt haben.

Bemerkungen: Keine epidemiologische Studie. Schlussfolgerungen über Auswirkungen des Mobilfunks auf die Gesundheit lassen sich aus diesen rein beschreibenden Daten zur Gesundheitsstatistik nicht ableiten.

Finanzierung: Karolinska Institute, Help Foundation, Cancer and Allergy Foundation.

Hardell L, Carlberg M, Söderqvist F, Hardell K, Björnfoth H, van Bavel B, Lindström G.

Increased concentrations of certain persistent organic pollutants in subjects with self-reported electromagnetic hypersensitivity--a pilot study.

Electromagn Biol Med 2008; 27 (2): 197-203

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Pilotstudie zur Untersuchung der Konzentration von persistenten organischen Schadstoffen (POPs) im Blut von Personen mit und ohne Elektrohypersensibilität (EHS).

Kollektiv: 13 Frauen mit EHS (Altersmedian: 53 J.) und 21 Frauen ohne EHS (Altersmedian: 45 J.).

Resultat: Von 12 getesteten POP-Parametern zeigten sich 2 signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, auch unter Berücksichtigung des BMI. Bei Einbezug des Alters bestand kein signifikanter Unterschied mehr.

Bemerkungen: Wie die Autoren festhalten, handelt es sich um eine sehr kleine Pilotstudie, die sich am ehesten zur Entwicklung neuer Hypothesen eignet.

Havas M.

Electromagnetic hypersensitivity: biological effects of dirty electricity with emphasis on diabetes and multiple sclerosis.

Electromagn Biol Med 2006; 25 (4): 259-268

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Beschreibung von mehreren Kasuistiken, keine epidemiologische Studie.

Havas M.

Dirty electricity elevates blood sugar among electrically sensitive diabetics and may explain brittle diabetes.

Electromagn Biol Med 2008; 27 (2): 135-146

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Resultat: Beschreibung von 4 Einzelfällen, keine epidemiologische Studie.

Heynick LN, Merritt JH.

Radiofrequency fields and teratogenesis.

Bioelectromagnetics 2003; Suppl 6: S174-186

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Schwangere Frauen

Tiere

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Landgrebe M, Barta W, Rosengarth K, Frick U, Hauser S, Langguth B, Rutschmann R, Greenlee MW, Hajak G, Eichhammer P.

Neuronal correlates of symptom formation in functional somatic syndromes: a fMRI study.

Neuroimage 2008; 41 (4): 1336-1344

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Nowak D, Radon K.

[Electromagnetic pollution (electrosmog)--potential hazards of our electromagnetic future].

MMW Fortschr Med 2004; 146 (9): 38-40

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Land:

Schwangerschaft, Fertilität,
Europa

Zusammenfassung

Resultat: Sehr kurz gefasste, kursorische Übersicht über den Wissensstand zu gesundheitlichen Auswirkungen von EMF im Jahr 2004.

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild, K.

Methodological Aspects of Epidemiological Studies on the Use of Mobile Phones and their Association with Brain Tumors.

The Open Environmental Journal 2008; 2: 54-61

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Übersicht über die Methodik und die Ergebnisse der eigenen Studien und der Interphone-Studie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern (Stand: 2008).

Finanzierung: Cancer and Allergy Fund

Frei P, Mohler E, Bürgi A, Fröhlich J, Neubauer G, Braun-Fahrländer C, Rösli M.

Classification of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields (RF-EMF) for epidemiological research: Evaluation of different exposure assessment methods.

Environment International 2010; 36 (7): 714-720

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Schnurlostelefone	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Epidemiologische Studien Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Anhand von Daten der QUALIFEX-Studie wurde untersucht, wie stark die Messwerte von Personendosimetern zur Erfassung der individuellen Hochfrequenzexposition durch die eigene Mobiltelefonbenutzung beeinflusst werden (vgl.: Frei et al.: Temporal and spatial variability of personal exposure to radio frequency electromagnetic fields. Environmental Research 2009: 109 (6), 779-785.).

Kollektiv: An der QUALIFEX-Studie nahmen 166 Probanden über 18 Jahren aus Basel und Umgebung teil. Die Teilnehmer trugen zwischen April 2007 und Februar 2008 eine Woche lang ein Exposimeter bei sich und füllten ein Aktivitätstagebuch aus (92 Frauen und 74 Männer; Durchschnittsalter: 42.6 Jahre).

Exposition: Die individuelle Hochfrequenzexposition im Alltag wurde mit Exposimetern (EME Spy 120, Fa. SATIMO) gemessen. Das Gerät wurde in einem Rucksack getragen und bei längeren Aufenthalten in der Nähe der Person positioniert. Der Messbereich lag zwischen 0,05 und 5 V/m, erfasst wurden zwölf verschiedene Frequenzbänder: von Radiostationen (88 bis 108 MHz) bis W-LAN (2.4 bis 2.5 GHz). Das Messintervall betrug 90 Sekunden, daraus resultierte ein Median von 6472 Messwerten pro Person. Zusätzlich wurden bei 134 Probanden Punktmessungen in den Schlafzimmern der Teilnehmer durchgeführt: Eine 7-Punktmessung im Raum und eine 3-Punktmessung vor dem Schlafzimmerfenster (Messgerät: NARDA SRM-2000).

Methode: Aus den Messdaten ergab sich für jede Person ein arithmetischer Mittelwert bezogen auf die ganze Woche für jedes Frequenzband. Da ein beträchtlicher Anteil der Messungen unterhalb der Nachweisgrenze von 0.0067 W/m² (0.05 V/m) lag, wurden die Mittelwerte mit der Methode der "robust regression on order statistics (ROS)" berechnet (vgl. Rösli et al., Bioelectromagnetics 2008, 29 (6): 471-478). Um die Ganzkörperbelastung durch Umgebungsquellen zu erhalten, wurden eigene Telefonate mit Mobil- oder Schnurlostelefonen bei der

Berechnung der Durchschnittswerte nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurde ein räumliches Ausbreitungsmodell entwickelt, das auf einer Datenbank mit allen Sendeanlagen im Studiengebiet und einem dreidimensionalen Bebauungsmodell basierte (vgl. Bürgi et al. 2008). Das endgültige Modell zur Vorhersage der Hochfrequenzexposition basierte auf diesen Berechnungen und den Angaben der Teilnehmer in den Aktivitätstagebüchern. Für den Vergleich zwischen Modellierungsergebnissen und Messwerten wurden Rang-Korrelationskoeffizienten (Spearman) berechnet. Der Einfluss der Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen wurde in linearen Regressionsmodellen analysiert.

Resultat: Ohne Messwerte während der eigenen Anrufe mit Mobil- oder Schnurlostelefonen lag der Mittelwert der individuellen Hochfrequenzexposition bei 0.13 mW/m^2 . Zusammen mit den eigenen Anrufen ergab sich ein Durchschnitt von 0.15 mW/m^2 . Die beste Übereinstimmung mit den Mittelwerten (ohne eigene Telefonate) bestand für die Ergebnisse der Punktmessungen in den Wohnungen der Teilnehmer (Spearman-Koeffizient: 0.42, 95%-CI: 0.29-0.55) und für das Gesamtmodell (0.50, 95%-CI: 0.37-0.61). Die Entfernung von der nächsten Sendeanlage und die Selbsteinschätzung der Exposition korrelierten nur schwach mit der gemessenen Hochfrequenzbelastung.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Resultaten, dass eigene Telefonate bei der Bestimmung der individuellen Hochfrequenzexposition nicht ausgeschlossen werden müssen. Der Vergleich mit anderen Methoden ergab, dass Punktmessungen in der Wohnung oder umfassende Expositionsmodelle, am besten kombiniert mit Angaben in Aktivitätstagebüchern, ebenfalls geeignet sind, um die individuelle Belastung zu klassifizieren.

Bemerkungen: Ergebnisse der Validierungsstudie zum Prädiktionsmodell sind publiziert in: Frei et al., A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. Sci Total Environ 2009; 408 (1), 102-108. Ein Überblick über die QUALIFEX-Studie ist zu finden in: Mohler E. et al., Personal radio frequency electromagnetic field exposure in Basel and area (Switzerland): An overview of the QUALIFEX project [in German]. Umweltmed Forsch Prax 2009; 14 (6), 329-339.

Finanzierung: This study is funded by the Swiss National Science Foundation (Grant 405740-113595). It is part of the National Research Program 57 "Non-Ionising Radiation - Health and Environment". Martin Rösli is supported by the Swiss School of Public Health+ (SSPH+).

Röösli M, Frei P, Bolte J, Neubauer G, Cardis E, Feychting M, Gajsek P, Heinrich S, Joseph W, Mann S, Martens L, Mohler E, Parslow RC, Poulsen AH, Radon K, Schüz J, Thuroczy G, Viel JF, Vrijheid M. Conduct of a personal radiofrequency electromagnetic field measurement study: proposed study protocol. Environ Health (online publication) 2010; 9: 23

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Schnurlostelefone
Wireless LAN, Wi-Fi
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Definition grundlegender Kriterien zur Durchführung epidemiologischer Studien mit Messung der individuellen Hochfrequenzbelastung.

Kollektiv: Diverse Kollektive in verschiedenen europäischen Ländern, in denen bereits Messstudien durchgeführt wurden.

Exposition: Hochfrequenzexposition im Alltag, unter anderem von Mobiltelefonen, Mobilfunkbasisstationen, Rundfunksendern, Wireless Local Area Networks (W-LAN) und DECT-Schnurlostelefonen.

Methode: Zusammenstellung der verschiedenen Methoden in Studien zur Expositionsmessung.

Resultat: Unterschieden wird zwischen Studien, in denen die Expositionsverteilung innerhalb einer Bevölkerung untersucht wird, und Studien zur Charakterisierung der typischen Exposition von Personen, wenn sie sich in einer bestimmten Umgebung aufhalten (z.B. im Zug oder im Freien in städtischen Regionen). Die jeweilige Zielsetzung bestimmt das Studiendesign und die Wahl der Messmethoden. Dazu gehören die Auswahl der Teilnehmer und des geeigneten Messgeräts, der Einsatz von Aktivitätstagebüchern, die Messdauer und die Datenanalyse.

Schlussfolgerung: Aufgrund der bisher in internationalen Studien gesammelten Erfahrungen werden Empfehlungen für zukünftige Studien gegeben. Die Anwendung allgemein gültiger Kriterien führt auch zu einer besseren Vergleichbarkeit der Messwerte in verschiedenen Regionen oder Ländern.

Finanzierung: No specific funding was obtained for development of this paper. We obtained travel reimbursements from COST Action BM0704 for meetings in Davos (17 June 2009) and Dublin (26 August 2009). MR is supported by the Swiss School of Public Health (SSPH+). JB is supported by the Netherlands Organisation for Health Research and Development (ZonMw). PF and EM are supported by the Swiss National Science Foundation (Grant 405740-113595). WJ is a Post-Doctoral Fellow of the FWO-V (Research Foundation - Flanders).

Bornkessel C, Blettner M, Breckenkamp J, Berg-Beckhoff G.
Quality control for exposure assessment in epidemiological studies.
Radiat Prot Dosimetry 2010; 140 (3): 287-293

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobilfunkbasisstationen	Nicht bestimmt	Europa
Schnurlostelefone		
<u>Studientyp:</u>		
Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Qualitätskontrolle zum Einsatz von Personendosimetern in epidemiologischen Studien.

Kollektiv: Kollektiv der Querschnittsstudie "QUEBEB" zur Untersuchung von unspezifischen Beschwerden bei Anwohnern von Mobilfunkbasisstationen in Deutschland.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobilfunk, Radio- und Fernsehsender, TETRA, DECT-Schnurlostelefone und drahtloses Internet (WLAN).

Methode: Verschiedene Tests zur Reproduzierbarkeit der Messergebnisse von Personendosimetern (EME Spy 120, Fa. Antenessa).

Resultat: Die Methode der Qualitätskontrolle wird von den Autoren als zuverlässig und effektiv beurteilt.

Schlussfolgerung: Während der Feldphase von epidemiologischen Studien werden kontinuierliche Qualitätskontrollen in Bezug auf die Personendosimeter empfohlen.

Finanzierung: German Federal Office for Radiation Protection (BfS) and the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) within the German Mobile Telecommunication Research Programme.

Breckenkamp J, Neitzke HP, Bornkessel C, Berg-Beckhoff G.

Applicability of an exposure model for the determination of emissions from mobile phone base stations.

Radiat Prot Dosimetry 2008; 131 (4): 474-481

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	Studiendesign, Statistik
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich zwischen einem Simulationsmodell und Messwerten zur Abschätzung der Hochfrequenzexposition in der Bevölkerung.

Kollektiv: 1322 Haushalte, die an einer Querschnittsstudie in Deutschland in den Jahren 2004 und 2005 ("QUEBEB") beteiligt und maximal 500 m von einer Mobilfunkbasisstation entfernt waren.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen.

Methode: Die modellierten Expositionswerte wurden mit Dosimetermessungen (EME Spy, Fa. Antenessa) verglichen.

Resultat: In 61% der Haushalte lag die Hochfrequenzexposition unter 0.05 V/m, und damit unterhalb der Nachweisgrenze des Dosimeters. In diesen Fällen wurde für die Vergleiche eine Exposition von 0.05 V/m angenommen. In den übrigen Haushalten wurden Belastungen zwischen 0.05 und 1.1 V/m gemessen. Die Durchschnittswerte der Berechnungen und Messungen stimmten gut überein (0.07 bis 0.1 V/m). Bezogen auf die individuelle Exposition bestand aber nur eine schwache Übereinstimmung zwischen Modellierung und Messwerten. Die Kappa-Korrelationskoeffizienten lagen zwischen -0.03 und 0.28, die Sensitivität zwischen 7.1 and 34.6.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass das Expositionsmodell nur beim Vorliegen von sehr präzisen Daten eine zuverlässige Abschätzung und Kategorisierung der Exposition erlaubt. Ansonsten ist die Verwendung von Dosimetern vorzuziehen.

Finanzierung: German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety within the German Mobile Telecommunication Research Programme.

Cardis E, Deltour I, Mann S, Moissonnier M, Taki M, Varsier N, Wake K, Wiart J.
Distribution of RF energy emitted by mobile phones in anatomical structures of the brain.
Phys Med Biol 2008; 53 (11): 2771-2783

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Land:</u> Europa Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Exposition, Methodik	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der räumlichen Verteilung der im Gehirn absorbierten Strahlung bei Mobiltelefonexposition.

Kollektiv: Aus Frankreich und Japan lagen Messungen am Phantom von 129 verschiedenen Telefonmodellen vor.

Exposition: Mobiltelefonexposition in den Frequenzbereichen von 800 bis 900 MHz, 1500 MHz oder 1800 MHz.

Methode: Berechnet wurde die durchschnittliche spezifische Absorptionsrate (SAR) pro Kubikzentimeter, die relative SAR im Vergleich zur am stärksten exponierten Stelle und der Anteil der absorbierten Energie an der Gesamtmenge.

Resultat: Mit 50 bis 60% wurde der grösste Teil der SAR im ipsilateralen Temporallappen des Gehirns absorbiert. Die relative SAR lag in dieser Region im Durchschnitt bei 6 bis 15%, gefolgt vom Kleinhirn mit 2 bis 10%. Die Verteilung war für verschiedene Telefonmodelle ähnlich.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass bei der Beurteilung epidemiologischer Studien zum Hirntumorrisiko von Mobiltelefonbenutzern die Lokalisation des Tumors und die Verteilung der SAR im Gehirn berücksichtigt werden muss.

Finanzierung: This INTERPHONE study was conducted with funding from the European Fifth Framework Program, 'Quality of Life and Management of Living Resources' (contract QLK4-CT-1999901563) and the International Union against Cancer (UICC). The UICC received funds for this purpose from the Mobile

Manufacturers' Forum and GSM Association. Provision of funds to the INTERPHONE study investigators via the UICC was governed by agreements that guaranteed INTERPHONE's complete scientific independence. The terms of these agreements are publicly available at <http://www.iarc.fr/en/research-groups/RAD/RCAd.html>. Specific additional funding for the RF exposure gradient and the analyses presented here were provided by the German Bundesamt fuer Strahlenschutz, the French Fondation Sante et Radiofrequences and the Committee to Promote Research on the Possible Biological Effect of Electromagnetic Fields, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan.

Christ A, Samaras T, Neufeld E, Klingenbock A, Kuster N.
SAR distribution in human beings when using body-worn RF transmitters.
Radiat Prot Dosimetry 2007; 124 (1): 6-14

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Studientyp:

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Exposition durch Hochfrequenzgeräte zur drahtlosen Kommunikation, die am Körper getragen werden.

Exposition: Sendegeräte im Frequenzbereich von 30 MHz bis 5800 MHz. Berücksichtigt wurden Nah- und Fernfeldeffekte.

Methode: Simulation der SAR-Verteilung im Körper anhand von anatomischen Computermodellen.

Resultat: Bei mehrlagigem Körpergewebe kann es durch Kupplung der elektromagnetischen Felder zu einer Verstärkung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) kommen. Das sollte bei der Compliance-Testung von Geräten durch entsprechende Multiplikationsfaktoren berücksichtigt werden. Für die Exposition durch Mobiltelefone am Kopf sind keine Korrekturfaktoren notwendig.

Finanzierung: This work was supported by the Bundesamt für Strahlenschutz, Germany, by the Swiss Commission for Technology and Innovation, by the Mobile Manufacturers Forum, Belgium, and by Schmid & Partner Engineering AG, Switzerland.

The Committee on Man and Radiation (COMAR).

COMAR technical information statement: expert reviews on potential health effects of radiofrequency electromagnetic fields and comments on the bioinitiative report.

Health Phys 2009; 97 (4): 348-356

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Tumoren: Hirntumoren

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über Expertenberichte zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Gesundheit und Kommentare zum "BioInitiative Report" (vgl. Hardell L.; Sage C.: Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. Biomed Pharmacother 2008; 62 (2), 104-109).

Kollektiv: Diverse Kollektive.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobiltelefone, Basisstationen, Rundfunksender, WiFi-Systeme und andere Geräte.

Methode: Übersichtsartikel des "Committee on Man and Radiation (COMAR)", das zum amerikanischen "Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)" gehört.

Resultat: Das Komitee sieht in der wissenschaftlichen Evidenz keine Unterstützung für die Grenzwerte, die im Bericht der "BioInitiative" vorgeschlagen werden.

Cooper TG, Allen SG, Blackwell RP, Litchfield I, Mann SM, Pope JM, van Tongeren MJ.
Assessment of occupational exposure to radiofrequency fields and radiation.
Radiat Prot Dosimetry 2004; 111 (2): 191-203

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Beruflich Exponierte Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Einsatzes von Personendosimetern zur Erfassung der Hochfrequenzexposition am Arbeitsplatz in epidemiologischen Studien.

Methode: Verwendet wurden Datensammler und Personendosimeter, die von Arbeitern mit Hochfrequenzexposition an typischen Arbeitstagen getragen wurden.

Resultat: Es bestanden beachtliche Unterschiede zwischen den Arbeitsplätzen.

Schlussfolgerung: Die Messwerte der elektrischen und der magnetischen Feldstärke stimmten im Allgemeinen gut überein. In epidemiologischen Studien genügt daher einer der beiden Parameter. Die Durchschnittswerte wie arithmetischer und geometrischer Mittelwert und "Root mean square" waren ausreichend korreliert.

Finanzierung: The feasibility study was sponsored by BT, Cable & Wireless plc, Crown Castle International, the Ministry of Defence, National Air Traffic Services Ltd, NTL, Orange, T-Mobile, Vodafone and VT Merlin Communications Ltd.

Danker-Hopfe H, Dorn H, Bornkessel C, Sauter C.

Do mobile phone base stations affect sleep of residents? Results from an experimental double-blind sham-controlled field study.

Am J Hum Biol 2010; 22 (5): 613-618

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Feldinterventionsstudie zur Untersuchung der subjektiven Schlafqualität mit und ohne Exposition gegenüber einer Mobilfunkbasisstation.

Kollektiv: 397 Personen, die in Deutschland in 10 Dörfern ohne Mobilfunkabdeckung und mit schwacher Exposition durch andere Hochfrequenzsender (TV/Radio) wohnten. Alter: 18 bis 81 Jahre, Durchschnitt 45 Jahre, 50.9% Frauen. Vor der Durchführung der Studie hatte in den Orten keine öffentliche Diskussion über EMF stattgefunden. Alle Einwohner über 18 Jahre wurden zur Teilnahme an der Studie eingeladen.

Exposition: Mobilfunkbasisstation mit zwei Sende-/Empfangsanlagen, die Signale vom Typ GSM 900 und GSM 1800 generierten. Die Basisstation wurde so aufgestellt, dass möglichst viele Teilnehmer in einem Umkreis von 500 Metern wohnten. Es wurde ein Testmodus verwendet, damit die Signale nicht von Mobiltelefonen angezeigt wurden. Pro Sektor wurden 4 Sendekanäle mit maximaler Übertragungsstärke in allen acht Zeitschlitzten aktiviert. Um die Amplitudenmodulation zu verstärken, wurden auf sechs Zeitschlitzten zusätzliche Signale gesendet. Vor Beginn der Studie wurde die Hochfrequenzbelastung in den Schlafzimmern der Teilnehmer gemessen.

Methode: Im Zeitraum von 2 Wochen wurden die Teilnehmer jeweils 5 Nächte exponiert und 5 Nächte scheinxponiert. Der Wechsel zwischen Exposition und Scheinxexposition erfolgte pro Nacht, in randomisierter Reihenfolge und unter Doppelblindbedingungen. Untersucht wurde die objektive und subjektive Qualität des Schlafes in der eigenen Umgebung. Während jeweils 6 Nächten wurden polysomnographische Aufzeichnungen der Hirnströme und Schlafphasen durchgeführt, ausserdem beantworteten die Teilnehmer am Anfang der Studie mehrere Fragebögen zu ihren Schlafverhalten. Zusätzlich führten sie jeden Morgen und jeden Abend Protokoll über die Aktivitäten während des Tages und ihre Schlafqualität. Als primäre Zielgrösse sowohl für die objektive, als auch für die subjektive Schlafqualität diente der Schlafeffizienz-Index ($SEI = \text{Gesamtschlafzeit} / \text{Zeit im Bett} \times 100$).

100). Ausgewertet wurden die Medianwerte aller Variablen mittels t-Tests oder Wilcoxon-Vorzeichenrangtests für gepaarte Daten. Die Schlafqualität in den Nächten mit Scheinexposition wurde mit einem linearen Modell unter Berücksichtigung zusätzlicher Einflussfaktoren analysiert.

Resultat: Die Teilnahmerate lag insgesamt bei 16.9%. Mit 45 +/- 14.2 Jahren war das Durchschnittsalter ähnlich wie in der Gesamtheit der erwachsenen Einwohner in den untersuchten Ortschaften. Auch die Ausgangswerte bezüglich Schlafqualität, Tagesschläfrigkeit, Depression und Ängstlichkeit waren mit Befragungen an repräsentativen Bevölkerungsstichproben vergleichbar. Sorgen wegen gesundheitlicher Auswirkungen der Mobilfunkexposition machten sich 32% der Teilnehmer, in früheren Umfragen waren es 27 bis 31%. Die Auswertung der objektiven Schlafqualität basierte auf Daten von 335 Personen, die subjektive Schlafqualität auf 363 Personen. Der Schlafeffizienz-Index unterschied sich weder in der objektiven, noch in der subjektiven Erfassung statistisch signifikant zwischen den beiden Expositionsarten ($p=0.4$ bzw. 0.8). Auch bei getrennter Auswertung der Personen mit und ohne Besorgnis wegen EMF bestanden keine expositionsabhängigen Unterschiede. Das selbe galt für weitere 7 objektiv oder subjektiv erfasste Schlafparameter, unter anderem die Einschlafzeit und Dauer der Wachphasen in der Nacht. Personen, die wegen EMF allgemein besorgt waren, hatten subjektiv keine schlechtere Schlafqualität als Personen ohne Besorgnis, aber der gemessene Anteil der Wachphasen war höher ($p=0.033$). Wenn die Besorgnis speziell auf Mobilfunkbasisstationen fokussiert war, waren sowohl die Schlafeffizienz als auch mehrere andere subjektive und objektive Schlafparameter unabhängig von der Expositionsart schlechter als bei Nichtbesorgten.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Feldinterventionsstudie keine Auswirkungen der Hochfrequenzexposition durch eine Mobilfunkbasisstation auf die subjektive oder objektive Schlafqualität beobachtet wurden. Die Ergebnisse sprechen für einen "Nozebo-Effekt" bei Personen, die negative Auswirkungen der Exposition auf den Schlaf befürchten. Die Autoren weisen darauf hin, dass langfristige Expositionen mit dieser Studie nicht beurteilt werden können und empfehlen präventive Massnahmen zur Vermeidung chronischer Schlafstörungen durch mobilfunkbezogene Befürchtungen.

Bemerkungen: In dieser Studie wurden einige methodische Anforderungen erfüllt. Die Vergleichbarkeit der Teilnehmer mit der Gesamtbevölkerung wurde überprüft, und es wurde darauf geachtet, dass in den Studienregionen keine öffentlichen Diskussionen um Mobilfunkbasisstationen vorausgegangen waren. Die Altersverteilung weicht allerdings etwas von derjenigen in der Gesamtbevölkerung ab (grösserer Anteil an Personen zwischen 30 und 59 Jahren in der Stichprobe). Bei einer niedrigen Teilnahmerate von 16.9% sind Verzerrungen durch Selektionsbias nicht auszuschliessen. Nicht erwähnt werden die Ergebnisse der Expositionsmessungen. Insgesamt stimmen die Resultate mit den meisten experimentellen Studien zur Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf den Schlaf überein.

Finanzierung: Federal Office for Radiation Protection (BfS), German Mobile Telecommunication Research Programme (DMF).

Foster KR.

Radiofrequency exposure from wireless LANs utilizing Wi-Fi technology.

Health Phys 2007; 92 (3): 280-289

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hochfrequenzexposition durch drahtlose Internetnetzwerke mit WiFi-Technologie.

Kollektiv: Allgemeinbevölkerung, kein spezielles Kollektiv.

Exposition: Frequenzbereich: 75 MHz bis 3 GHz.

Methode: An 55 Orten in 4 Ländern wurden 356 Innenraum-Messungen durchgeführt, möglichst nahe bei "Wireless Access Points". Zusätzliche Messungen erfolgten in ca. 1 m Entfernung eines Laptops während des Datentransfers.

Resultat: Die WiFi-Signale lagen generell weit unter den internationalen Grenzwerten der ICNIRP.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Messkampagne, sondern um punktuelle Messungen an zufällig ausgewählten Orten.

Finanzierung: Supported by the Wi-Fi Alliance

Joseph W, Frei P, Rösli M, Thuroczy G, Gajsek P, Trcek T, Bolte J, Vermeeren G, Mohler E, Juhasz P, Finta V, Martens L.

Comparison of personal radio frequency electromagnetic field exposure in different urban areas across Europe. Environ Res 2010; 110 (7): 658-663

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der individuellen Hochfrequenzexposition, die in Studien aus fünf europäischen Ländern bei Personen in städtischen Regionen mit Personenexposimetern gemessen wurden.

Kollektiv: Die Messdaten stammten von Studien aus Belgien (Joseph et al., 2008), der Schweiz (Frei et al., Env Res 2009), Slowenien (Trcek 2007, Valic et al. 2009), Ungarn (Thuroczy 2008) und Holland (Bolte et al. 2008).

Exposition: In allen Ländern waren Messgeräte vom Typ EME Spy (Fa. SATIMO) verwendet worden. Der Messbereich lag zwischen 0,05 und 5 V/m (0.0067 bis 66.3 mW/m²). Erfasst wurden zwölf Frequenzbänder: Radio- und TV-Signale, Mobilfunk, DECT und Tetrapol sowie W-LAN.

Methode: Verglichen wurden fünf Mikroumgebungen in den städtischen Regionen: im Freien, Büro, Zug, Auto/Bus und Wohnraum. Die Daten der Originalstudien wurden gepoolt und mittels "robust regression on order statistics" (ROS-Methode) ausgewertet, weil ein grosser Teil der Messungen unterhalb der Nachweisgrenze des Geräts lag. Die Gesamtexposition wurde durch Aufsummieren der durchschnittlichen Flussdichten aller Frequenzbänder berechnet.

Resultat: Die durchschnittliche Gesamtexposition variierte zwischen 0.085 mW/m² (0.179 V/m) in Wohnräumen in Ungarn und 2.185 mW/m² (0.908 V/m) in Büroräumen in Holland. Alle Mittelwerte lagen deutlich unter den ICNIRP-Grenzwerten und unterhalb der zusätzlichen Grenzwerte, die in einigen Ländern gelten (Belgien, Schweiz und Slowenien). Ausser in Holland, wo die Belastung in Büroräumen am höchsten war, ergab sich für alle Länder das gleiche Muster: Die höchste Exposition bestand in Transportmitteln (Zug, Auto/Bus), gefolgt von Expositionen im Freien, danach von Büro- und an letzter Stelle von Wohnräumen. Die wichtigste Expositionsquelle ist in den meisten Mikroumgebungen der Mobilfunk, hauptsächlich verursacht durch

Mobiltelefone (uplink), im Freien auch durch Basisstationen (downlink).

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass es sich um den ersten Vergleich von individuell gemessenen Hochfrequenzexposition in verschiedenen europäischen Ländern handelt. Zusammenfassend halten sie fest, dass die Belastung in allen fünf Ländern in der gleichen Grössenordnung lag und durch Mobilfunk dominiert wurde. Am niedrigsten waren die Messwerte in Wohnräumen. Den grössten Beitrag zur Gesamtbelastung lieferten Mobiltelefone, insbesondere beim Gebrauch während der Fahrt in Transportmitteln.

Finanzierung: W. Joseph: FWO-V (Research Foundation, Flanders). Swiss study: Swiss National Science Foundation. Hungarian study: Ministry of Health. Dutch study: Netherlands Organization for Health Research and Development.

Joseph W, Verloock L, Goeminne F, Vermeeren G, Martens L.

Assessment of general public exposure to LTE and RF sources present in an urban environment.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (7): 576-579

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hochfrequenzexposition durch die 4. Generation der Mobilfunktechnik, die "long term evolution" (LTE) genannt wird.

Kollektiv: Der erste öffentlich zugängliche LTE-Dienst existiert seit Dezember 2009 in Stockholm.

Exposition: Zwei LTE-Kanäle: a) 2660 MHz, Bandweite von 10 MHz, b) 2630 MHz, Bandweite von 20 MHz.

Methode: Gemessen wurden Hochfrequenzfelder zwischen 80 MHz und 6 GHz an zufällig ausgewählten Orten im ganzen Stadtgebiet von Stockholm, davon 27 Aussen- und 3 Innenraum-Lokalisationen. Neben LTE wurden auch GSM900, GSM1800, DECT, Wi-Fi, WiMAX, Radio- und Rundfunkfrequenzen und TETRA-Signale erfasst.

Resultat: Über alle Frequenzbereiche gemeinsam ergab sich eine durchschnittliche Hochfrequenzexposition von 1.11 V/m. Die maximale Gesamtexposition lag bei 2.6 V/m, der ICNIRP-Grenzwert ist 17 mal höher. Der höchste Mittelwert stammte vom GSM-900-Signal und betrug 0.7 V/m, für LTE lag er bei 0.2 V/m. Die Hauptquellen der Exposition waren GSM- und UMTS-Mobilfunkbasisstationen, in manchen Regionen dominierten Rundfunksignale. Der mittlere Beitrag der LTE-Signale war 4.1%, maximal bei 23.3%.

Schlussfolgerung: Insgesamt dominieren in Stockholm die GSM- und UMTS-Signale. LTE ist überall vorhanden, der Beitrag zur Gesamtbelastung beträgt im Durchschnitt ungefähr 4%.

Bemerkungen: Es wird nicht angegeben, in welchem Zeitraum die Messungen stattfanden.

Finanzierung: GSMA and WiMAX forum

Joseph W, Verloock L, Tanghe E, Martens L.

In-situ measurement procedures for temporal RF electromagnetic field exposure of the general public.

Health Phys 2009; 96 (5): 529-542

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hochfrequenzexposition in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen über den Zeitraum von einer Woche.

Kollektiv: Fünf verschiedene Umgebungen: Wohnregion, Bürogegend, städtisch, ländlich und industriell.

Exposition: Expositionsquellen im Frequenzbereich von 80 MHz bis 2500 MHz.

Methode: Die Messungen fanden in Brüssel statt und deckten die Jahreszeiten Herbst, Winter und Frühling ab.

Resultat: Insgesamt wurden ca. 352'800 Messwerte erhoben. Es werden verschiedene Messmethoden und Expositionsparameter verglichen. Die Maximalwerte lagen für GSM bei 1.43 V/m und für FM-Radiosignale bei 1.61 V/m. Es werden Faktoren präsentiert, die es ermöglichen, von Kurzzeitmessungen auf langfristige Expositionen schliessen und von Medianen auf Höchstwerte.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen die Verwendung der Faktoren für das Monitoring der Hochfrequenzexposition anhand von Kurzzeitmessungen und für epidemiologische Studien.

Finanzierung: This research is supported by the Brussels Institute for Management of the Environment (IBGE-BIM)

Joseph W, Vermeeren G, Verloock L, Heredia MM, Martens L.

Characterization of personal RF electromagnetic field exposure and actual absorption for the general public.

Health Phys 2008; 95 (3): 317-330

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der Hochfrequenzexposition in verschiedenen Umgebungen.

Kollektiv: Die Messungen fanden in Gent und Brüssel statt.

Exposition: 12 Hochfrequenzquellen im Frequenzbereich von 80 bis 2500 MHz.

Methode: Messungen mit Personendosimetern (DSP 120 EME Spy, Fa. Antennessa) für 28 realistische Szenarien. Anhand der elektrischen Feldstärke wurde mithilfe eines Körpermodells auch die spezifische Absorptionsrate (SAR) berechnet.

Resultat: Die Inneraumexposition in Büroräumen kann höher sein als die Aussenraumbelastung. Im WiFi-Frequenzbereich lag die 95. Perzentile der Messwerte zwischen 0.36 und 0.58 V/m, für die DECT-Frequenzen bei 0.33 V/m. Die höchsten Belastungen wurden in den Szenarien in Zügen oder Bussen gemessen (GSM- und DCS-Uplink). Die SAR-Werte, die für ein 95. Perzentil von 0.26 V/m berechnet wurden, lagen maximal bei 5.01 μ W/kg, der Basisgrenzwert für die Ganzkörper-SAR liegt bei 0.08 V/m.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren festhalten, ermöglicht die präsentierte Methode die Berechnung von SAR-Werten aufgrund der Exposimetermessungen in Bevölkerungsstudien.

Finanzierung: Keine Angaben

Joseph W, Vermeeren G, Verloock L, Martens L.

Estimation of whole-body SAR from electromagnetic fields using personal exposure meters.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (4): 286-295

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Berechnung der Ganzkörper-SAR anhand von Messwerten mit Personendosimetern.

Kollektiv: Die Messwerte stammten von einer Messkampagne in Belgien, deren Resultate in Joseph et al.: Characterization of personal RF electromagnetic field exposure and actual absorption for the general public. Health Phys 2008; 95 (3), 317-330, publiziert sind.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen und Fernsehsender. Insgesamt wurden 9 Strahlungsquellen berücksichtigt: GSM 900, GSM 1800, UMTS, DECT, FM, DAB, TETRA, TV, WiFi.

Methode: Die Ganzkörper-SAR wurde ausgehend von den Werten der Messkampagne an verschiedenen Phantommodellen und für Signale mit unterschiedlichen Frequenzen ermittelt. Die Messung der elektrischen Feldstärke erfolgte mit dem Personendosimeter EME SPY (Fa. Satimo). Es wurden 15 Szenarien evaluiert.

Resultat: Die höchsten SAR-Werte ergaben sich für GSM 900 (Downlink) bezogen auf das Phantommodell eines einjährigen Kindes, gefolgt von älteren Kindern, dann erwachsenen Frauen und Männern. Die 99-Prozent-Perzentilen der Ganzkörper-SAR variierten je nach Phantommodell zwischen 8.9 und 17.9 $\mu\text{W/kg}$. Der Grenzwert für die Allgemeinbevölkerung beträgt 0.08 W/kg.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die Ergebnisse es ermöglichen, in epidemiologischen und dosimetrischen Studien die gemessenen Feldstärken mit realistischen Werten für die Ganzkörper-SAR zu kombinieren. Dadurch lassen sie sich besser mit den Basisgrenzwerten vergleichen.

Finanzierung: FWO-V (Research Foundation Flanders)

Kelsh MA, Shum M, Sheppard AR, McNeely M, Kuster N, Lau E, Weidling R, Fordyce T, Kuhn S, Sulser C.
Measured radiofrequency exposure during various mobile-phone use scenarios.
J Expo Sci Environ Epidemiol 2010; 21 (4): 343-354

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	Studiendesign, Statistik
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobiltelefone	Nicht bestimmt	Europa
		Nichteuropäische
		Länder
<u>Studientyp:</u>		
Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Sendeleistung von Mobiltelefonen unter verschiedenen Szenarien und Identifizierung von Faktoren, die die Hochfrequenzexposition beeinflussen.

Kollektiv: Expositionsmessung an Kopfmodellen, kein Studienkollektiv erforderlich. Die Messungen erfolgten auf verschiedenen Strassen in Kalifornien (San Francisco Bay).

Exposition: Acht verschiedene Mobiltelefontypen mit GSM, CDMA, TDMA oder analoger Technik.
Frequenzbänder: 800 oder 1900 MHz.

Methode: Mit Hilfe von Mobiltelefonen mit modifizierter Software wurde die Hochfrequenzexposition an Modellköpfen während der Fahrt in einem Transportwagen gemessen. Es wurden Daten von verschiedenen Strecken (urban, vorstädtisch und ländlich) gesammelt. Die Mittelwerte der Leistungsspitzen und die Gesamtdurchschnittswerte wurden in Varianzanalysen ausgewertet.

Resultat: Die höchsten Mittelwerte ergaben sich für analoge Mobiltelefone, die niedrigsten für CDMA-Geräte. Die mittlere Sendeleistung für Analogtelefone lag bei 22.14 dBm, für TDMA-Telefone bei 18.2 dBm, für GSM-Telefone bei 14.1 dBm und für CDMA bei -0.38 dBm. Der Gerätetyp war für die Exposition wichtiger als die jeweilige Umgebung, aber beide Faktoren waren statistisch signifikant. Die höchsten Belastungen wurden in ländlichen Regionen gemessen, die niedrigsten in dicht besiedelten Stadtgebieten. Es bestand eine gute Korrelation zwischen der Sendeleistungskontrolle in den Mobiltelefonen und den am Phantom gemessenen Werten.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass analoge Mobiltelefone und TDMA-Geräte in den USA

inzwischen kaum mehr in Gebrauch sind.

Finanzierung: This research was conducted through a collaborative research agreement (CRADA) between FDA and CTIA, a non-profit organization of the wireless communications industry. Technical oversight was provided solely by the FDA staff and an independent Scientific Advisory Panel. CTIA funded the work but was not involved in study methodology, data acquisition, analysis, interpretation, or manuscript preparation. Several authors have provided research and consulting services for mobile phone manufacturers, service providers, and governmental bodies on unrelated projects.

Kim BC, Park SO.

Evaluation of RF electromagnetic field exposure levels from cellular base stations in Korea.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (6): 495-498

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Erfassung der Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen an Orten, an denen sich Menschen über längere Zeiträume aufhalten.

Kollektiv: Allgemeinbevölkerung in Südkorea.

Exposition: Basisstationen der Mobilfunksysteme CDMA 800 und CDMA 1800.

Methode: Messungen an 50 ausgewählten Basisstationen, zu denen es bereits öffentliche Diskussionen gegeben hatte. Auf Schularealen befanden sich 27 Basisstationen, 11 in Apartmentkomplexen, 5 in Einkaufszonen, 4 in Kliniken und 3 in Wohnregionen. Berechnet wurde das Verhältnis der gemessenen elektrischen Feldstärke im Quadrat zum entsprechenden, frequenzabhängigen ICNIRP-Grenzwert.

Resultat: An allen Messorten lagen die Mediane der räumlichen Durchschnittswerte unter 0.01% der ICNIRP-Grenzwerte (Verhältnis: 0.0001). Insgesamt ergab sich ein Verhältnis von 0.039% über alle Orte hinweg. Der höchste Einzelwert wurde auf einem Schulareal gemessen: Verhältnis 0.0015, entsprechend einer elektrischen Feldstärke von 1.5 V/m (berechnet mit der Quadratwurzelmethode).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass alle Messwerte weit unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte lagen.

Finanzierung: Korea Communications Commission

Kühn S, Cabot E, Christ A, Capstick M, Kuster N.

Assessment of the radio-frequency electromagnetic fields induced in the human body from mobile phones used with hands-free kits.

Phys Med Biol 2009; 54 (18): 5493-5508

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Hochfrequenzexposition des Kopfes durch Benutzung von Mobiltelefonen mit schnurgebunden oder drahtlosen Headsets.

Methode: SAR-Messungen an Phantomen und computerbasierte Expositionsmodelle.

Resultat: Im Allgemeinen führen schnurgebundene Headsets zu einer beachtlichen Senkung der Mobiltelefonexposition am Kopf. Nur bei Annahme der ungünstigsten Bedingungen (Sendeleistungskontrolle, Kupplung, externe Abschwächung etc.) kann ein lokal begrenzter Anstieg im Kopfinneren im Bereich des Ohres entstehen. Drahtlose Headsets verursachen eine geringe, aber konstante Exposition.

Finanzierung: German Federal Office for Radiation Protection (BfS).

Morrissey JJ.

Radio frequency exposure in mobile phone users: implications for exposure assessment in epidemiological studies.

Radiat Prot Dosimetry 2007; 123 (4): 490-497

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation der Variabilität der Hochfrequenzexposition durch Benutzung von Mobiltelefonen.

Kollektiv: Angestellte der Firma Motorola in Florida.

Exposition: Mobiltelefone der Systeme GSM 900 MHz und GSM 1800 MHz.

Methode: Die Probanden erhielten Mobiltelefone mit modifizierter Software zur Aufzeichnung ihrer Telefonate für die Dauer zwei Wochen. Zusätzlich füllten sie Fragebögen aus.

Resultat: Wegen der automatischen Anpassung der Sendeleistung variiert die Mobiltelefonexposition während eines Anrufs, zwischen verschiedenen Telefonaten und zwischen verschiedenen Personen (intra- und interindividuell).

Schlussfolgerung: Die Variabilität der Exposition und die dadurch möglicherweise vorliegende Fehlklassifizierung sollte bei der Interpretation epidemiologischer Resultate beachtet werden.

Bemerkungen: Die Darstellung der Studie ist unvollständig, Angaben zur Anzahl der Teilnehmer fehlen.

Finanzierung: keine Angaben. Adresse des Autors: Motorola Florida Corporate Research Laboratory.

Neitzke HP, Osterhoff J, Peklo K, Voigt H.

Determination of exposure due to mobile phone base stations in an epidemiological study.

Radiat Prot Dosimetry 2007; 124 (1): 35-39

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell	Messungen, Dosimetrie,
	Erwachsene (alle)	Grenzwerte
<u>Exposition:</u>	Kinder und Jugendliche	Studiendesign, Statistik
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Fernseh- und Radiosender		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Mobilfunkbasisstationen	Nicht bestimmt	Europa
Schnurlostelefone		
<u>Studientyp:</u>		
Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Messkampagne zur Erfassung der Hochfrequenzexposition.

Kollektiv: Allgemeinbevölkerung in Deutschland, allerdings keine repräsentative Stichprobe.

Exposition: GSM 900, GSM 1800, UMTS, Rundfunksender, DECT-Schnurlostelefone.

Methode: Gemessen wurde in mehr als 1100 Räumen, an 120 Stellen im Freien (Garten, Hof, Balkon) und systematisch in der Nähe von 60 Mobilfunkbasisstationen.

Resultat: In über 60% der Räume lag die Summe der Basisstationsemissionen unter $10 \mu\text{W}/\text{m}^2$, in ungefähr 9% über $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$. In den meisten Fällen dominierten die Basisstationen. Zusätzlich wurde ein Prädiktionsmodell getestet und mit den Messwerten validiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass es keinen einfachen Indikator für die Exposition durch Basisstationen gibt. Durch die Fehlklassifikation kann es auch in grossen Bevölkerungsstudien zur Unterschätzung von Risiken kommen. Modelle können zur Identifizierung stark belasteter Personen herangezogen werden.

Finanzierung: German Federal Ministry for the Environment within the German Mobile Phone Research Programme.

Schmiedel S, Brüggemeyer H, Philipp J, Wendler J, Merzenich H, Schüz J.

An evaluation of exposure metrics in an epidemiologic study on radio and television broadcast transmitters and the risk of childhood leukemia.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (2): 81-91

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Validierung der Expositionsmasse in einer Fall-Kontrollstudie zum Leukämierisiko bei Kindern in der Umgebung von Radio- und Fernsehsendern in Süddeutschland. Berechnung der Fehlklassifizierung und der Auswirkungen auf die Risikoschätzer und die statistische Power.

Kollektiv: Die Validierungsstudie basierte auf einer umfassenden Messkampagne zur Erfassung der Hochfrequenzexposition im Bundesland Baden-Württemberg aus den Jahren 2001 bis 2003. Es wurden Messungen von insgesamt 850 Messorten verwendet.

Exposition: Hochfrequenzexposition von Radio- und Fernsehsendern mit amplituden- oder frequenzmodulierten Signalen. Kurwellensender wurden nicht berücksichtigt.

Methode: In einem ersten Schritt wurde das Expositionsmass "berechnete Feldstärke" mit dem in früheren Studien verwendeten Mass "Entfernung vom Rundfunksender" verglichen. Der zweite Schritt bestand aus dem Vergleich zwischen der berechneten und der im Freien gemessenen Hochfrequenzexposition. Die Fehlklassifizierung der Exposition wurde als Sensitivität und Spezifität dargestellt, und es wurden Korrelationskoeffizienten berechnet.

Resultat: Bezogen auf die gesamte Hochfrequenzexposition stimmten die berechneten Werte der Feldstärke besser mit den Messungen überein (Cohen's Kappa: 0.74) als die Abschätzung anhand der Distanz (Cohen's Kappa: 0.55). Für die Übereinstimmung zwischen berechneten und gemessenen Werten ergab sich eine Sensitivität von 76.6% und eine Spezifität von 97.4%. Die statistische Power reichte bei Verwendung der berechneten Expositionswerte trotz der Fehlklassifizierung noch aus, um in einer Studie mit 2000 Patienten und 6000 Kontrollkindern eine Odds Ratio von 1.4 nachzuweisen (>80%).

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die berechnete Hochfrequenzexposition ein geeignetes Mass für grosse epidemiologische Studien zu gesundheitlichen Risiken durch Radio- und Fernsehsender ist.

Bemerkungen: Die Ergebnisse der Hauptstudie zum Leukämierisiko bei Kindern in der Umgebung von Rundfunksendern sind publiziert in: Merzenich et al.: Childhood leukemia in relation to radio frequency electromagnetic fields in the vicinity of TV and radio broadcast transmitters. Am J Epidemiol 2008; 168 (10), 1169-1178.

Finanzierung: German Federal Office for Radiation Protection (BfS) as part of the German Mobile Phone Research Program.

Silny J.

Demodulation in tissue, the relevant parameters and the implications for limiting exposure.

Health Phys 2007; 92 (6): 604-608

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Hypothese, dass hochfrequente elektromagnetische Felder durch Demodulierung im Körper biologische Effekte verursachen.

Kollektiv: Mehrere experimentelle Studien mit kleinen Probandenzahlen.

Exposition: Gepulste Mobilfunksignale im Frequenzbereich von 900 oder 1800 MHz.

Methode: Zusammenfassende Darstellung der experimentellen Studien zur Erregbarkeit von Nerven und Muskeln durch hochfrequente Strahlung.

Resultat: Als relevant beurteilt werden folgende Demodulationsprozesse: a) Demodulation der Trägersignale mit Frequenzen bis zu 10 MHz in der Zellmembran, die zur Erregung von Nerven und Muskeln führen kann. b) Demodulation von amplituden- oder pulsmodulierten Trägersignalen in medizinischen Implantaten wie Herzschrittmachern oder Defibrillatoren.

Schlussfolgerung: Der Autor empfiehlt, die Resultate bei der Festlegung von Richtlinien zur Begrenzung der Hochfrequenzexposition zu berücksichtigen.

Finanzierung: Keine Angaben.

Toivonen T, Toivo T, Puranen L, Jokela K.

Specific absorption rate and electric field measurements in the near field of six mobile phone base station antennas.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (4): 307-312

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob die Messung des lokalen Höchstwertes der elektrischen Feldstärke eine konservative Abschätzung der Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen erlaubt.

Kollektiv: Reine Messstudie, keine Versuchspersonen.

Exposition: Mobilfunkbasisstationen der Systeme GSM 900 (915 bis 960 MHz), GSM 1800 (1805 bis 1880 MHz) und UMTS (2110 bis 2170 MHz).

Methode: Die Messungen erfolgten in einem Labor an unterschiedlichen Antennen und in verschiedenen Entfernungen. An einem Phantommodell wurden Messungen der spezifischen Absorptionsrate (SAR) durchgeführt.

Resultat: Die Einhaltung der vorgeschriebenen Richtlinien kann durch Messung des lokalen Maximums der elektrischen Feldstärke überprüft werden. Wenn die Entfernung zur Antenne unter 240 mm beträgt, kann die lokale Exposition den ICNIRP-Basiswert vor der Ganzkörperexposition überschreiten.

Finanzierung: Finnish Funding Agency for Technology and Innovation; Nokia Corporation.

Tokola K, Kurtio P, Salminen T, Auvinen A.

Reducing overestimation in reported mobile phone use associated with epidemiological studies.

Bioelectromagnetics 2008; 29 (7): 559-563

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Studiendesign, Statistik
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Validierung der Teilnehmerangaben in epidemiologischen Studien zu ihrer Mobiltelefonbenutzung und Entwicklung eines Regressionsmodells zur Korrektur der Überschätzung der Exposition.

Kollektiv: 70 Probanden aus dem beruflichen und privaten Umfeld der Autoren. Bei der Auswahl wurde eine ähnliche Zusammensetzung wie in der Interphone-Studie angestrebt.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Vergleich zwischen Teilnehmerangaben und Daten der Mobilfunkanbieter.

Resultat: Der geometrische Mittelwert der monatlichen Gesprächsdauer lag nach Angaben der Teilnehmer bei 426 Minuten, gemäss Anbieterdaten bei 292 Minuten. Die durchschnittliche Überschätzung betrug 46% mit einem Korrelationskoeffizient von 0.71. Die Modellierung der Gesprächsdauer gemäss Anbieterdaten als Funktion der Teilnehmerangaben resultierte in einem linearen Regressionsmodell mit einer Konstante von 2.71 und einem Regressionskoeffizienten von 0.49 (logarithmische Skala).

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass diese Korrekturmethode für andere epidemiologische Studie möglicherweise angepasst werden muss.

Finanzierung: TEKES - National Technology Agency, Finnish Funding Agency for Technology and Innovation, Emil Aaltonen Foundation, Finland

Viel JF, Clerc S, Barrera C, Rymzhanova R, Moissonnier M, Hours M, Cardis E.

Residential exposure to radiofrequency fields from mobile phone base stations, and broadcast transmitters: a population-based survey with personal meter.

Occup Environ Med 2009; 66 (8): 550-556

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Ziel: Messung der Hochfrequenzexposition in Wohnungen mittels Personendosimetern.

Kollektiv: Repräsentative Stichprobe mit 200 zufällig ausgewählte Personen aus verschiedenen Wohnregionen in Ostfrankreich (Departement Doubs). Zur Auswertung kamen Daten von 184 Personen.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen (GSM, DCS, UMTS) und Rundfunksender (Radio, TV).

Methode: Expositionsmessung mit Personendosimetern (EME SPY 120, Fa. Satimo) über 24 Stunden. Zusätzlich füllten die Teilnehmer ein Aktivitätstagebuch aus. Die Wohnadresse wurde geokodiert und die Entfernung zur nächsten Sendeanlage berechnet.

Resultat: Die gemessene Feldstärke lag in den meisten Fällen unterhalb der Nachweisgrenze des Dosimeters (0.05 V/m). Lediglich im Frequenzbereich des FM-Rundfunks waren 12.3% der Messungen über diesem Wert. Die Höchstwerte der elektrischen Feldstärke lagen unter 1.5 V/m und damit 20- bis 400-fach unter dem ICNIRP-Grenzwert. Auch in der selben Entfernung von einer Sendeanlage variierte die Exposition durch GSM- und DCS-Basisstationen stark. Für GSM wurden zwei Peaks identifiziert: bei 280 m und bei 1000 m. Die Expositionskurve von UMTS verlief dagegen flach.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend halten die Autoren fest, dass die Hochfrequenzexposition durch GSM- und DCS-Basisstationen im Nahfeld mit der Entfernung zunimmt. Ein Maximum erreicht sie an der Stelle, an der der Hauptsendestrahl auf den Boden auftrifft. Die Autoren weisen darauf hin, dass der Urbanisierungsgrad ein wichtiger Parameter bei der Abschätzung der Exposition durch Mobil- und Rundfunksendeanlagen ist.

Bemerkungen: Eine weitere Expositionsstudie der Autoren ist publiziert in Viel et al.: Radiofrequency exposure in the French general population: Band, time, location and activity variability. Environ Int 2009: 35 (8), 1150-1154.

Finanzierung: This work was supported by the French Agency for Environmental and Occupational Health Safety.

Vulevic B, Osmokrovic P.

Evaluation of Uncertainty in the Measurement of Environmental Electromagnetic Fields.

Radiat Prot Dosimetry 2010; 141 (2): 173-177

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Messunsicherheit bei der Abschätzung der Hochfrequenzexposition.

Kollektiv: Theoretische Abhandlung, kein Kollektiv.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz.

Methode: Diskussion und Präsentation von Formeln zur Abschätzung der Messunsicherheit.

Resultat: Neben der Bedeutung der Messunsicherheit betonen die Autoren auch die Bedeutung der Kalibrierung der Messgeräte.

Finanzierung: Republic of Serbia Ministry of Science and Technological Development.

Wake K, Varsier N, Watanabe S, Taki M, Wiart J, Mann S, Deltour I, Cardis E.

The estimation of 3D SAR distributions in the human head from mobile phone compliance testing data for epidemiological studies.

Phys Med Biol 2009; 54 (19): 5695-5706

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung einer Methode, mit der die dreidimensionale Verteilung der spezifischen Absorptionsrate (SAR) im Kopf bei Mobiltelefonbenutzung abgeschätzt werden kann.

Kollektiv: Computersimulation an Kopfmodellen und numerische Analyse, kein Kollektiv.

Exposition: Exposition durch ein Mobiltelefon am Ohr.

Methode: Die zugrundeliegenden Messwerte der SAR-Verteilung stammten von Untersuchungen zur Einhaltung der Grenzwerte.

Resultat: Die Methode beinhaltet eine Inter- und Extrapolation sowie eine Konversion der Kopfform. Die Validierung erfolgte experimentell und numerisch. Sie ermöglicht es, die dreidimensionale SAR-Verteilung anhand von Messwerten der Compliance-Testung in realistischen Kopfmodellen abzuschätzen. Bei Patienten mit Hirntumoren gibt sie Aufschluss über den Expositionsgradienten im Gehirn an der Lokalisation des Tumors.

Schlussfolgerung: Die Autoren gehen davon aus, dass die Modellierung der SAR-Verteilung im Kopf zu einer Verbesserung der Expositionsabschätzung in epidemiologischen Studien führt.

Bemerkungen: Die Simulationsmethode wurde in den Analysen der INTERPHONE-Studie verwendet.

Finanzierung: This INTERPHONE study was conducted with funding from the European Fifth Framework Program, 'Quality of Life and Management of Living Resources' (contract QLK4-CT-1999901563) and the International Union against Cancer (UICC). The UICC received funds for this purpose from the Mobile

Manufacturers' Forum and GSM Association. Provision of funds to the INTERPHONE study investigators via the UICC was governed by agreements that guaranteed INTERPHONE's complete scientific independence. The terms of these agreements are publicly available at <http://www.iarc.fr/ENG/Units/RCAd.html>.

Schüz J, Elliott P, Auvinen A, Kromhout H, Poulsen AH, Johansen C, Olsen JH, Hillert L, Feychting M, Fremling K, Toledano M, Heinavaara S, Slottje P, Vermeulen R, Ahlbom A.

An international prospective cohort study of mobile phone users and health (Cosmos): Design considerations and enrolment.

Cancer Epidemiol 2011; 35 (1): 37-43

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Herz-Kreislaufsystem

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Schlafphasen und Schlafqualität

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Land:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung einer grossen, multinationalen Kohortenstudie zur Untersuchung der langfristigen Gesundheitsrisiken von Mobiltelefonbenutzern: "Cohort Study on Mobile Phones and Health (COSMOS)".

Kollektiv: Die Studienpopulation umfasst 250'000 Frauen und Männer über 18 Jahren in fünf europäischen Ländern: Dänemark, Finnland, Schweden, Holland und Grossbritannien.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen und anderen Geräten der drahtlosen Kommunikation. Zur Klassifizierung der Mobiltelefonbenutzung dienen Teilnehmerangaben in Fragebögen und Daten von Mobilfunkanbietern. Auch die Entfernung zu Basisstationen oder Rundfunksendern wird berücksichtigt.

Methode: Der Beobachtungszeitraum beträgt mindestens 25 Jahre. Untersucht werden Erkrankungen im Kopfbereich, also Tumoren, neurologische Krankheiten und Durchblutungsstörungen des Gehirns. Ausserdem werden Veränderungen im Wohlbefinden und Beschwerden wie Kopfschmerzen und Schlafstörungen in regelmässigen Abständen mittels Fragebögen evaluiert. Lebensstilfaktoren, Vorerkrankungen, allgemeine Gesundheitsrisiken und soziodemographische Charakteristika werden ebenfalls erfragt. Die Informationen zum Auftreten von schwereren Erkrankungen stammen aus Bevölkerungs- oder Krankheitsregistern.

Resultat: Pilotstudien in mehreren Ländern ergaben, dass die Teilnahmeraten niedrig waren, wenn die Rekrutierung über Mobilfunkanbieter erfolgte. Zudem wurden verschiedene Arten der Kontaktaufnahme getestet und das Vorgehen bei der Datenerhebung optimiert. Mitte 2010 hat die Aufnahme von Teilnehmern in Dänemark, Schweden, Grossbritannien und Finnland begonnen, in Holland steht der Beginn bevor.

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen darauf hin, dass die COSMOS-Studie eine prospektive Erfassung der Mobilfunkexposition von gesunden Personen ermöglicht. Die Studienteilnehmer können über einen langen Zeitraum beobachtet und auftretende Krankheiten systematisch erfasst werden. Auch die Berücksichtigung neuer Technologien ist möglich. Für aussagekräftige Ergebnisse ist eine ausreichende Stichprobengrösse erforderlich. Weitere Studien mit ähnlichen Fragestellungen können sich dem COSMOS-Consortium anschliessen, wenn sie ähnliche Studienanlagen und Methoden aufweisen.

Bemerkungen: Zu den Vorteilen einer Kohortenstudie gehört, dass keine Verzerrung der Ergebnisse durch Fehler in der Erinnerung der Teilnehmer mit und ohne eine Erkrankung auftreten kann (Recall Bias, häufig in Fall-Kontrollstudien mit rückblickender Befragung). Auch Selektionsfehler sind in Kohortenstudien weniger wahrscheinlich, weil alle Teilnehmer vor dem etwaigen Beginn von Erkrankungen rekrutiert werden. Ein Nachteil ist die lange Beobachtungszeit, die erforderlich ist, um Daten von genügend gesunden und erkrankten Teilnehmern auswerten zu können.

Finanzierung: The Danish part of Cosmos is funded by the Danish Strategic Research Council [grants 2103-05-0006/2064-04-0010]. The Swedish part of Cosmos is funded by the Swedish Research Council (Grant 50096102), AFA Insurance (Grant T- 26:04), TeliaSonera, Telenor and Ericsson (VINNOVA, acts as a firewall between TeliaSonera, Telenor and Ericsson and the Karolinska Institutet, Grant P31735-1). The UK part of Cosmos is funded by the MTHR (Mobile Telecommunications and Health Research), an independent programme of research into mobile phones and health that is jointly supported by the Department of Health and the mobile telecommunications industry. The Finnish part of Cosmos is funded by Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (WIRECOM research programme) and Yrjö Jahnsson foundation. The Dutch part of Cosmos is funded by the ZonMw Programme Electromagnetic Fields and Health (grants 8520001 and 85500003).

Andel R, Crowe M, Feychting M, Pedersen NL, Fratiglioni L, Johansson B, Gatz M.
Work-Related Exposure to Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Dementia: Results from the
Population-Based Study of Dementia in Swedish Twins.
J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2010; 65 (11): 1220-1227

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen beruflicher Magnetfeldexposition und Demenzrisiko in einem bevölkerungsbasierten Zwillingsregister in Schweden.

Kollektiv: Alle Zwillinge, die im Jahr 1998 in Schweden wohnten und über 65 Jahre alt waren. Für das Screening zur kognitiven Leistungsfähigkeit kamen 20'206 Personen in Frage. Vollständige Screening-Daten lagen von 13'693 Personen vor (ca. 68%), ebenfalls vollständige Angaben zum Beruf und zur Magnetfeldexposition von 9'508 Personen (ca. 47%).

Exposition: Die Teilnehmer (oder informierte Angehörige) wurden telefonisch nach dem überwiegend ausgeübten Beruf gefragt. Die Berufe wurden nach der internationalen Klassifikation kodiert (ISCO). Die Einstufung der Magnetfeldexposition erfolgte anhand bereits bestehender Berufs-Expositions-Matrizen aus Schweden (vgl. Floderus et al. 1996, Forssen et al. 2004). Die Trennpunkte für die Expositions-kategorien bildeten das 25. und das 75. Perzentil aus der Verteilung der geometrischen Mittelwerte in einer früheren Studie (Feychting et al. 1998). Die Trennpunkte lagen bei 0.12 und 0.2 µT.

Methode: Im Rahmen der "HARMONY"-Studie wurden seit 1998 an Stichproben der im Zwillingsregister erfassten Personen jeden Monat Tests zur kognitiven Leistung durchgeführt. Bei auffälligen Resultaten erfolgte eine Demenzabklärung. Von den Studienteilnehmern wurden zusätzlich zur beruflichen Magnetfeldbelastung Angaben zu anderen potenziellen Einflussfaktoren erhoben. Die statistische Auswertung erfolgte mittels "generalized estimating equation models" unter Korrektur für Alter, Geschlecht, Ausbildungsniveau, Komplexität der Arbeit und Vorliegen einer koronaren Herzkrankheit oder eines Schlaganfalls.

Resultat: Von 9508 Teilnehmern in der Endauswertung hatten 2652 (ca. 28%) eine durchschnittliche Magnetfeldbelastung im Beruf von mehr als 0.2 μ T. Eine mittlere Exposition zwischen 0.12 und 0.2 μ T bestand bei 4086 Personen (ca. 43%). In der Referenzgruppe mit Belastungen unter 0.12 μ T befanden sich 2770 Personen (29%). Für die mittlere Belastungskategorie ergab die Gesamtauswertung ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Demenzrisiko von 1.41 (95%-CI: 0.96-2.06), für die obere Kategorie von 1.38 (95%-CI: 0.93-2.03). Wenn nur Personen mit Krankheitsbeginn im Alter unter 75 Jahren analysiert wurden, zeigte sich ein statistisch signifikant erhöhtes Demenzrisiko in der oberen Expositionskategorie (OR: 2.01, 95%-CI: 1.10-3.65). Das selbe galt für die Beschränkung auf Personen mit handwerklichen Berufen (OR bei Exposition $\geq$ 0.2 μ T: 1.75, 95%-CI: 1.00-3.05). Bei Zwillingspaaren, von denen nur ein Zwilling an Demenz erkrankt war, lag die Odds Ratio in der oberen Expositionskategorie (15 Patienten, 7 Kontrollpersonen) bei 3.00 (95%-CI: 0.79-11.43).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren resümieren, bestanden in dieser Studie bei Personen mit beruflicher Magnetfeldbelastung über 0.12 μ T Hinweise auf ein erhöhtes Risiko für eine Demenzerkrankung vor 75 Jahren. Auch für Personen mit handwerklichen Berufen zeigte sich ein Zusammenhang.

Bemerkungen: Einige Auswertungen beruhen auf kleinen Subgruppen des Gesamtkollektivs. Es wurden nur Personen berücksichtigt, die zum Zeitpunkt der Studie noch lebten. Dies könnte zu einer Verzerrung der Ergebnisse durch "survival bias" geführt haben.

Finanzierung: National Institute on Aging and Alzheimer's Association/Zenith Fellows Award.

Mohler E, Frei P, Braun-Fahrlander C, Frohlich J, Neubauer G, Rösli M.

Effects of everyday radiofrequency electromagnetic-field exposure on sleep quality: a cross-sectional study.

Radiat Res 2010; 174 (3): 347-356

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Hochfrequenzbelastung und Schlafstörungen.

Kollektiv: Im Mai 2008 wurden aus den Einwohnerregistern der Stadt Basel und fünf umliegender Gemeinden 4000 Personen zwischen 30 und 60 Jahren zufällig ausgewählt und per Fragebogen kontaktiert.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Sendeanlagen des Mobilfunks und des Rundfunks sowie durch die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Die Expositionalklassifizierung beruhte auf den Messwerten und dem Expositionalmodell der QUALIFEX-Studie (vgl. Frei et al.: A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. Sci Total Environ 2009; 408 (1): 102-108). Zur Abschätzung der Hochfrequenzbelastung während der Nacht diente ein erweitertes Prädiktionsmodell, das zusätzliche Faktoren enthielt, z.B. DECT-Basisstationen im Schlafzimmer. Wenn die Teilnehmer einverstanden waren, wurden auch objektive Daten zur Mobiltelefonbenutzung von den Serviceanbietern eingeholt.

Methode: Der Fragebogen betraf drei Themenbereiche: 1) Schlafqualität und Gesundheitszustand, 2) expositionsrelevante Verhaltensweisen und Informationen, 3) soziodemographische Angaben und Lebensstilfaktoren. Die Schlafqualität wurde mit Hilfe von standardisierten Fragen aus der Schweizerischen Gesundheitsbefragung evaluiert und zu einem Qualitätsscore (SQS) zusammengefasst. Das Bestehen einer exzessiven Tagesschläfrigkeit wurde mittels "Epworth Sleepiness Scale" (ESS) erhoben. Verglichen wurden drei Expositionskategorien: <50. Perzentil, 50. bis 90. Perzentil, >90. Perzentil. Die statistischen Vergleiche für binäre Zielgrössen (SQS und ESS) erfolgten mittels logistischer Regression. Zusätzlich wurden lineare Regressionsmodelle mit kontinuierlichen Punktwerten gerechnet. Die Modelle wurden für soziodemographische

Charakteristika, Lebensstilfaktoren und Umgebungsbedingungen korrigiert.

Resultat: Insgesamt schickten 1375 Personen den Fragebogen ausgefüllt zurück (Teilnahmerate: 37%). SchichtarbeiterInnen und Personen mit Medikamenteneinnahme wegen Schlafstörungen wurden ausgeschlossen. Das Durchschnittsalter im Studienkollektiv betrug 46 (+/- 9) Jahre, 58% waren Frauen. Für die Auswertung der Tagesschläfrigkeit lagen vollständige Daten von 1129 Teilnehmern vor, für die Auswertung der Schlafqualität von 1163 Teilnehmern. Der Mittelwert der Hochfrequenzexposition lag bei 0.18 V/m, die 90%-Perzentile bei 0.21 V/m. Während der Nacht betrugen die entsprechenden Werte 0.06 V/m und 0.09 V/m. Eine ausgeprägte Tagesschläfrigkeit gaben 29.5% der Teilnehmer an, problematische Schlafstörungen 9.8%. Die Regressionsanalysen zeigten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen der Hochfrequenzbelastung und der Tagesschläfrigkeit oder der Schlafqualität. In der mittleren Kategorie der Fernfeldbelastung lag die Odds Ratio für ausgeprägte Tagesschläfrigkeit bei 1.14 (95%-CI: 0.83-1.57), in der obersten Kategorie bei 0.58 (95%-CI: 0.31-1.05). Hinsichtlich Schlafstörungen ergab sich für die mittlere und die oberste Kategorie jeweils eine statistisch nicht signifikante Odds Ratio von 1.11 (95%-CIs: 0.72-1.70 bzw. 0.50 -2.44). Auch die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen war nicht mit den Schlafparametern assoziiert. Weitere Auswertungen betrafen die Unterschiede zwischen Nichtteilnehmern und Teilnehmern sowie Sensitivitätsanalysen. Es bestanden Hinweise auf einen Nozebo-Effekt.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser grossen Querschnittsstudie keine Zusammenhänge zwischen der Hochfrequenzexposition und der subjektiven Schlafqualität beobachtet wurden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, werden in Querschnittsstudien die Expositionsparameter und die Zielgrössen zum gleichen Zeitpunkt erhoben. Falls Personen mit Schlafstörungen bereits vor der Befragung Massnahmen zur Verminderung der Exposition ergriffen hatten und dadurch weniger exponiert waren als Personen ohne Schlafstörungen, könnte der wahre Zusammenhang mit dieser Studienanlage unterschätzt werden. Die Teilnahmerate von 37% war niedriger als erwartet, die Teilnehmer waren im Durchschnitt gesünder als die Nichtteilnehmer und wohnten häufiger in der Nähe einer Mobilfunkbasistation (<50 m). Gemäss der Bias-Modellierung könnte es dadurch zu einer Überschätzung der Assoziation zwischen Sendeanlagen und Schlafstörungen gekommen sein. Für die Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen besteht dagegen die Gefahr einer Unterschätzung des Zusammenhangs.

Finanzierung: The study is funded by the Swiss National Science Foundation (Grant 405740-113595). It is part of the National Research Program 57 "Non-Ionising Radiation - Health and Environment". Martin Rösli is supported by the Swiss School of Public Health (SSPH+).

Rösli M, Frei P, Mohler E, Hug K.

Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations.

Bulletin of the World Health Organization 2010; 88 (12): 887-896F

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herz-Kreislaufsystem

Melatonin und andere Hormone

Land:

Neurodegenerative Erkrankungen,
Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersichtsarbeit zu Auswirkungen von Mobilfunkbasisstationen auf die Gesundheit.

Kollektiv: Diverse Kollektive von experimentellen und epidemiologischen Studien an Probanden, Patienten oder Stichproben der Allgemeinbevölkerung.

Exposition: Kurz- oder langfristige Fernfeldexposition durch Mobilfunkbasisstationen der Frequenzbereiche GSM 900, GSM 1800 und UMTS. In den Experimenten lag die elektrische Feldstärke zwischen 1 und 10 V/m. In den epidemiologischen Studien galten Personen ab Werten zwischen 0.1 und 0.43 V/m als exponiert.

Methode: Die systematische Literatursuche erfasste Publikationen, die bis März 2009 in wissenschaftlichen Fachzeitschriften mit Begutachtungsverfahren (peer review) veröffentlicht und in den gängigen Internetdatenbanken indexiert waren. Berücksichtigt wurden Studien zu allen bisher untersuchten gesundheitlichen Endpunkten, von Beeinträchtigungen der Hirnleistung über das Auftreten unspezifischer Beschwerden bis zu chronischen Krankheiten und Krebs. Experimentelle Studien mussten eine Randomisierung der Teilnehmer beinhalten und verblindet durchgeführt worden sein. In epidemiologischen Studien musste die Hochfrequenzbelastung mit objektiven Methoden gemessen worden sein (Distanz zur nächsten Basisstation, Punkt- oder Exposimetermessung oder Modellierung). Die Auswertung der Daten musste unter Berücksichtigung weiterer potenzieller Einflussfaktoren erfolgt sein, und es durfte kein offensichtlicher Selektionsbias vorliegen. Studien zur Wahrnehmung schwacher hochfrequenter Felder wurden in die Übersichtsarbeit ebenfalls aufgenommen und ihre Resultate in einer Metaanalyse ausgewertet (zur Methode vgl.: Rösli M., Radiofrequency electromagnetic field exposure and non-specific symptoms of ill health: A systematic review. Environmental Research 2008; 107 (2): 277-287).

Resultat: Insgesamt erfüllten 17 Studien die Einschlusskriterien für die Review, 12 davon waren epidemiologische Studien und 5 randomisierte, kontrollierte Experimente unter Laborbedingungen. In 10 epidemiologischen und 4 experimentellen Studien wurde das Auftreten von unspezifischen Beschwerden untersucht. Die meisten Experimente ergaben keine Assoziationen mit unspezifischen Beschwerden während oder kurz nach der Basisstationsexposition. Auch in den epidemiologischen Studien zeigte sich keine einheitliche Beziehung zwischen der Exposition und einem oder mehreren unspezifischen Symptomen. In Untersuchungen mit weniger detaillierter Expositionserfassung bestanden eher Hinweise auf Zusammenhänge als in Studien mit genaueren Messungen. Die Wahrnehmbarkeit der Mobilfunkstrahlung betrafen vier Doppelblindstudien. In keiner von ihnen zeigte sich eine überzufällig hohe Trefferquote, und auch Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS) beantworteten die Frage nach der Exposition nicht häufiger richtig als Personen ohne EHS ($p=0.66$). Zu Expositionseffekten auf die Hirnleistung und auf physiologische Parametern wie Herzfrequenz oder Hirnströme lagen nur wenige Studien vor. Ihre Resultate waren nicht einheitlich. Das Auftreten von gentoxischen Veränderungen bei Angestellten einer Mobilfunkfirma wurde lediglich in einer Studie untersucht. Ebenfalls nur eine Studie betraf die Häufigkeit von Krebserkrankungen in Gemeinden mit unterschiedlich starker Mobilfunkabdeckung. Beide Arbeiten ergaben keinen eindeutigen Zusammenhang. Untersuchungen zu anderen Krankheitsrisiken wurden nicht gefunden.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Ergebnisse der systematischen Review nicht auf gesundheitliche Auswirkungen der Basisstationsexposition hinweisen. Bezogen auf unspezifische Beschwerden während oder kurz nach der Exposition ist die Evidenz gegen einen Zusammenhang als stark einzustufen, weil sie auf randomisierten Studien unter kontrollierten Bedingungen beruht. Langzeiteffekte wurden dagegen bisher nur in wenigen Studien untersucht, und insbesondere für Kinder und Jugendliche liegen kaum Resultate vor. Hier sehen die Autoren noch erheblichen Forschungsbedarf, dabei sollten auch andere Expositionsquellen wie Mobil- und Schnurlostelefone sowie drahtlose Internetsysteme (W-LAN) einbezogen werden.

Bemerkungen: In der Diskussion wird angemerkt, dass 3 epidemiologische Studien zur Häufigkeit von Krebserkrankungen und 3 Studien zu unspezifischen Beschwerden bei Anwohnern in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen von der Auswertung ausgeschlossen wurden. Diese Studien erfüllten die Einschlusskriterien nicht, weil entweder die Datenerhebung oder die Auswahl der Teilnehmer sowohl mit der Exposition als auch mit der Zielgrösse assoziiert war (Selektionsbias). In zwei Studien wurde die Entfernung zur nächsten Basisstation von den Teilnehmern selbst eingeschätzt.

Finanzierung: This review was funded by the World Health Organization. Kerstin Hug is supported by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Patrizia Fei and Evelyn Mohler by the Swiss National Science Foundation (Grant 405740-113595). Martin Rösli is supported by the Swiss School of Public Health + (SSPH+).

Valentini E, Ferrara M, Presaghi F, Gennaro LD, Curcio G.

Systematic review and meta-analysis of psychomotor effects of mobile phone electromagnetic fields.

Occup Environ Med 2010; 67 (10): 708-716

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa
<u>Studientyp:</u>		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Review und Metaanalyse der Ergebnisse von experimentellen Studien an Menschen zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf kognitive Funktionen. Eine frühere Übersichtsarbeit der selben Autorengruppe ist publiziert in: Valentini et al., Neurophysiological effects of mobile phone electromagnetic fields on humans: A comprehensive review. Bioelectromagnetics 2007; 28 (6): 415-432.

Kollektiv: Diverse Probandenkollektive aus experimentellen Studien.

Exposition: GSM- oder UMTS-ähnliche Mobiltelefonexposition unter kontrollierten Laborbedingungen. Sendeleistung maximal 2 W.

Methode: Die Literatursuche betraf Publikationen zwischen 1999 und 2008 und umfasste die gängigen Internet-Datenbanken. Der Fokus lag auf Tests zu Aufmerksamkeits- und Gedächtnisfunktionen, die das Hörsystem betrafen, z.B. Reaktionszeiten bei akustischen Stimuli. Die Einschlusskriterien für die Studien waren: a) Verblindung (mindestens einfach), b) Randomisierung und/oder ausgeglichene Reihenfolge, c) detaillierte Expositionsbeschreibung, d) adäquate statistische Auswertung. Es wurden nur Funktionstests berücksichtigt, die mindestens in 3 Studien untersucht worden waren. Die Metaanalyse bezog sich auf einfache Reaktionszeiten nach akustischen Reizen.

Resultat: Die Literatursuche ergab 42 relevante Publikationen, von denen 24 die Einschlusskriterien erfüllten. Die gepoolten Effektschätzer für 11 Aufmerksamkeits- und Reaktionstests ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition. Für 3 Tests bestand signifikante Heterogenität (2-back, 3-back, einfache Reaktionszeit). Hinweise auf einen Publikationsbias waren für 2 Tests vorhanden (einfache Reaktionszeit, Subtraktion), und es zeigte sich ein Einfluss der Finanzierung. Zwischen 2005 und 2008 wurden

mehr Studien mit Nullresultaten veröffentlicht als in den Jahren davor. Dies könnte auf striktere statistische Methoden zurückzuführen sein (z.B. Bonferroni-Korrektur für multiple Testung).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, ergeben die experimentellen Studien kaum Hinweise darauf, dass mobiltelefonähnliche Expositionen kognitive und psychomotorische Funktionen des Gehirns verändern. Wegen der möglichen Einflüsse durch Finanzierungsquellen oder Publikationsbias empfehlen die Autoren internationale Forschungsrichtlinien.

Bemerkungen: Eine Metaanalyse von Barth et al. betraf weitgehend den selben Zeitraum (1999 bis 2007) und die selben Studien (OEM 2008; 65 (5): 342-346). Sie ergab geringfügige Expositionseffekte für zwei Tests zur Reaktionszeit und zum Arbeitsgedächtnis. Die Ergebnisse der beiden Metaanalysen werden nicht verglichen oder kommentiert. (Der Artikel von Valentini et al. ist als "not externally peer reviewed" deklariert.) Im September 2011 die Review von Valentini et al. nochmals veröffentlicht: Republished review: systematic review and meta-analysis of psychomotor effects of mobile phone electromagnetic fields. Postgrad Med J 2011; 87 (1031): 643.

Finanzierung: Intramural funds equally from the Department of Health Sciences, University of L'Aquila, Italy, and the Department of Psychology, "Sapienza" University of Rome, Italy.

Kroll ME, Swanson J, Vincent TJ, Draper GJ.

Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study.

Br J Cancer 2010; 103 (7): 1122-1127

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung des Krebsrisikos von Kindern im Zusammenhang mit der Magnetfeldexposition durch Hochspannungsleitungen. In ihrer Vorgängerstudie hatten die Autoren eine signifikante Assoziation mit der Entfernung zu Hochspannungsleitungen beobachtet (Draper et al., British Medical Journal 2005; 330 (7503): 1290-1294).

Kollektiv: Personen, die zwischen 1962 und 1995 in England und Wales geboren waren. Bei den Patienten war vor dem Alter von 15 Jahren eine Krebserkrankung diagnostiziert worden. Anhand des nationalen Kinderkrebsregisters wurden fast 33'000 kranke Kinder identifiziert. Aus den Geburtsregistern wurde für jedes von ihnen ein Kontrollkind mit entsprechendem Geschlecht, Geburtsdatum und -bezirk ausgewählt. Vollständige Expositionsdaten lagen für 28'968 Fall-Kontrollpaare vor. Darunter befanden sich 9653 Kinder mit Leukämie, 6584 mit Hirntumoren und 12'731 mit anderen Krebserkrankungen.

Exposition: Als Referenzkategorie dienten Kinder mit Magnetfeldexposition unter 0.1 μ T, weitere Trennpunkte für die exponierten Kategorien waren 0.2 und 0.4 μ T. Berechnet wurde der Mittelwert der Exposition durch Hochspannungsleitungen für jedes Kind während des ersten Lebensjahres an der Geburtsadresse. Neben der Distanz wurden auch Parameter wie die Phasenkonstellation und die Auslastung der Freileitungen berücksichtigt.

Methode: Die statistische Auswertung erfolgte mittels konditionaler logistischer Regression. Als potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt wurden Sozialstatus, Bevölkerungsdichte und Urbanisierungsgrad der Geburtsadresse.

Resultat: Insgesamt befanden sich 1712 Adressen im Umkreis von 600 m zu einer Hochspannungsleitung. Von

diesen Adressen gehörten 1254 zur Referenzkategorie, weil die durchschnittliche Magnetfeldbelastung auf unter $0.1 \mu\text{T}$ geschätzt wurde. Für weitere 299 Adressen ergaben die Berechnungen ebenfalls Belastungen unter $0.1 \mu\text{T}$, für 116 Adressen war die Berechnung nicht möglich. Eine Magnetfeldexposition über $0.1 \mu\text{T}$ ergab sich für 43 Adressen, die maximal 156 m von einer Hochspannungsleitung entfernt waren. Belastungen über $0.4 \mu\text{T}$ hatten 13 Adressen. Die Auswertungen ergaben keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Magnetfeldbelastung am Wohnort und dem Risiko der Kinder, an Krebs zu erkranken. Die Odds Ratio für Leukämie lag in der obersten Expositions-kategorie bei 2.00 (95%-CI: 0.18-22.04), in der niedrigsten (0.1 bis $0.2 \mu\text{T}$) ebenfalls bei 2.00 (95%-CI: 0.50-7.99). Für Hirntumoren lagen die Risikoschätzer unter 1, für das Risiko aller anderen Krebserkrankungen war die Odds Ratio in der obersten Expositions-kategorie zwar erhöht, wegen der geringen Fallzahlen aber mit sehr weitem Vertrauensintervall 5.00 (95%-CI: 0.58-42.80). Auch die Trendanalyse ergab keinen statistisch signifikanten Risikoanstieg bei Zunahme der Magnetfeldbelastung um $0.2 \mu\text{T}$: für Leukämie lag das relative Risiko bei 1.14 (95%-CI: 0.57-2.32), für Hirntumoren bei 0.80 (95%-CI: 0.43 -1.51) und für andere Krebserkrankungen bei 1.34 (95%-CI: 0.84-2.15). Die Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren veränderte die Ergebnisse kaum.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen ihre Resultate als ähnlich wie die Ergebnisse früherer Studien, weil die (statistisch nicht signifikanten) Trends auf einen Zusammenhang hinweisen. Sie halten es für unwahrscheinlich, dass die Magnetfeldbelastung alleine diese Assoziation verursacht. Ausserdem weisen sie darauf hin, dass auch bei Annahme eines Kausalzusammenhangs pro Jahr mit weniger als einer zusätzlichen Erkrankung an Leukämie im Kindesalter zu rechnen wäre.

Bemerkungen: Neben den Unsicherheiten in der Expositionsabschätzung verringern die kleinen Fallzahlen in den exponierten Kategorien die Aussagekraft der Ergebnisse. Da für 116 von 458 Adressen mit Entfernungen unter 600 m wegen fehlender Daten keine Expositionsschätzung möglich war (25%), befanden sich insgesamt nur 21 Patienten und 22 Kontrollkinder in den Kategorien über $0.1 \mu\text{T}$. Risikoschätzer mit so weiten Vertrauensintervallen wie für das Leukämierisiko lassen sich kaum interpretieren. In einem Editorial wird darauf hingewiesen, dass die Resultate von Kroll et al. sehr instabil sind und es wird in Frage gestellt, ob weitere epidemiologische Studien ohne neue Erkenntnisse wie verbesserte Expositionserfassung, biologische Mechanismen oder wichtige Einflussfaktoren sinnvoll sind (Schmiedel und Blettner, Br J Cancer 2010; 103 (7): 931-932). Eine gepoolte Auswertung der Leukämiestudien aus den letzten 10 Jahren ist in der selben Ausgabe der Zeitschrift zu finden. Darin zeigt sich ebenfalls ein statistisch nicht signifikanter Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und dem Risiko von Kindern, an Leukämie zu erkranken (Kheifets et al., Br J Cancer 2010; 103 (7): 1128-1135).

Finanzierung: This study was undertaken as part of a project funded by the United Kingdom Department of Health Radiation Protection Programme (grant RRX46B). The Childhood Cancer Research Group also receives funding from the Department of Health and the Scottish Ministers (Department of Health policy research programme grant 004/0080).

Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, Lowenthal RM, Mezei G, Oksuzyan S, Schüz J, Swanson J, Tittarelli A, Vinceti M, Wunsch Filho V.

Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia.

Br J Cancer 2010; 103 (7): 1128-1135

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Leukämien, Lymphome
Exposition: Bahnstrom Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassende Auswertung der epidemiologischen Studienergebnisse seit dem Jahr 2000 zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldexposition und Kinderleukämie.

Kollektiv: Kollektive von sieben Fall-Kontrollstudien zum Leukämierisiko bei Kindern im Alter von 0 bis 15 Jahren. Die Studien stammten aus Brasilien (unveröffentlicht, persönliche Mitteilung von Wunsch Filho), Deutschland (Schüz 2001), Italien (Bianchi 2000 und Malagoli 2010), Japan (Kabuto 2006), Tasmanien (Lowenthal 2007) und Grossbritannien (Kroll 2010). Insgesamt wurden Daten von 10'865 leukämiekranken Kindern und 12'853 Kontrollkindern ausgewertet.

Exposition: Durchschnittliche Magnetfeldbelastung in der Wohnung, basierend auf Messungen oder Berechnungen. Die Messungen in den Schlafzimmern der Kinder deckten einen Zeitraum von mindestens 24 Stunden ab. Als Expositionsmass wurde der geometrische Mittelwert verwendet. Der Trennpunkt für die höchste Expositionskategorie lag bei 0.3 oder 0.4 μT , für die Referenzkategorie bei 0.1 μT .

Methode: Die Literatursuche erfolgte in PubMed und in den Referenzlisten der Publikationen. Berücksichtigt wurden Studien seit dem Jahr 2000, in denen die Magnetfeldbelastung in den Wohnungen gemessen oder berechnet worden war. Resultate von Studien, die auf der Entfernung zur nächsten Hochspannungsleitung basierten, wurden erfasst, aber nicht in die Hauptanalyse aufgenommen. Bei der gepoolten Auswertung mittels logistischer Regression wurde das Matching ignoriert, dafür wurden die Ergebnisse für Alter bei Diagnose, Geschlecht und die jeweilige Studie korrigiert. Ebenfalls berücksichtigt wurde die Anzahl der Wohnungswechsel und der Sozialstatus.

Resultat: Insgesamt nahmen 10'865 Kinder mit Leukämie und 12'853 Kontrollkinder an den Studien teil. Den

grössten Beitrag lieferte die Studie aus Grossbritannien (89% der Patienten und 75% der Kontrollkinder). Eine Magnetfeldbelastung über 0.3 μT bestand bei insgesamt nur 76 Kindern, davon waren 26 an Leukämie erkrankt und 50 gesund. Von diesen stark exponierten Kindern stammten 41 aus der brasilianischen Studie. Sowohl in den meisten einzelnen Studien als auch in der gepoolten Auswertung nahm das Leukämierisiko der Kinder mit höherer Magnetfeldbelastung zu. Für alle Studien zusammen lagen die Odds Ratios in der Kategorie von 0.1 bis 0.2 μT bei 1.07 (95%-CI: 0.81-1.41), in der Kategorie von 0.2 bis 0.3 μT bei 1.16 (95%-CI: 0.69 - 1.93) und in der höchsten Kategorie über 0.3 μT bei 1.44 (95%-CI: 0.88-2.36). Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant, und die Vertrauensintervalle waren wegen der kleinen Anzahl exponierter Kinder weit. Wenn die Studie aus Brasilien ausgeschlossen wurde, stiegen die Odds Ratios etwas an, waren aber statistisch weiterhin nicht signifikant. In verschiedenen Trendanalysen zeigte sich ebenfalls eine schwache Assoziation zwischen Magnetfeldexposition und Leukämierisiko.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass ihre Ergebnisse zu den gepoolten Auswertungen der früheren Studien passen (Ahlbom et al. 2000, Greenland et al. 2000). Die Assoziation ist in den neueren Studien schwächer und die statistische Unsicherheit grösser. Insgesamt sehen die Autoren die Klassifizierung von niederfrequenten Magnetfeldern als möglicherweise krebserregend bestätigt.

Bemerkungen: In der gepoolten Auswertung wurden viele Einflussfaktoren berücksichtigt und verschieden statistische Modelle verwendet. Eine kombinierte Auswertung gemeinsam mit den früheren Studienresultaten zur Erhöhung der Fallzahlen wird nicht vorgenommen. Ein Kommentar zu dieser Studie ist in der gleichen Ausgabe der Zeitschrift erschienen (Schmiedel und Blettner, Br J Cancer 2010; 103 (7): 931-932). Darin wird darauf hingewiesen, dass die Aussagekraft der gepoolten Auswertung dadurch eingeschränkt ist, dass ca. 90% der Daten von einer Studie (Kroll et al. 2010) stammen und die Fallzahlen in den oberen Expositionskategorien klein waren.

Finanzierung: This work was supported by funding from CHILDREN with LEUKAEMIA, a UK charity.

Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Feychting M, Johansen C, Monroe J, Murphy MF, Oksuzyan S, Preston-Martin S, Roman E, Saito T, Savitz D, Schüz J, Simpson J, Swanson J, Tynes T, Verkasalo P, Mezei G.

A pooled analysis of extremely low-frequency magnetic fields and childhood brain tumors.

Am J Epidemiol 2010; 172 (7): 752-761

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem
Exposition: Bahnstrom Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Gepoolte Auswertung der epidemiologischen Studien zum Hirntumorrisiko von Kindern im Zusammenhang mit niederfrequenten Magnetfeldern.

Kollektiv: Zehn Studien an Kindern im Alter von 0 bis 15 Jahren, insgesamt 8'372 Kinder mit Hirntumoren und 11'494 Kontrollkinder. Sieben Studien stammten aus Europa (Feychting 1993, Kroll (in press), UKCCS 1999, Verkasalo 1993, Schüz 2001, Olsen 1993, Tynes 1997), zwei aus USA (Preston-Martin 1996, Savitz 1988) und eine aus Japan (Saito 2010).

Exposition: Magnetfeldexposition in der Wohnung, die auf Kurz- oder Langzeitmessungen (über 24 h, 48 h oder 1 Woche) und/oder Berechnungen basierte. Verglichen wurde der arithmetische Mittelwert der Magnetfelddbelastung.

Methode: Berücksichtigt wurden Studien, die zwischen 1979 und 2010 veröffentlicht worden waren. Von insgesamt 16 Studien wurden 6 ausgeschlossen, weil sie entweder keine Messungen enthielten (Wertheimer 1979, Dockerty 1998, Lin 1994, Gurney 1996) oder andere Einschlusskriterien nicht erfüllten (Tomenius 1986, Feychting 1993, Myers 1990). Mittels logistischer Regressionsanalyse wurde untersucht, wie sich das Hirntumorrisiko bei einem Anstieg der Magnetfelddbelastung um 0.2 μ T veränderte. In den weiteren Auswertungen lag der Trennpunkt für die höchste Expositions-kategorie bei 0.3 oder 0.4 μ T, für die Referenzkategorie bei 0.1 μ T. Als potenzielle Einflussfaktoren evaluiert wurden: Alter, Geschlecht, Studie, Wohnungstyp, Urbanisierungsgrad, Anzahl der Wohnungswechsel vor dem Diagnosezeitpunkt und Sozialstatus. Ausserdem wurden verschiedene Sensitivitätsanalysen durchgeführt.

Resultat: Zur Auswertung kamen Daten von 8'372 Kindern mit Hirntumoren und 11'494 Kontrollkindern. Den

grössten Beitrag (79%) lieferte die Studie aus Grossbritannien (Kroll et al., in press). Eine Magnetfeldbelastung über 0.4 μT hatten insgesamt 18 Kinder mit Hirntumoren und 53 Kontrollkinder; in der Referenzkategorie ($<0.1 \mu\text{T}$) befanden sich 8'275 Patienten und 11'189 Kontrollkinder. Die Analysen ergaben keinen Anstieg des Hirntumorrisikos in Abhängigkeit von der Magnetfeldbelastung. Die Odds Ratios für Kinder in der Kategorie von 0.2 bis 0.4 μT lagen durchweg unter 1. In der höchsten Kategorie lagen sie teilweise über 1, wenn auch statistisch nicht signifikant. Die Hauptauswertung mit Korrektur für Alter, Geschlecht und Studie ergab für die Kategorie 0.1 bis 0.2 μT eine Odds Ratio von 0.95 (95%-CI: 0.65-1.41), für die Kategorie 0.2 bis 0.4 μT von 0.70 (95%-CI: 0.40-1.22) und für die Kategorie über 0.4 μT von 1.14 (95%-CI: 0.61-2.13). Wenn zusätzlich für den Urbanisierungsgrad der Region adjustiert wurde, lagen die Odds Ratios bei 1.00 (95%-CI: 0.53-1.89), 0.52 (95%-CI: 0.17-1.56) und 1.85 (95%-CI: 0.74-4.61). Auch die weiteren Auswertungen, unter anderem für alle Kinder mit Belastungen über 0.3 μT , ergaben keine einheitlichen Hinweise auf einen Anstieg des Hirntumorrisikos.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Auswertungen wenig Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung in der Wohnung und dem Hirntumorrisiko von Kindern liefern. Sie weisen darauf hin, dass trotz des grossen Kollektivs aus 10 epidemiologischen Studien nur wenige Kinder eine Magnetfeldbelastung über 0.4 μT hatten und die Ergebnisse daher statistisch nicht sehr stabil sind. Zudem waren die Teilnahmeraten in den Originalstudien niedrig (40 bis 80%), so dass eine Verzerrung der Resultate durch Selektionsbias nicht ausgeschlossen werden kann.

Bemerkungen: In einer früheren Meta-Analyse der Autoren von 13 Studien zum Hirntumorrisiko bei Kindern konnte ein mässiggradiger Anstieg bei Magnetfeldbelastungen über 0.3 bis 0.4 μT nicht ausgeschlossen werden: die Odds Ratio lag bei 1.68, 95%-CI: 0.83-3.43 (Mezei G.; Gadallah M.; Kheifets L.: Residential magnetic field exposure and childhood brain cancer: a meta-analysis. Epidemiology 2008: 19 (3), 424-430).

Finanzierung: Electric Power Research Institute, California; Southern California Edison; National Cancer Institute

Levitt BB, Lai H.

Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays.

Environ Rev 2010; 18: 369-395

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Radar

Schnurlostelefone

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Tiere

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Risikowahrnehmung

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zu Studien, in denen gesundheitliche Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung von Mobilfunkbasisstationen, Rundfunksendern und anderen Sendeanlagen untersucht werden.

Kollektiv: Diverse Kollektive. Neben epidemiologischen Studien werden auch Experimente an Zellkulturen und Tieren referiert.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Mobilfunkbasisstationen, Rundfunksender und andere Sendeanlagen. Frequenzbereich: 10 kHz bis 300 GHz.

Methode: Übersichtsartikel. Neben wissenschaftlich publizierten Studien werden auch Berichte von verschiedenen Gremien und Internetbeiträge berücksichtigt.

Resultat: Nach einer Darstellung der physikalischen Grundlagen und Grenzwertregelungen zur hochfrequenten Strahlung werden die Ergebnisse von experimentellen Studien an Zellen, Tieren und Menschen sowie von epidemiologischen Studien zusammengefasst. Die Resultate der epidemiologischen Studien bezüglich unspezifischer Beschwerden und Krebserkrankungen bei Anwohnern in der Umgebung von Hochfrequenzsendern werden als nicht einheitlich beurteilt. In randomisierten Doppelblindstudien mit kurzfristiger Exposition zeigten sich überwiegend keine Auswirkungen auf das Wohlbefinden oder die Gehirnleistung der Probanden. Die Erfassung der Exposition in der Bevölkerung hat sich durch den Einsatz von Personendosimetern verbessert, und es liegen inzwischen einige Daten zur durchschnittlichen Belastung im Alltag vor. Von den Autoren kritisiert wird das Fehlen von Langzeituntersuchungen und die Konzentration auf thermische Effekte der Hochfrequenzstrahlung bei der Festlegung der international geltenden Grenzwerte.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in der zitierten Literatur Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Wohlbefindens in der Umgebung von Hochfrequenzsendern. Daher fordern sie, die Belastung der Bevölkerung so niedrig wie möglich zu halten. Zudem empfehlen sie ein kontinuierliches Monitoring der Hochfrequenzexposition im Alltag.

Bemerkungen: In dieser Übersichtsarbeit werden unterschiedliche Studien (Tierversuche, Zelleexperimente, Doppelblindstudien und epidemiologische Untersuchungen) zusammengefasst. Die Studien betreffen verschiedene Sendeanlagen wie Rundfunksender und Mobilfunkbasisstationen. Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche und bei der Auswahl der zitierten Studien fehlen. Daher lässt sich die Vollständigkeit der Literaturübersicht nicht beurteilen, und es scheint sich nicht um eine systematische Review zu handeln. Auch eine Gewichtung der Resultate nach der methodischen Qualität der zugrunde liegenden Studie fehlt. Von einer Querschnittsstudie im Rahmen des deutschen Mobilfunkforschungsprogramms wird nur die erste Studienphase zitiert, in der ein Zusammenhang zwischen der Entfernung von der nächsten Mobilfunkbasisstation und der Häufigkeit von unspezifischen Symptomen bei den Anwohnern beobachtet wurde (Blettner et al. 2008). Die zweite Studienphase, in der keine Assoziation mit der gemessenen Hochfrequenzbelastung beobachtet wurde (Berg-Beckhoff et al. 2009), wird nicht erwähnt.

Finanzierung: Keine Angaben

Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N.

A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan.

Bioelectromagnetics (online ahead of print) 2011; 32 (2): 85-93

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Akustikusneurinom-Risikos bei Mobiltelefonbenutzern anhand einer Fall-Fall-Studie. Dabei wurde das Tumorrisiko auf der exponierten (ipsilateralen) und der nicht exponierten (kontralateralen) Seite für jeden Patienten verglichen.

Kollektiv: Personen, bei denen zwischen Januar 2000 und Dezember 2006 in einer von 22 neurochirurgischen Kliniken in Japan ein Akustikusneurinom diagnostiziert worden war. Die Teilnahmerate der Kliniken lag bei 32.4%.

Exposition: Die Patienten gaben an, ob und wie intensiv sie bis zu den Referenzdaten von einem Jahr und fünf Jahren vor der Diagnose des Akustikusneurinoms ein Mobiltelefon benutzt hatten. Daten von Patienten, die zu diesen Zeitpunkten bereits tumorbedingte Symptome (z.B. Hörverlust) hatten, wurden nicht ausgewertet. Als regelmässige Mobiltelefonbenutzung galt mindestens ein Anruf pro Woche seit mindestens 6 Monaten. Zusätzlich wurde die Anzahl der Telefonate pro Tag mit der durchschnittlichen Gesprächsdauer multipliziert, um den Mittelwert der Gesprächsdauer pro Tag zu berechnen. Diese drei Faktoren wurden noch nach dem Anteil des erkrankten und des nicht erkrankten Ohres gewichtet.

Methode: Die Patienten füllten einen schriftlichen Fragebogen zu ihrer Erkrankung und zur Mobiltelefonbenutzung aus. Zusätzlich lagen medizinische Informationen über die Lokalisation und Grösse des Akustikusneurinoms vor. Die Auswertung erfolgte nach der Methode von Inskip et al. (2001) unter Verwendung einer konditionalen logistischen Regression.

Resultat: Von 1589 Patienten, die die Einschlusskriterien erfüllten, nahmen 804 an der Befragung teil (51%).

Nach Ausschluss von Patienten mit beidseitigen Tumoren oder unvollständigen Informationen kamen die Daten von 787 Personen zur Auswertung (345 Männer, 442 Frauen). Das entspricht etwa 7% aller Akustikusneurinome in Japan im Studienzeitraum von 6 Jahren. Die Analyse zur Mobiltelefonbenutzung ein Jahr vor der Diagnose basierte auf 180 Patienten, zur Benutzung 5 Jahre vor der Diagnose auf 150 Patienten. Die übrigen Teilnehmer benutzten zum entsprechenden Zeitpunkt entweder noch kein Mobiltelefon oder hielten es gleichmässig an beide Seiten. Das Akustikusneurinom-Risiko lag für den Mobiltelefongebrauch ein Jahr vor der Diagnose bei 1.08 (95%-CI: 0.93-1.28), für die Benutzung fünf Jahre vor der Diagnose bei 1.14 (95%-CI: 0.96-1.40). Auch in Subgruppenanalysen nach Alter, Geschlecht oder Beginn der Telefonbenutzung ergaben sich keine statistisch signifikant erhöhten Tumorrisiken. Patienten mit einer durchschnittlichen Gesprächsdauer von mehr als 20 Minuten pro Tag hatten bezogen auf beide Zeitpunkte ein statistisch signifikant erhöhtes Tumorrisiko: 2.74 (95%-CI: 1.18-7.85) ein Jahr vor Diagnose und 3.08 (95%-CI: 1.47-7.41) fünf Jahre vor Diagnose. Ein ähnlicher Trend bestand für die Anzahl der täglichen Telefonate (fünf Jahre vor Diagnose). Von 16 Patienten, die zu beiden Zeitpunkten als "starke Benutzer" eingestuft wurden, gaben 15 an, überwiegend auf der erkrankten Seite telefoniert zu haben.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass insgesamt kein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung beobachtet wurde. Bei Personen mit durchschnittlichem Telefongebrauch von mehr als 20 Minuten pro Tag war das Risiko signifikant erhöht. Als alternative Erklärungen zur Hochfrequenzexposition durch das Mobiltelefon erwähnen die Autoren eine Verzerrung der Ergebnisse durch Selektions- oder Erinnerungsbias. Sie halten es aber für unwahrscheinlich, dass das Resultat nur darauf zurückzuführen ist.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist die niedrige Beteiligungsrate eine Einschränkung dieser Studie. Zudem benutzten 45% der Teilnehmer ein Jahr vor der Diagnose kein Mobiltelefon, fünf Jahre vor der Diagnose waren es noch ca. 70%. Daher ist die Anzahl der Personen in den Kategorien mit intensiver Telefonbenutzung klein, und die berechneten Risikoschätzer sind entsprechend instabil. Es scheint sich aber ein Risikoanstieg mit zunehmender Exposition abzuzeichnen. Eine gewisse Verzerrung durch die Tendenz der Patienten, die Telefonbenutzung auf der erkrankten Seite zu überschätzen, ist nicht auszuschliessen, aber wahrscheinlich weniger ausgeprägt als in Studien mit Vergleichen zwischen gesunden und kranken Personen. Die Auswertungen der Interphone-Studie zum Akustikusneurinomrisiko weisen in eine ähnliche Richtung wie diese Studie (vgl. unter anderem Lönn et al., 2004 und Schoemaker et al., 2005). Eine frühere Studie mit reinem Patientenvergleich betraf das Gliomrisiko bei Mobiltelefonbenutzern (Hartikka et al., 2009).

Finanzierung: Ministry of Internal Affairs and Communications

Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J.
Cell phone use and behavioural problems in young children.
J Epidemiol Community Health 2012; 66 (6): 524-529
doi: 10.1136/jech.2010.115402

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer
Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt
Land:
Schwangerschaft: Pränatale
Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung von Resultaten einer früheren Auswertung der dänischen Geburtskohorten-Studie, die auf einen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern hingewiesen hat (Divan et al., Epidemiology 2008: 19 (4), 523-529). Analysiert wurde eine neue, separate Stichprobe aus der selben Kohorte. Es sollte überprüft werden, ob es sich beim ersten Kollektiv um Familien gehandelt hatte, die besonders früh mit der Benutzung der Mobiltelefontechnik begonnen hatten und die möglicherweise unabhängig von der Mobiltelefonexposition zu Verhaltensauffälligkeiten neigten.

Kollektiv: Im Rahmen der landesweiten Geburtskohorte wurden zwischen März 1996 und November 2002 fast 100'000 Frauen in Dänemark rekrutiert. Die Befragung erfolgte zweimal während der Schwangerschaft und einmal nach der Geburt der Kinder (innerhalb von 18 Monaten). Sie betraf gesundheitsrelevante Verhaltensweisen und Umwelteinflüsse. Sieben Jahre später füllten die Mütter erneut einen Fragebogen aus, der neben Fragen zum Lebensstil, zum Sozialstatus, zu Kinderkrankheiten und Verhaltensauffälligkeiten des Kindes auch Fragen zur Mobiltelefonbenutzung der Mütter während der Schwangerschaft sowie zum Mobiltelefongebrauch der Kinder enthielt.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen während der Schwangerschaft und im frühen Kindesalter. Gefragt wurde nach Häufigkeit und Intensität der Benutzung sowie nach den Tragegewohnheiten im Stand-by-Modus und nach der Verwendung von Freisprechanlagen. Als Referenzgruppe diente jeweils die Kategorie mit der geringsten Exposition (z.B.: keine Benutzung oder ein bis zwei Telefonate pro Tag).

Methode: Das Verhalten der Kinder wurde in einem Fragebogen mit 25 Fragen erfasst. Aus der Summe der Punktwerte in den einzelnen Fragen ergaben sich drei Kategorien des Verhaltens (normal, grenzwertig,

abnormal). Die Trennpunkte zwischen den Kategorien waren im Voraus festgelegt worden (normal: 0 bis 13 Punkte, grenzwertig: 14 bis 16 Punkte, abnormal: 17 bis 40 Punkte). Die Berechnung der Odds Ratios für den Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Verhaltensstörungen erfolgte mittels logistischer Regression. In den Regressionsmodellen wurden mehrere Einflussfaktoren berücksichtigt: Geschlecht des Kindes, Alter der Mutter, psychische Erkrankungen der Mutter, Sozialstatus und Rauchen in der Schwangerschaft. Zusätzlich wurden weitere Einflussfaktoren getestet: Verhaltensauffälligkeiten bei den Eltern in der Kindheit, Alkohol- und Drogenkonsum während der Schwangerschaft, Alter des Vaters bei der Geburt, Geburtsgewicht des Kindes, Anzahl früherer Schwangerschaften, Stillgewohnheiten und Aufenthalt des Kindes in Einrichtungen der Kinderbetreuung.

Resultat: Das neue Kollektiv bestand aus 28'745 Kindern, die zwischen 1998 und 2002 in Dänemark geboren waren. Als Vergleichsgruppe dienten 12'796 Kinder aus der Vorgängerstudie (Jahrgänge: 1997 bis 1999, keine Mehrlingsgeburten). Die Teilnahmeraten lagen bei 60 bis 65%. Der Anteil der Kinder, die mit 7 Jahren ein Mobiltelefon benutzten, lag in der früheren Auswertung bei 30.5%, in der aktuellen Analyse bei 35.2%. Weniger als 1% der Kinder telefonierte über eine Stunde pro Woche. Eine Mobiltelefonexposition vor und nach der Geburt bestand bei 10.1% resp. 17.9% der Kinder, nicht exponiert waren 53.3 resp. 39.5%. Die Verhaltensbeurteilung ergab für 93.5% der Kinder in der Originalstudie und für 93% der neu rekrutierten Kinder keine Auffälligkeiten. In beiden Studien wurde das Verhalten von 3.3% als "borderline" eingestuft und von 2.9 resp. 3.1% der Kinder als "abnormal". Für Kinder mit Mobiltelefonexposition vor und nach der Geburt ergab sich im Vergleich zu Kindern ohne Mobiltelefonkontakt in beiden Auswertungen ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für Verhaltensauffälligkeiten: Im ursprünglichen Kollektiv lag die Odds Ratio bei 1.9 (95%-CI: 1.5-2.3), im neuen Kollektiv bei 1.5 (95%-CI: 1.3-1.7). Diese Auswertungen waren für die Einflussfaktoren Geschlecht des Kindes, Alter und Rauchgewohnheiten der Mutter sowie Sozialstatus und psychiatrische Erkrankungen der Mutter korrigiert. Die statistisch signifikante Assoziation zwischen der prä- und postnatalen Mobiltelefonexposition und Verhaltensauffälligkeiten bestand auch in der gemeinsamen Analyse beider Kollektive (n=41'541). Unter Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren ergab sich in dieser Auswertung eine Odds Ratio von 1.5 (95%-CI: 1.4-1.7). Auch in der getrennten Auswertung verschiedener Untergruppen (Stratifizierung) blieb der Zusammenhang mit der Mobiltelefonexposition signifikant. Zudem ergab die Auswertung der Mobiltelefonbenutzung während der Schwangerschaft Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Auswertung der neuen Stichprobe die Resultate der Vorgängerstudie bestätigt. Die Odds Ratio für Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern mit prä- und postnataler Mobiltelefonbelastung lag mit 1.5 etwas niedriger als in der früheren Studie (1.9), war aber statistisch signifikant. Die Berücksichtigung zusätzlicher Einflussfaktoren veränderte das Resultat kaum, und der Zusammenhang scheint sich nicht auf Familien mit besonders früher Benutzung der Technologie zu beschränken. Zu weiteren Abklärung des beobachteten Zusammenhangs empfehlen die Autoren Studien mit genauerer Erfassung der Mobiltelefonbenutzung und der daraus resultierenden Hochfrequenzexposition.

Bemerkungen: In den Auswertungen wurden zahlreiche Einflussfaktoren berücksichtigt, und die Dosis-Wirkungsbeziehung spricht für einen realen Zusammenhang. Die Analyse der einzelnen Geburtsjahrgänge zeigt allerdings eine kontinuierliche Abnahme der Odds Ratios von 2.2 für das Geburtsjahr 1998 bis 1.4 für die Geburtsjahre 2001 und 2002. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass es sich bei Familien mit sehr frühem Beginn der Mobiltelefonbenutzung doch um ein spezielles Kollektiv handelt, in dem aus anderen Gründen

häufiger Verhaltensauffälligkeiten auftreten. Eine methodische Einschränkung ist, dass die Mütter erst zu ihrer Mobiltelefonbenutzung befragt wurden, als die Kinder bereits sieben Jahre alt waren. Die Genauigkeit der Angaben zu Anzahl und Dauer der Telefonate während der Schwangerschaft ist daher fraglich. Zudem könnte das Verhalten von Kindern auch durch andere Aspekte der Mobiltelefonbenutzung beeinflusst werden, die nicht zu einer Hochfrequenzbelastung des Kopfes führen, z.B. durch Handy-Spiele oder Musikhören. Eine Kohortenstudie aus Spanien zeigte keinen Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung der Mütter und der neurologischen Entwicklung der Kinder im Alter von 14 Monaten (Vrijheid et al., Epidemiology 2010: 21 (2), 259-262).

Finanzierung: The Age-7 Questionnaire was financially supported by the Lundbeck Foundation (195/04) and the Danish Medical Research Council (SSVF 0646). Support for this work was provided by the UCLA School of Public Health, research innovation seed grant (4565963LK19914) and by an NIH/NIEHS grant (R21ES016831).

Szemerszky R, Köteles F, Lihi R, Bardos G.

Polluted places or polluted minds? An experimental sham-exposure study on background psychological factors of symptom formation in 'Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields'.

Int J Hyg Environ Health 2010; 213 (5): 387-394

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung des Nozebo-Effekts bei Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS) und Evaluation von psychologischen Faktoren, die eine Entwicklung von EHS begünstigen könnten.

Kollektiv: 40 Probanden (Studenten, Durchschnittsalter: 22.8 Jahre, 29 Frauen).

Exposition: Unter dem Stuhl der Probanden befanden sich zwei Helmholtz-Spulen, die 50 Hz-Felder erzeugen konnten, aber nicht an den Strom angeschlossen waren. Es fand keine reale Exposition statt, aber zwei Durchgänge mit Scheinexposition von jeweils 10 Minuten. Die Probanden erhielten die Information, dass es sich im ersten Durchgang um schwache Felder handelte und im zweiten um sehr starke Felder im Rahmen der Grenzwerte.

Methode: Vor der Testung beantworteten die Probanden mehrere psychologische Fragebögen zu ihrer Persönlichkeitsstruktur, zu EHS und zu erwarteten Symptomen (Skalen mit 5 Stufen). Während der Scheinexposition wurde das Auftreten von Symptomen (4-Punkte-Skala) und die Einschätzung der Feldsituation registriert. Erfragt wurden 19 häufig von Personen mit EHS genannte Symptome und ein untypisches Symptom. Die statistische Auswertung erfolgte mittels t-Tests, Wilcoxon-Tests und Ein-Weg-Varianzanalyse (ANOVA).

Resultat: Personen mit höheren EHS-Werten berichteten mehr Symptome, aber nicht häufiger auch eine Feldwahrnehmung. Während der vermeintlich stärkeren Exposition gaben die Probanden statistisch signifikant mehr Beschwerden an als bei der angeblich schwächeren Befeldung ($p < 0.001$). Die Ängstlichkeit unterschied sich zwischen den beiden Durchgängen nicht. Bei "stärkerer" Exposition berichteten die Probanden häufiger über eine Feldwahrnehmung ($p = 0.003$). Das Persönlichkeitsmerkmale der Somatisierung korrelierte mit dem Ausmass der Symptome. Ebenfalls mehr Beschwerden traten bei Frauen auf und bei Teilnehmern mit

niedrigerer Motivation zur Teilnahme an der Studie. Eine Assoziation mit der eigenen Einschätzung bezüglich EHS ergab sich nur für die somatosensorische Verstärkung.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen die Resultate als Bestätigung dafür, dass Nozebo-Effekte eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Symptomen im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern spielen. Das gelte besonders für Personen mit Tendenz zu Somatisierung und somatosensorischer Verstärkung.

Bemerkungen: Unklar ist, warum kein Vergleich mit einem Durchgang "ohne" Exposition durchgeführt wurde. Die Durchgänge erfolgten nicht in randomisierter und ausgeglichener Reihenfolge. Dies könnte das Ausmass der Beschwerden im letzten Durchgang mit "starker Exposition" beeinflusst haben.

Neubauer G, Cecil S, Giczi W, Petric B, Preiner P, Fröhlich J, Rösli M.
The association between exposure determined by radiofrequency personal exposimeters and human exposure: a simulation study.
Bioelectromagnetics 2010; 31 (7): 535-545

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Schnurlostelefone	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa
Studientyp: Wireless LAN, Wi-Fi Exposition, Methodik		

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Olsen J.

The interphone study: Brain cancer and beyond.

Bioelectromagnetics 2010; 32 (2): 164-167

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Sauter C, Dorn H, Bahr A, Hansen ML, Peter A, Bajbouj M, Danker-Hopfe H.

Effects of exposure to electromagnetic fields emitted by GSM 900 and WCDMA mobile phones on cognitive function in young male subjects.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (3): 179-190

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Shum M, Kelsh MA, Sheppard AR, Zhao K.

An evaluation of self-reported mobile phone use compared to billing records among a group of engineers and scientists.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (1): 37-48

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter J, Pauser G.

Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A.

Biomed Environ Sci 2010; 23 (3): 199-207

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Immunsystem

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Bak M, Dudarewicz A, Zmyslony M, Sliwinska-Kowalska M.
Effects of GSM signals during exposure to event related potentials (ERPs).
Int J Occup Med Environ Health 2010; 23 (2): 191-199

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Baldi I, Coureau G, Jaffre A, Gruber A, Ducamp S, Provost D, Lebailly P, Vital A, Loiseau H, Salamon R. Occupational and residential exposure to electromagnetic fields and risk of brain tumours in adults: A case-control study in gironde, France.

Int J Cancer 2011; 129 (6): 1477-1484

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie in Frankreich zur Untersuchung des Hirntumorrisikos in Abhängigkeit von der Belastung mit niederfrequenten Feldern am Arbeitsplatz und zu Hause.

Kollektiv: 221 Personen mit ZNS-Tumoren (105 Gliome, 67 Meningeome, 33 Neurinome, 16 weitere) in der Gironde im Südwesten von Frankreich, die im Zeitraum von 1.5.1999 bis 30.5. 2001 diagnostiziert worden waren (CEREPHY-Studie), dazu 442 gleichaltrige Personen von gleichem Geschlecht aus der Allgemeinbevölkerung, nach dem Zufallsprinzip aus Wahllisten ausgewählt.

Exposition: Berufliche Belastung: Zwei unabhängige und verblindete Arbeitsmediziner beurteilten für jede angegebene Arbeitsstelle die Art der EMF-Belastung (hochfrequent, niederfrequent), die Dauer (Zahl der Jahre) und die Wahrscheinlichkeit der Exposition (nicht, möglicherweise, wahrscheinlich, sicher). Diese Einschätzung wurde in einem zweiten Schritt mit derjenigen einer schwedischen Berufsbelastungs-Matrix verglichen. Häusliche Belastung: Jede Wohnung wurde geocodiert und die Distanz zur nächsten Hochspannungsleitung bestimmt, wenn sie in weniger als 100 m Entfernung lag.

Methode: Die Teilnehmenden wurden in einem Interview nach allen Wohnorten gefragt, in denen sie mehr als 1 Jahr gelebt sowie nach allen Stellen, an denen sie mindestens 6 Monate gearbeitet hatten. Ferner wurden sie nach der Schulbildung, Zivilstand, Rauchen, Alkoholkonsum, medizinischer Anamnese (andere Krebsarten, Hirntrauma), nach elektromagnetischen Feldern, Pestizidexposition, Chemikalien und der Verwendung eines Mobiltelefons gefragt. Bedingte logistische Regressionsanalyse zur Untersuchung der Abhängigkeit des Hirntumorrisikos von der EMF-Belastung im Beruf (jemals/nie, sowie von den Quartilen der kumulierten Belastung). Ebenfalls berücksichtigt wurde die Nähe zu einer Hochspannungsleitung (ja/nein), ob es sich um

einen städtischen oder ländlichen Wohnort handelte und die weiteren erfragten Faktoren, wenn diese in der univariaten Analyse mit dem Hirntumorrisiko mit $p < 0.25$ assoziiert waren.

Resultat: Insgesamt 115 Teilnehmer (17.3%) waren jemals im Beruf elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, davon 101 niederfrequenten und 35 hochfrequenten Feldern. Die meisten Personen, die hochfrequenten Feldern ausgesetzt waren, waren auch niederfrequenten Feldern ausgesetzt. Die Wahrscheinlichkeit wurde bei 57.4% als möglich, 23.5% als wahrscheinlich und 19.1% als sicher eingestuft. Die Odds Ratio für einen Hirntumor in Abhängigkeit von der beruflichen EMF-Belastung betrug 1.52 (95%-CI: 0.92-2.51); für niederfrequente Felder allein 1.59 (95%-CI: 0.97-2.61). Wenn separat nach Tumortypen aufgeschlüsselt wurde, ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen niederfrequenten Feldern und Meningeomen mit einer OR von 3.02 (95%-CI: 1.10-8.25), die auf 13 exponierten Fällen basierte. In der höchsten Belastungskategorie betrug diese OR sogar 6.82 (95%-CI: 1.01-45.96), aber es bestand kein Trend über die vier Belastungsquartile. Nur 36 Teilnehmer wohnten in weniger als 100 m Entfernung von einer Hochspannungsleitung, dies war mit einer erhöhten Odds Ratio für Meningeome verbunden (OR 2.99, 95%-CI: 0.86-10.40).

Schlussfolgerung: Die Autoren weisen auf das ähnliche Ergebnis der beruflichen Belastung mit niederfrequenten Feldern und der Distanz zu einer Hochspannungsleitung bezüglich des Meningeomrisikos hin. Sie halten einen kausalen Zusammenhang trotz der fehlenden Signifikanz für möglich. Sie empfehlen weitere grössere Studien zu diesem Zusammenhang, nicht wie bisher nur an Männern (berufliche Belastung) oder Kindern (Wohnsitztreue), da Meningeome bei erwachsenen Frauen häufiger sind.

Bemerkungen: Alle weiteren Einflussfaktoren wurden nur sehr grob kategorisiert in die Analyse einbezogen (ja/nein). Bei der häuslichen oder nicht beruflichen Belastung wird (ausser bei der Mobiltelefonverwendung) nur gerade die Distanz der Wohnung zu einer Stromleitung einbezogen. Für irgendwelche Aussagen über hochfrequente Felder oder Mobiltelefone ist das Kollektiv zu klein. Mehr als eine Vermutung kann auch hinsichtlich der beruflichen Belastung mit niederfrequenten Feldern und der Assoziation mit Meningeomen nicht geäußert werden. Die Autoren sind aber an einer grösseren Fall-Kontrollstudie in Frankreich beteiligt, die die dreifache Anzahl an Meningeompatienten einschliessen wird. Dies wird dann auch eine genauere Analyse der Belastungs-Risiko-Kurve und den Einbezug von mehreren Störgrössen gleichzeitig ermöglichen.

Finanzierung: Französisches Arbeitsministerium, Krebsliga und weitere gemeinnützige Stiftungen.

Berg-Beckhoff G, Heyer K, Kowall B, Breckenkamp J, Razum O.

The views of primary care physicians on health risks from electromagnetic fields.

Dtsch Arztebl Int 2010; 107 (46): 817-823

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Patienten-, Registerdaten

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Cooke R, Laing S, Swerdlow AJ.

A case-control study of risk of leukaemia in relation to mobile phone use.

Br J Cancer 2010; 103 (11): 1729-1735

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Dubey RB, Hanmandlu M, Gupta SK.
Risk of brain tumors from wireless phone use.
J Comput Assist Tomogr 2010; 34 (6): 799-807

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über die Resultate der epidemiologischen Studien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen.

Methode: Übersichtsartikel basierend auf Fall-Kontrollstudien, die bis 2009 veröffentlicht wurden.

Resultat: Dargestellt und diskutiert werden hauptsächlich die Ergebnisse der Interphone-Studie und der schwedischen Forschergruppe um L. Hardell. Hervorgehoben werden die nicht übereinstimmenden Resultate der beiden Untersuchungsreihen. Die Auswertungen von Hardell ergaben ein ungefähr verdoppeltes Tumorrisiken bei Personen, die seit mehr als 10 Jahren ein Mobiltelefon benutzten. In der Interphone-Studie zeigte sich für Personen mit ipsilateraler Benutzung über mehr als 10 Jahre ebenfalls ein leichter Risikoanstieg für bestimmte Hirntumore (Gliome), insgesamt aber kein Zusammenhang. Es wird auf methodische Schwächen der Interphone-Studie hingewiesen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko nicht ausgeschlossen werden kann und empfehlen Massnahmen zur Reduktion der Exposition, z.B. SMS schreiben statt Telefonieren.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Übersichtsarbeit, das Vorgehen bei der Literatursuche wird nicht beschrieben. Die Diskussion der methodischen Qualität ist nicht ausgewogen. Einige

Aussagen zu Risiken der Mobiltelefonbenutzung werden nicht mit Quellenangaben belegt, andere sind unklar oder widersprüchlich. Die Gesamtergebnisse der Interphone-Studie (International Journal of Epidemiology 2010, 39 (3): 675-694) sind noch nicht berücksichtigt.

Finanzierung: Keine Angaben

Gousias K, Markou M, Voulgaris S, Goussia A, Voulgari P, Bai M, Polyzoidis K, Kyritsis A, Alamanos Y. Descriptive epidemiology of cerebral gliomas in northwest Greece and study of potential predisposing factors, 2005-2007.

Neuroepidemiology 2009; 33 (2): 89-95

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K.

Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study.

Environ Health (online publication) 2010; 9 (75)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Joseph W, Verloock L.

Influence of mobile phone traffic on base station exposure of the general public.

Health Phys 2010; 99 (5): 631-638

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Jurewicz J, Hanke W, Radwan M, Bonde JP.
Environmental factors and semen quality.
Int J Occup Med Environ Health 2009; 22 (4): 305-329

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kheifets L, Swanson J, Kandel S, Malloy TF.

Risk governance for mobile phones, power lines, and other EMF technologies.

Risk Anal 2010; 30 (10): 1481-1494

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, Kuster N, Nilsson JP, Arnetz B.
Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms.
Bioelectromagnetics 2011; 32 (1): 4-14

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Unmittelbar	Europa

Studientyp:
Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das EEG im Schlaf und die Schlafstadien. Die Auswertungen erfolgten im Rahmen einer schwedischen Provokationsstudie, von der bereits Resultate zu diversen Endpunkten veröffentlicht wurden (Arnetz et al. 2007, Hillert et al. 2008, Wiholm et al. 2009).

Kollektiv: 23 Personen mit mobiltelefonbezogenen Beschwerden, darunter 15 Frauen, Durchschnittsalter: 27 Jahre. Kontrollgruppe: 25 Personen, darunter 12 Frauen, Durchschnittsalter: 29 Jahre.

Exposition: Simulation der maximalen Exposition während eines dreistündigen Telefonats mit einem GSM-Mobiltelefon. Frequenz: 884 MHz, zeitlich gemittelter Spitzenwert der räumlichen SAR über 10 g Gewebe: 1.4 W/kg. Die Exposition erfolgte über eine Patch-Antenne an der linken Seite des Kopfes. Die Exposition fand vor dem Schlafengehen statt (19:30 bis 22:30 Uhr). Während der Exposition wurden Hirnleistungstests durchgeführt.

Methode: Doppelt verblindete Crossover-Studie. Alle Teilnehmer wurden exponiert und scheinexponiert, der Abstand zwischen den beiden Sitzungen betrug mindestens eine Woche. Die polysomnographische Aufzeichnung des Schlaf-EEGs begann um 23:30 und endete am nächsten Morgen um 6:30 Uhr. Ebenfalls registriert wurden Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG) und Elektrookulogramm (EOG). Die Auswertung der Schlafparameter erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) für wiederholte Messungen.

Resultat: Die Auswertung der beiden Teilnehmergruppen gemeinsam ergab nach der realen Mobiltelefonexposition ein statistisch signifikant längeres Schlafstadium 2 (im Durchschnitt plus 8.3 Minuten (4%), $p=0.044$) und eine kürzere Dauer der Schlafstadien 3 und 4, dem so genannten "Slow-wave"-Schlaf (minus 9.5 Minuten (12%), $p=0.014$). Die Latenzzeiten vom Schlafbeginn bis Stadium 2 waren länger als bei Scheinexposition ($p=0.008$). Es bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der Gruppe mit

Beschwerden und der Kontrollgruppe. Bezüglich der EEG-Aktivität zeigte sich im Schlafstadium 2 nach der Mobiltelefonexposition eine signifikante Zunahme in den Frequenzbereichen 0.5 bis 1.5 Hz, 4.75 bis 8.25 Hz und 5.75 bis 10.5 Hz. Diese Bereiche gehören zu den Delta-, Theta- und Alpha-Frequenzbändern der Hirnströme im EEG. Auch diese Differenzen betrafen die Gesamtwertung und unterschieden sich nicht zwischen den beiden Gruppen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen eine Bestätigung der früher beobachteten Erhöhung der Alpha-Aktivität im Schlaf-EEG, und Hinweise auf eine mässige Beeinträchtigung des "Slow-wave"-Schlafes. Die Zunahme der Alpha-Aktivität passt zu den Ergebnissen frühere Studien (z.B. Huber et al. 2003, Loughran et al. 2005, Regel et al. 2007). Die Veränderungen des "Slow-wave"-Schlafes wurden bisher noch nicht beobachtet. Die Autoren weisen darauf hin, dass sich die Ergebnisse nicht zwischen Personen mit und ohne mobiltelefonbezogene Beschwerden unterschieden.

Bemerkungen: Methodische Limitationen der Studie sind, dass die Reihenfolge der Expositionen nicht ganz ausgeglichen war (23 Personen begannen mit Exposition und 25 mit Scheinexposition) und dass die Daten von einigen Personen aus technischen oder medizinischen Gründen in der Schlafanalyse nicht ausgewertet werden konnten. Die Expositionsdauer war aber länger und höher als in anderen Provokationsstudien. Die gesundheitliche Relevanz der beobachteten Veränderungen ist unklar.

Finanzierung: Mobile Manufacturers Forum (MMF); Helsinki University acted as a firewall.

Nieto-Hernandez R, Williams J, Cleare AJ, Landau S, Wessely S, Rubin GJ.

Can exposure to a terrestrial trunked radio (TETRA)-like signal cause symptoms? A randomised double-blind provocation study.

Occup Environ Med 2011; 68 (5): 339-344

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Hautreaktionen Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Exposition gegenüber einem TETRA-Funkgerät und unspezifischen Symptome.

Kollektiv: Rekrutiert wurden Personen, die mindestens einmal pro Woche ein TETRA-Funkgerät ("Terrestrial Trunked Radio") benutzten. Das TETRA-System wird in Grossbritannien für den Polizeifunk verwendet.

Exposition: Funkgerät mit TETRA-Signal (Pulsfrequenz: 17.6 Hz) oder kontinuierliches Signal am linken Ohr (Trägerfrequenz bei beiden: 385 MHz), mittlere Sendeleistung jeweils 250 mW, max. SAR10: 1.3 W/kg.

Methode: Die Teilnehmer absolvierten in zufälliger Reihenfolge drei Durchgänge: einmal mit TETRA-Funkgerät, einmal mit einem kontinuierlichen Signal der selben Frequenz und einmal bei Scheinexposition. Die Exposition dauerte jeweils 50 Minuten, die Befragung zum Befinden fand vor und nach der Belastung sowie im Verlauf nach 5, 15, 30 und 50 Minuten statt. Die erfragten 9 Symptome waren: Kopfschmerz, Müdigkeit, Schwindel, Übelkeit; Wärmegefühl oder Brennen auf der Haut; Juckreiz, Kribbeln, Stechen oder Taubheitsgefühl; Irritation, Ängstlichkeit oder depressive Stimmung; Konzentrations- oder Denkprobleme; Stimmungslage vor und nach der Exposition.

Resultat: Nach Korrektur für multiple Testung ergaben die Auswertungen keine statistisch signifikanten Einflüsse der TETRA-Exposition oder des kontinuierlichen Signals auf 8 von 9 Symptomen. Juckreiz, Kribbeln, Stechen oder Taubheitsgefühl der Haut nahmen bei Exposition gegenüber dem kontinuierlichem Signal in der EHS-Gruppe ab ($p=0.03$). Beim TETRA-Signal wurde dieser Effekt nicht beobachtet. Es bestand keine Evidenz dafür, dass EHS- oder Kontrollpersonen die Felder wahrnehmen konnten. Das galt auch für die Differenzierung zwischen TETRA-Signal oder kontinuierlichem Signal.

Schlussfolgerung: Anhand der Ergebnisse sehen die Autoren keinen Zusammenhang zwischen der Exposition durch ein TETRA-Funkgerät und dem Auftreten von Symptomen.

Bemerkungen: In Abb. 4 der Publikation scheint das Niveau des Symptoms "Juckreiz, Kribbeln, Stechen oder Taubheitsgefühl der Haut" in der EHS-Gruppe bei TETRA-Exposition deutlich höher zu sein als bei kontinuierlichem Signal oder Scheinexposition. Auf diese Differenz gehen die Autoren nicht ein.

Finanzierung: Mobile Telecommunications and Health Research programme, UK

Panda NK, Jain R, Bakshi J, Munjal S.

Audiologic disturbances in long-term mobile phone users.

J Otolaryngol Head Neck Surg 2010; 39 (1): 5-11

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Parazzini M, Lutman ME, Moulin A, Barnel C, Sliwinska-Kowalska M, Zmyslony M, Hernadi I, Stefanics G, Thuroczy G, Ravazzani P.

Absence of short-term effects of UMTS exposure on the human auditory system.

Radiat Res 2010; 173 (1): 91-97

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Parazzini M, Sibella F, Lutman ME, Mishra S, Moulin A, Sliwinska-Kowalska M, Woznicka E, Politanski P, Zmyslony M, Thuroczy G, Molnar F, Kubinyi G, Tavartkiladze G, Bronyakin S, Uloziene I, Uloza V, Gradauskiene E, Ravazzani P.

Effects of UMTS cellular phones on human hearing: results of the European project EMFnEAR.

Radiat Res 2009; 172 (2): 244-251

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Thomas S, Benke G, Dimitriadis C, Inyang I, Sim MR, Wolfe R, Croft RJ, Abramson MJ.
Use of mobile phones and changes in cognitive function in adolescents.
Occup Environ Med 2010; 67 (12): 861-866

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Zentralnervensystem
	Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Kohortenstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die kognitiven Leistungen von Jugendlichen. Die Untersuchung fand im Rahmen der australischen MoRPhEUS-Studie statt (vgl.: Inyang et al., BMC Med Res Methodol 2009: 9, 36). Die Querschnittsauswertung zu Beginn der Studie hatte eine Assoziation zwischen der Mobiltelefonbenutzung und schnelleren, aber weniger korrekten Antworten in komplexeren Hirnleistungstests ergeben (Abramson et al., Bioelectromagnetics 2009: 30 (8), 678-686). Für die vorliegende, longitudinale Analyse wurden die Jugendlichen nach einem Jahr erneut getestet.

Kollektiv: Schüler und Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren aus zufällig ausgewählten Klassen von 20 repräsentativen Sekundarschulen in Melbourne (7. Schuljahr). Die Baseline-Befragung erfolgte von 2005 bis 2006, die Follow-up Erhebung von 2006 bis 2007.

Exposition: Als Expositionsmasse dienten die Gesamtzahlen an Mobiltelefonaten und SMS-Kurznachrichten pro Woche (erhalten und getätigt) gemäss Angaben der Jugendlichen.

Methode: Zu beiden Erhebungszeitpunkten absolvierten die Jugendlichen eine computergestützte Testbatterie mit 7 Tests zur kognitiven Leistung ("CogHealth") und den "Stroop"-Aufmerksamkeitstest. Die Testbatterie enthielt Aufgaben zu psychomotorischen Funktionen, visueller Aufmerksamkeit, exekutiven Funktionen und Gedächtnis. Zusätzlich füllten die Teilnehmer einen Fragebogen zu ihrer Mobiltelefonbenutzung und zu soziodemographischen Charakteristika aus. Die statistischen Auswertungen betrafen 2 Fragestellungen: 1) Besteht ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung am Anfang der Studie und Veränderungen der kognitiven Leistung innerhalb eines Jahres? 2) Führt ein Anstieg der Exposition zu einer Veränderung der

Hirnleistung? Für diese Analyse wurden die Expositionsvariablen dichotomisiert: 0=Abnahme oder gleiche Anzahl, 1=Anstieg der Telefonate oder SMS in der zweiten Befragung. Die Auswertungen erfolgten in linearen Regressionsmodellen, die auf generalisierten Schätzgleichungen beruhten. Als zusätzliche Einflussfaktoren enthielten die Modelle Alter, Geschlecht, Ethnizität, Wachstum und Zeitabstand seit der ersten Befragung, und Sozialstatus.

Resultat: Von 479 Schülern, die eine Einladung erhielten, nahmen 317 (66%) an der ersten Untersuchung teil und 238 (50%) an beiden Testungen. In die Analyse kamen Daten von 232 Jugendlichen, der Median der Altersverteilung lag bei 13.8 Jahren. Der Anteil der Mobiltelefonbenutzer stieg von 75% auf 86%. Der Median der Anrufe pro Woche nahm von 8 (IQR: 4-16) auf 10 (IQR: 5-21) zu. Der Median der SMS-Nachrichten stieg ebenfalls von 8 (IQR: 2-20) auf 10 (IQR: 4-20). Bei insgesamt 9 kognitiven Tests waren die Reaktionszeiten in 2 Arbeitsgedächtnis-Tests nach einem Jahr bei den Jugendlichen statistisch signifikant länger, die zu Beginn der Studie mehr Telefonate angegeben hatten. Bezüglich SMS-Anzahl bestand diese Assoziation nur für einen der beiden Tests. Jugendliche, deren Anzahl an Telefonaten im Beobachtungszeitraum zunahm, hatten in einem Arbeitsgedächtnis-Test kürzere Reaktionszeiten als Jugendliche, die ihr Mobiltelefon gleich viel oder weniger verwendeten als zu Beginn der Studie. Die einfache Reaktionszeit war in dieser Gruppe dagegen länger. Für die anderen Tests oder die Anzahl der SMS bestanden keine signifikanten Zusammenhänge. Die Korrektheit der Antworten hing nicht mit der Mobiltelefonbenutzung zusammen, aber die Fehlerraten waren insgesamt sehr niedrig.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf Veränderungen der Reaktionszeiten bei Jugendlichen im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung vor einem Jahr. Ausserdem beobachteten sie einige Veränderungen bei Zunahme der Telefonate im Verlauf eines Jahres. Da der Expositionsanstieg hauptsächlich Jugendliche betraf, die zu Beginn der Studie wenig telefonierte hatten, führen die Autoren die Veränderungen eher auf einen Ausgleich zwischen den Benutzergruppen ("regression to the mean") zurück als auf die Hochfrequenzexposition.

Bemerkungen: Es handelt sich um die erste Studie zu dieser Fragestellung über einen Beobachtungszeitraum von einem Jahr. Dadurch lässt sich die zeitliche Abfolge von Exposition und Veränderung der Zielgrösse besser beurteilen als bei Querschnittsstudien. Eine methodische Limitation ist, dass die beiden Expositionsmasse auf Angaben der Jugendlichen beruhen, eine weitere die Beteiligungsrate von ca. 50%. Zudem wurden zahlreiche Tests durchgeführt und keine Korrektur für multiple Testung angewendet. Auch die unterschiedliche Richtung der Veränderungen (mehr oder weniger Abnahme der Reaktionszeiten) und die Assoziation mit der Anzahl an SMS spricht eher gegen Effekte der Hochfrequenzstrahlung. Die Aussage, dass der Anstieg der Mobiltelefonbenutzung hauptsächlich Jugendliche mit anfänglich geringer Benutzung betroffen habe und die Annahme einer Latenzperiode bis zum Auftreten der Effekte, lassen sich anhand der publizierten Daten nicht nachvollziehen.

Finanzierung: The study and Geza Benke were supported by the National Health and Medical Research Council (NHMRC) of Australia.

Yakymenko I, Sidorik E.

Risks of carcinogenesis from electromagnetic radiation of mobile telephony devices.

Exp Oncol 2010; 32 (2): 54-60

Stichwörter	Kollektiv:	Zielgrösse:
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Tumoren: Brustkrebs Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Tumoren: weitere Zellbiologie, DNA-Schäden Zentralnervensystem
Exposition:	Wirkungsdauer:	Land:
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone	Nicht bestimmt	Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp:		
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über aktuelle Studien zum Krebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Diverse Kollektive von epidemiologischen Studien in verschiedenen Ländern.

Exposition: Diverse Hochfrequenzexpositionen, unter anderem durch Mobiltelefonbenutzung, Mobilfunkbasisstationen und Rundfunksender.

Methode: Berücksichtigt wurden überwiegend Publikationen aus Zeitschriften mit Begutachtungsverfahren (peer review). Neben epidemiologischen Studien zur Mobiltelefonbenutzung werden auch andere Untersuchungen zitiert, z.B. Tier- und Zellexperimente.

Resultat: Die meisten Studien untersuchten den Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko. Die schwedische Forschergruppe um L. Hardell beobachtete in mehreren Studien signifikant erhöhte Hirntumorrisiken bei Langzeitbenutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen. Die Assoziationen bestanden für Digital- und Analogtelefone und betrafen das Meningeom-, Gliom- und Akustikusneurinom-Risiko. Für die zum Telefonieren bevorzugte Kopfseite waren die Odds Ratios höher als für die gegenüberliegende Seite. In anderen Studien wurden Zusammenhänge mit dem Risiko für Tumoren der Speicheldrüse, für Non-Hodgkin-Lymphome oder Aderhautmelanome beobachtet. Zwei weitere Studien weisen auf höhere Krebsraten in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen hin. In Tier- und Zellstudien werden biophysikalische Modelle für Auswirkungen hoch- und niederfrequenter Felder auf biologische Organismen evaluiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den zitierten Studien genügend Hinweise auf gesundheitliche Risiken

der Hochfrequenzexposition, um strengere Begrenzungen zu fordern. Sie empfehlen, die Mobiltelefonbenutzung vor allem für Kinder einzuschränken.

Bemerkungen: Bei diesem Artikel handelt es sich nicht um eine systematische Übersichtsarbeit, sondern um eine Auswahl von Studien, die auf Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Hochfrequenzexpositionen und verschiedenen Krebsrisiken hinweisen. Es werden keine Angaben über das Vorgehen bei der Literatursuche gemacht (Datenbanken, Zeitraum, Ein-/Ausschlusskriterien?). Beispielsweise zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern werden fast ausschliesslich Studien der schwedischen Forschergruppe um Hardell zitiert, alle Ergebnisse der INTERPHONE-Studie fehlen. Die Publikation bietet also keinen ausgewogenen Überblick über die wissenschaftliche Literatur. Ausserdem werden alle Odds Ratios ohne dazugehörige Vertrauensintervalle zitiert, so dass ihre statistische Signifikanz nicht beurteilt werden kann. Insgesamt ist die Aussagekraft dieses Artikels sehr gering.

Finanzierung: Partial financial support of Fulbright Scholar Program, USA.

Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cvetkovic D, Cosic I.

The effect of GSM-like ELF radiation on the alpha band of the human resting EEG.

Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2008; 2008: 5680-5683

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Cook CM, Saucier DM, Thomas AW, Prato FS.

Changes in human EEG alpha activity following exposure to two different pulsed magnetic field sequences.

Bioelectromagnetics 2009; 30 (1): 9-20

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Auger N, Joseph D, Goneau M, Daniel M.

The relationship between residential proximity to extremely low frequency power transmission lines and adverse birth outcomes.

J Epidemiol Community Health 2011; 65 (1): 83-85

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Auswirkungen der Magnetfeldbelastung der Mutter am Wohnort auf den Verlauf der Schwangerschaft.

Kollektiv: Es lagen Daten von 707'215 Kindern vor, die zwischen 1990 und 2004 in Montréal oder Québec geboren waren (keine Mehrlingsgeburten).

Exposition: Distanz zwischen Wohnort und Freileitungen gemäss geokodierten Daten (Luftlinie). Als Kategorien definiert wurden: <50 m, 50 bis 74.9 m, 75 bis 99.9 m, 100 bis 149.9 m, 150 bis 399.9 m und $\geq$ 400 m.

Methode: Ausgewertet wurde das Risiko von Frühgeburten (Gestationsalter <37 Wochen), geringem Geburtsgewicht (<2500 g) und mangelndem Wachstum während der Schwangerschaft (Geburtsgewicht <10%-Perzentile des geschlechtsspezifischen Gestationsalters) sowie das Geschlecht des Kindes. Zusätzlich wurde der Sozialstatus gemäss Ausbildung der Mutter und medianem Einkommen pro Haushalt im Wohnviertel evaluiert. Als weitere Einflussfaktoren berücksichtigt wurden diverse demographische Charakteristika. Die statistische Auswertung erfolgte mittels "generalised estimating equations".

Resultat: In einem Abstand von maximal 400 m bis zur nächsten Freileitung wohnten 17% der Familien. Bezüglich der soziodemographischen Charakteristika bestanden keine systematischen Unterschiede zu Familien, die mehr als 400 m von einer Freileitung entfernt wohnten. Der statistische Vergleich ergab kein erhöhtes Risiko für Frühgeburten oder niedriges Geburtsgewicht bei Kindern von Frauen in der Nähe von Freileitungen (alle Odds Ratios bei 1). Auch das Geschlechterverhältnis der Kinder unterschied sich nicht. Kinder mit zu geringem Wachstum während der Schwangerschaft (<10%-Perzentile des Gestationsalters) kamen bei Familien in der Nähe

von Freileitungen signifikant seltener vor als bei weiter entfernt Lebenden (ORs 0.88 bis 0.96).

Schlussfolgerung: Die Schlussfolgerung der Autoren ist, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der häuslichen Magnetfeldbelastung durch Stromleitungen und dem Auftreten der untersuchten Schwangerschaftskomplikationen oder mit dem Geschlecht des Kindes beobachtet wurde. In weiteren Studien zur beruflichen Magnetfeldbelastung empfehlen sie die Berücksichtigung des Sozialstatus.

Bemerkungen: In der Studie konnten keine anderen Quellen niederfrequenter Magnetfelder oder andere Einflussfaktoren, beispielsweise Rauchen der Mutter, berücksichtigt werden. Die wenig detaillierte Expositionserfassung könnte zu einer Unterschätzung der Assoziation geführt haben. Das Risiko von Totgeburten wurde von der selben Forschergruppe untersucht in Auger et al., Stillbirth and residential proximity to extremely low frequency power transmission lines: a retrospective cohort study. Occup Environ Med 2011; doi: 10.1136/oemed-2011-100031.

Finanzierung: Not funded by an external source.

Barth A, Ponocny I, Ponocny-Seliger E, Vana N, Winker R.

Effects of extremely low-frequency magnetic field exposure on cognitive functions: results of a meta-analysis.

Bioelectromagnetics 2010; 31 (3): 173-179

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Behrens T, Lynge E, Cree I, Sabroe S, Lutz JM, Afonso N, Eriksson M, Guenel P, Merletti F, Morales-Suarez-Varela M, Stengrevics A, Fevotte J, Llopis-Gonzalez A, Gorini G, Sharkova G, Hardell L, Ahrens W.

Occupational exposure to electromagnetic fields and sex-differential risk of uveal melanoma.

Occup Environ Med 2010; 67 (11): 751-759

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Transformatoren

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Multizentrische bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie an Patienten mit Melanomen der Aderhaut des Auges (Uvea). Untersuchung eines geschlechtsspezifischen Risikos durch berufliche Belastung mit niederfrequenten Feldern.

Kollektiv: 293 neu diagnostizierte Fälle von Uvea-Melanom (ICD-9 190.0, 190.8, 190.9 und ICD-10 C69.3, C69.4, C69.6, C69.8, C69.9), davon 128 Frauen und 165 Männer, im Alter von 35 bis 69 Jahren, in der Bevölkerung von Dänemark und Lettland, in einigen Regionen von Frankreich, Deutschland, Italien und Schweden, in gewissen Spitaleinzugsgebieten von Spanien und Portugal und in einer Augenklinik in Grossbritannien im Zeitraum 1.1.1994 bis 31.12. 1997. Die 3198 Kontrollpersonen wurden nach Häufigkeit gematcht in Bezug auf Geschlecht, 5-Jahresaltersgruppe und Region. In 5 Ländern stammten sie aus der Gesamtbevölkerung, in den andern 5 Ländern wurden Spital-, Notfall- oder Hausarztpatienten ausgewählt.

Exposition: Im Interview wurde nach der Exposition durch Stromleitungen, elektrische Geräten und Maschinen, insbesondere Hochspannungsleitungen, verkabelte Stromleitungen, Transformatoren, Unterstationen, elektrische Öfen, Züge, Gabelstapler, medizinische Geräte, Kontrollräume, Schweißgeräte oder mehrere Stunden Computerarbeit gefragt. Zusätzlich registriert wurde die Distanz zu den jeweiligen Geräten am Arbeitsplatz. Die Dauer der Belastung wurde als Differenz zwischen Beginn und Ende der Tätigkeit an der Arbeitsstelle berechnet und kategorisiert (0-1 Jahr, 1-10 Jahre, >10 Jahre). Zusätzlich zum Fragebogen wurden Berufsbelastungs-Matrizen von zwei schwedischen Berichten benutzt, um den angegebenen Stellen typische Feldstärken zuzuordnen. Mit diesen Matrizen wurde die lebenslange berufliche Belastung über die Zeit integriert in Mikrottesla kumulativ geschätzt und in 5%-Perzentilen analysiert. Ausserdem wurde die durchschnittliche EMF-Belastung als Anzahl der μ T-Jahre geteilt durch alle Berufsjahre als Belastungsindikator untersucht.

Methode: Mit allen Teilnehmern wurden möglichst rasch nach der Tumordiagnose der Patienten persönliche Interviews geführt, bei denen Haut-, Haar- und Augenfarbe festgehalten und nach Rauchen und Alkoholkonsum sowie der genauen Berufsanamnese gefragt wurde. Jede mehr als 6 Monate dauernde Stelle wurde in den Ländern codiert (gemäss ISCO 1968), ebenso die Industrien (NACE) und mit einer schwedischen Berufsbelastungs-Matrix die kumulierte Belastung quantitativ analysiert. Ausserdem wurden die Risiken qualitativ für die Berufe bzw. benutzten Geräte auf Grund der Angaben im Interview berechnet. In der Annahme einer entsprechenden Tumortalanz wurden nur Belastungen 3 bis 5 Jahre vor der Diagnose in die Analyse einbezogen. Alle Analysen wurden separat für Frauen und Männer durchgeführt, weil die Risiken wegen der Östrogenrezeptoren der Melanomzellen möglicherweise geschlechtsabhängig sein könnten. Für die Analyse wurden nicht beschränkte logistische Regressionsmodelle benutzt, bei denen für die Studienregion und 5-Jahresaltersgruppen korrigiert wurde, ferner für die Augenfarbe und Augenschäden durch UV-Strahlung.

Resultat: Für 13 der 293 Uveamelanom-Patienten musste ein Stellvertreter-Interview geführt werden, das selbe galt für 27 Kontrollpersonen aus der Bevölkerung und 86 der Kontrollpersonen mit Darmkrebs. 5.2% der Kontrollpersonen und 6.5% der Melanompatienten waren im Beruf Stromleitungen ausgesetzt, davon 4.1% der Patienten bzw. 3.4% der Kontrollpersonen Hochspannungsleitungen. Für Frauen ergab sich daraus ein mehr als 5-faches Risiko für Uveamelanome (OR: 5.81, 95%-CI: 1.72-19.66, basierend auf 13 Exponierten, davon 6 Melanompatientinnen). Bei den Männern bestand kein Zusammenhang (OR: 1.27, 95%-CI: 0.69-2.33). Dagegen fanden sich bei Männern erhöhte Risiken bei Personen, die in Computer- oder Kontrollräumen gearbeitet hatten (OR 2.0, 95%-CI: 1.24-3.22, basierend auf 238 Exponierten, davon 26 Patienten). Die mit Stromleitungen assoziierten Risiken waren vor allem bei Personen mit heller Augenfarbe deutlich. Der Zusammenhang mit Computer- und Kontrollräumen zeigte sich bei Personen mit dunklen Augen. Die kumulierte EMF-Belastung gemäss Berufsbelastungsmatrix lag bei Frauen im Bereich von 0.008 bis 11.82 μ T-Jahre und bei Männern zwischen 0.01 und 13.16 μ T-Jahre. Für dunkeläugige Frauen mit einer Belastung über der 60. Perzentile der Verteilung bei den Kontrollpersonen ergab sich eine OR von 2.87 (95%-CI: 1.09-7.55, basierend auf 12 exponierten Patienten und 139 exponierten Kontrollen), für dunkeläugige Frauen über der 90. Perzentile eine OR von 3.92 (95%-CI: 1.29-11.88, basierend auf 5 Fällen und 35 Kontrollen mit höherer Exposition). Für dunkeläugige Männer zeigte sich erst ab der 95%-Perzentile ein signifikant erhöhtes Risiko mit OR 3.57 (95%-CI: 1.2-10.68). Bei Personen mit hellen Augen hing das Risiko für ein Uveamelanom nicht mit der geschätzten kumulierten EMF-Belastung zusammen.

Schlussfolgerung: Die Autoren stellen fest, dass eine berufliche Belastung mit niederfrequenten Feldern möglicherweise das Risiko für Uveamelanome erhöht, vor allem für Frauen und für Personen mit dunklen Augen. Obwohl es Hypothesen für einen biologischen Mechanismus gibt, könnte das Ergebnis auch durch Zufall zustande gekommen sein. Bei Beschränkung der Analysen auf Patienten mit gesicherter Diagnose, auf Kontrollpersonen ohne Krebserkrankung oder auf Patienten, die selbst befragt werden konnten, änderten sich die Ergebnisse nicht. Die Autoren schlagen deshalb eine Metaanalyse aller bisherigen Fall-Kontrollstudien vor.

Bemerkungen: Die Autoren diskutieren nicht, wieso das mit Stromleitungen assoziierte Risiko bei Frauen oder helläugigen Personen erhöht ist, das mit Kontroll- und Computerräumen assoziierte Risiko dagegen bei dunkeläugigen Personen. Wegen der kleinen Anzahl an Exponierten sind Untergruppeneffekte und Interaktionen nur beschränkt überprüfbar. Die häusliche Magnetfeldbelastung wurde nicht einbezogen.

Finanzierung: Finanzierung: EC- BIOMED Forschungsprogramm und nationale Forschungstiftungen und Krebsligen.

Bellieni CV, Acampa M, Maffei M, Maffei S, Perrone S, Pinto I, Stacchini N, Buonocore G.
Electromagnetic fields produced by incubators influence heart rate variability in newborns.
Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2008; 93 (4): F298-301

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Calvente I, Fernandez MF, Villalba J, Olea N, Nunez MI.

Exposure to electromagnetic fields (non-ionizing radiation) and its relationship with childhood leukemia: a systematic review.

Sci Total Environ 2010; 408 (16): 3062-3069

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über den aktuellen Wissenstand zum Zusammenhang zwischen nieder- und hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und dem Leukämierisiko von Kindern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Elektromagnetische Felder von Stromleitungen oder elektrischen Geräten (niederfrequent) und Sendeanlagen des Mobil- oder Rundfunks (hochfrequent).

Methode: Übersichtsarbeit über wissenschaftliche Publikationen zwischen 1979 und 2008. Einschlusskriterien: 1) Beschreibung des Studientyps und der -population, 2) Definition der Expositionsart und -dauer vor der Durchführung der Studie, 3) Beschreibung der statistischen Methoden.

Resultat: Zur niederfrequenten Magnetfeldbelastung sind nach den beiden Metaanalysen (Ahlbom et al. 2000, Greenland et al. 2000) einige Studien mit verbesserter Expositionserfassung, z.B. Messungen über 24 oder 48 Stunden, erschienen. Zusätzlich wurde die berufliche Belastung der Eltern berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Studien waren ähnlich wie in den früheren Untersuchungen: höheres Leukämierisiko ab ungefähr 0.3 μ T. Allerdings führten mehrere Autorengruppen die statistischen Assoziationen auf Confounding, Bias, Fehlklassifizierung der Exposition oder Zufallsbefunde zurück. Da die Ursachen für Leukämie weitgehend unbekannt sind, ist es schwierig, potenzielle Störfaktoren zu identifizieren. Zur Hochfrequenzstrahlung von Sendeanlagen gab es bis 2008 nur vier Studien, zwei davon betrafen Rundfunksender und basierten nicht auf individuellen Daten (ökologisches Studiendesign). Ihre Ergebnisse waren nicht einheitlich.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sich bei Kindern mit stärkerer Magnetfeldbelastung wiederholt ein erhöhtes Leukämierisiko gezeigt hat. Ein Kausalzusammenhang kann wegen der offenen methodischen Fragen nicht als etabliert betrachtet werden. Die Autoren empfehlen eine Kombination aus Laboruntersuchungen und epidemiologischen Studien, um DNA-Schäden bei exponierten Personen zu analysieren. Zudem sollten verschiedene Expositionsmuster ausgewertet und auch elektrische Felder berücksichtigt werden. Bis zum Vorliegen weiterer Ergebnisse sollten die Grenzwerte überdacht und das Vorsorgeprinzip angewendet werden.

Bemerkungen: Die Angaben zur Literatursuche sind unvollständig: wie viele Studien wurden identifiziert, wie viele ausgewertet? Die Diskussion ist ausgewogen.

Finanzierung: Spanish Ministry of Health, Spanish Ministry of Science and Innovation.

Celikler S, Aydemir N, Vatan O, Kurtuldu S, Bilaloglu R.

A biomonitoring study of genotoxic risk to workers of transformers and distribution line stations.

Int J Environ Health Res 2009; 19 (6): 421-430

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Transformatoren

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Cvetkovic D, Jovanov E, Cosic I.

Alterations in human EEG activity caused by extremely low frequency electromagnetic fields.

Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2006; 1: 3206-3209

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Davanipour Z, Sobel E.

Long-term exposure to magnetic fields and the risks of Alzheimer's disease and breast cancer: Further biological research.

Pathophysiology 2009; 16 (2-3): 149-156

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Physiologische oder biochemische
Parameter

Tumoren: Brustkrebs

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über epidemiologische Studien und biologische Hypothesen zum Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und dem Risiko für Alzheimererkrankung und Brustkrebs.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive, auch Zell- und Tierstudien.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder generell.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Die Autoren fassen ihre Schlussfolgerungen aus dem "Bioinitiative Report" zusammen. Sie beurteilen die Datenlage als ausreichend, um zu folgern, dass langfristige Magnetfeldbelastungen die Melatoninproduktion vermindern und ein Risikofaktor für Alzheimererkrankungen sind. Zudem sehen sie einen Zusammenhang mit dem Brustkrebsrisiko. Basierend auf Zell- und Tierstudien entwickeln sie Hypothesen zur Entstehung dieser Krankheiten, unter anderem verminderte Melatoninproduktion und erhöhtes peripheres Amyloid beta.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen weitere Studien, in denen neben der Magnetfeldbelastung auch die Produktion von Melatonin und Amyloid beta erfasst wird. Ausserdem befürworten sie die Reduktion der Magnetfeldbelastung am Arbeitsplatz und zu Hause.

Bemerkungen: Die Aussagen in der Publikation werden nicht mit Referenzen gestützt, sondern es wird auf den "Bioinitiative Report" verwiesen, der im Internet veröffentlicht ist. Die Methodik der Studien wird nicht beschrieben und es werden keine Risikoschätzer von einzelnen Studien oder Metaanalysen angegeben. Teilweise handelt es sich um Zell- und Tierstudien. Auch zu den Epositions-niveaus in den Studien finden sich kaum

Angaben. Da es sich nicht um eine systematische Literaturanalyse handelt, ist die Aussagekraft sehr beschränkt.

Finanzierung: Keine Angaben

Foliart DE, Mezei G, Iriye R, Silva JM, Ebi KL, Kheifets L, Link MP, Kavet R, Pollock BH.
Magnetic field exposure and prognostic factors in childhood leukemia.
Bioelectromagnetics 2007; 28 (1): 69-71

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hareuveny R, Kandel S, Yitzhak NM, Kheifets L, Mezei G.

Exposure to 50 Hz magnetic fields in apartment buildings with indoor transformer stations in Israel.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2011; 21 (4): 365-371

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hatch EE, Kleinerman RA, Linet MS, Tarone RE, Kaune WT, Auvinen A, Baris D, Robison LL, Wacholder S.
Do confounding or selection factors of residential wiring codes and magnetic fields distort findings of
electromagnetic fields studies?.

Epidemiology 2000; 11 (2): 189-198

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Havas M, Olstad A.

Power quality affects teacher wellbeing and student behavior in three Minnesota Schools.

Sci Total Environ 2008; 402 (2-3): 157-162

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hoffmann W, Terschueren C, Heimpel H, Feller A, Butte W, Hostrup O, Richardson D, Greiser E.
Population-based research on occupational and environmental factors for leukemia and non-Hodgkin's
lymphoma: the Northern Germany Leukemia and Lymphoma Study (NLL).
Am J Ind Med 2008; 51 (4): 246-257

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Karipidis K, Benke G, Sim M, Fritschi L, Yost M, Armstrong B, Hughes AM, Grulich A, Vajdic CM, Kaldor J, Krickler A.

Occupational exposure to power frequency magnetic fields and risk of non-Hodgkin lymphoma.

Occup Environ Med 2007; 64 (1): 25-29

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Karipidis KK, Benke G, Sim MR, Yost M, Giles G.

Occupational exposure to low frequency magnetic fields and the risk of low grade and high grade glioma.

Cancer Causes Control 2007; 18 (3): 305-313

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kheifets L, Afifi A, Monroe J, Swanson J.

Exploring exposure-response for magnetic fields and childhood leukemia.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2011; 21 (6): 625-633

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kheifets L, Ahlbom A, Johansen C, Feychting M, Sahl J, Savitz D.
Extremely low-frequency magnetic fields and heart disease.
Scand J Work Environ Health 2007; 33 (1): 5-12

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über epidemiologische Studien zu Auswirkungen der Magnetfeldexposition auf akute und chronische Herz-/Kreislaufkrankungen.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder zu Hause oder am Arbeitsplatz sowie in experimentellen Settings.

Methode: Systematische Übersichtsarbeit, basierend auf zwei Literatursuchen nach Publikationen in Fachzeitschriften mit Peer-Review bis 2003 und 2005.

Resultat: Es wird unterschieden zwischen Studien zur kurzfristigen und zur langfristigen Magnetfeldbelastung. Bei den meisten Teilnehmern handelte es sich um beruflich exponierte Personen. Die ursprünglich beobachtete Assoziation mit akuten Herzinfarkten wurde in den Nachfolgestudien nicht bestätigt. Methodische Probleme sind der "Healthy worker"-Effekt, die ungenaue Erfassung der Diagnosen auf Todesscheinen, die Abschätzung der Exposition und die Berücksichtigung von zusätzlichen Einflussfaktoren (z.B. Rauchen, körperliche Aktivität, Blutdruck, Sozialstatus und Cholesterinspiegel).

Schlussfolgerung: Insgesamt sehen die Autoren in den aktuelleren Studien keine Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und kardiovaskulären Erkrankungen. Sie fassen zusammen, dass die anfänglichen Verdachtsmomente nicht bestätigt wurden und dass die Evidenzlage gegen eine Verursachung von Herz-/Kreislaufkrankungen durch berufliche Expositionen gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern spricht.

Bemerkungen: Die Publikation basiert auf einem Kapitel in den "Environmental Health Criteria" der WHO: "Extremely-low frequency Magnetic Fields", 2007. Es handelt sich um eine systematische Übersicht, allerdings werden keine Angaben zur Anzahl der identifizierten und aus- oder eingeschlossenen Studien gemacht. Eine ähnliche Arbeit ist publiziert in: McNamee et al.: A literature review: the cardiovascular effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields. Int Arch Occup Environ Health 2009; 82 (8), 919-933.

Finanzierung: Keine Angaben.

Kheifets L, Oksuzyan S.

Exposure assessment and other challenges in non-ionizing radiation studies of childhood leukaemia.

Radiat Prot Dosimetry 2008; 132 (2): 139-147

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Li DK, Yan B, Li Z, Gao E, Miao M, Gong D, Weng X, Ferber JR, Yuan W.
Exposure to magnetic fields and the risk of poor sperm quality.
Reprod Toxicol 2010; 29 (1): 86-92

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung von Auswirkungen der Magnetfeldbelastung auf die Spermienqualität.

Kollektiv: Als Studienzentrum diente eine Samenbank in Shanghai. Die Teilnehmer waren Männer zwischen 18 und 45 Jahren, die sich als Samenspende gemeldet hatten.

Exposition: Die individuelle Belastung mit niederfrequenten Magnetfeldern wurde über 24 Stunden mit einem tragbaren Messgerät (EMDEX-LITE) gemessen. Das Gerät erfasst einen Frequenzbereich von 40 bis 1000 Hz und misst alle 4 Sekunden. Die Messung fand an einem Tag statt, den die Teilnehmer als typisch für die letzten drei Monate betrachteten. Zusätzlich führten sie ein Aktivitätstagebuch. Als Trennpunkt der Expositionskategorie diente das 90. Perzentil der Verteilung.

Methode: Nach der Einwilligung zur Teilnahme wurde die Spermienqualität gemäss WHO-Kriterien untersucht. Wenn zwei Proben im Abstand von 7 bis 21 Tagen einen abnormalen Befund ergaben, galten die Teilnehmer als Patienten, sonst als Kontrollpersonen. Beurteilt wurden 6 Parameter zur Spermienqualität (Volumen, pH-Wert, Dichte, Vitalität, Morphologie und Motilität (schnell und langsam). Der statistische Vergleich der Expositionskategorien erfolgte in einer logistischen Regressionsanalyse unter Berücksichtigung von Alter, Zivilstand, Bildungsniveau und Jahreszeit bei Studienrekrutierung. Zur Auswertung der Exposition als kontinuierliche Variable wurden Spearman-Rangkorrelationen berechnet.

Resultat: Von ursprünglich 127 Patienten und 95 Kontrollpersonen nahmen 76 bzw. 72 an der Studie teil. Hinsichtlich der soziodemographischen Charakteristika bestanden wenig Unterschiede, aber die Patienten waren

etwas älter, häufiger verheiratet und hatten ein etwas niedrigeres Bildungsniveau als die Kontrollpersonen. Die Auswertungen ergaben ein statistisch signifikantes, verdoppeltes Risiko für eine beeinträchtigte Spermienqualität in der exponierten Kategorie mit einer durchschnittlichen Magnetfeldbelastung von mindestens $0.16 \mu\text{T}$ ($=1.6 \text{ mG}$, 90. Perzentile). Die Odds Ratio betrug 2.0 (95%-CI: 1.0-4.0). Die Auswertung der Dauer der Belastung über $0.16 \mu\text{T}$ am Messtag ergab eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Als Referenzgruppe dienten Personen mit weniger als einer Stunde. Die Odds Ratio für höhere Expositionen waren statistisch nicht signifikant erhöht und lagen für eine bis 3 Stunden bei 1.5 (95%-CI: 0.6-4.1), für 3 bis 6 Stunden bei 1.8 (95%-CI: 0.7-5.2) und für mehr als 6 Stunden bei 2.7 (95%-CI: 0.9-2.7). Bei Beschränkung auf Teilnehmer, die den Messtag als "typisch für die letzten 3 Monate" eingestuft hatten, wurde der Zusammenhang noch deutlicher. Die altersadjustierte Korrelationsanalyse ergab negative Korrelationen zwischen der Magnetfeldbelastung über $0.16 \mu\text{T}$ und allen Parametern der Spermienqualität. Statistisch signifikant waren die negativen Korrelationen für Dichte, Vitalität und Motilität der Spermien.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, zeigte sich in dieser Studie ein Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung von mehr als $1.6 \mu\text{T}$ über mindestens 2.4 Stunden pro Tag und einer beeinträchtigten Spermienqualität. Es bestand eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Da es bisher keine weiteren Studien zu dieser Fragestellung gibt, empfehlen die Autoren die Überprüfung der Resultate.

Bemerkungen: Zu den Stärken der Studie gehört die objektive Messung der Magnetfeldbelastung und die Berücksichtigung zahlreicher Einflussfaktoren. Zudem handelte es sich um Teilnehmer, die nicht bereits wegen beeinträchtigter Fruchtbarkeit in ärztlicher Behandlung waren wie in einigen früheren Studien zur Mobiltelefonbenutzung. Da die Teilnehmer weder ihren Fall-/Kontrollstatus, noch ihre Exposition kannten, ist ein Selektionsbias unwahrscheinlich. Nicht erwähnt wird, ob Männer mit höherer Magnetfeldexposition vor allem am Arbeitsplatz belastet waren oder zu Hause.

Finanzierung: Keine Angaben.

Maslanyj M, Lightfoot T, Schüz J, Sienkiewicz Z, McKinlay A.

A precautionary public health protection strategy for the possible risk of childhood leukaemia from exposure to power frequency magnetic fields.

BMC Public Health 2010; 10: 673

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht zur Evidenz des Zusammenhangs zwischen Magnetfeldbelastung und Leukämierisiko bei Kindern. Diskussion der Notwendigkeit von Vorsorgemassnahmen.

Kollektiv: Unterschiedliche Kollektive von über 20 epidemiologischen Studien und 4 Metaanalysen, die seit 1979 zu dieser Fragestellung publiziert wurden.

Exposition: Durchschnittliche Magnetfeldbelastungen in der Wohnung über 0.3 bis 0.4 μ T.

Methode: Erster Teil: Beurteilung der Evidenzlage anhand der Kausalitätskriterien von Bradford-Hill. Zweiter Teil: Evaluation der Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips, wie es von der Europäischen Gemeinschaft kommuniziert wurde. Kriterien dafür sind: Proportionalität, Gleichbehandlung, Übereinstimmung mit bereits etablierten Massnahmen, Kosteneffizienz und Überprüfung durch wissenschaftliche Erkenntnisse.

Resultat: Insgesamt wird die Evidenz für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und dem Leukämierisiko von Kindern als relativ schwach beurteilt. Nicht ausreichend erfüllt sind die Kriterien: Stärke der Assoziation, Dosis-Wirkungsbeziehung, biologische Plausibilität, Kohärenz und Analogie. Auch in den gepoolten Auswertungen befanden sich nur wenige Kinder mit Magnetfeldbelastungen über 0.3 bis 0.4 μ T. Deshalb ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen des Risikos auf Bevölkerungsebene gering sind. Eine alternative Erklärung für das Zustandekommen der statistischen Assoziation ist eine Kombination aus Selektionsbias, Confounding und Zufallsbefunden. In experimentellen Studien wurde kein Wirkungsmechanismus identifiziert, aber auch die Prozesse, die zur Entstehung von Leukämie führen, sind noch nicht verstanden.

Schlussfolgerung: Die Autoren beurteilen kostengünstige Massnahmen zur vorbeugenden Verminderung der Belastung als angemessen. Sie weisen darauf hin, dass diese Empfehlung umstritten ist, weil die Resultate auch anders interpretiert werden können und die kostengünstigen Massnahmen das Risiko eventuell nicht ganz beseitigen.

Finanzierung: No specific grants were received for the evaluation.

McNamee DA, Legros AG, Krewski DR, Wisenberg G, Prato FS, Thomas AW.

A literature review: the cardiovascular effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields.

Int Arch Occup Environ Health 2009; 82 (8): 919-933

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Herz-Kreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter
	<u>Exposition:</u> Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	
	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über epidemiologische und experimentelle Studien zu Auswirkungen der Magnetfeldbelastung auf das Herz-/Kreislaufsystem.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive, auch Zell- und Tierstudien.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder von Stromleitungen und elektrischen Geräten zu Hause und am Arbeitsplatz.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Als Hypothesen für den biologischen Wirkungsmechanismus der Magnetfelder werden erwähnt: Nervenzellreizung durch induzierte Ströme, Veränderung des Kalziumtransports an Zellmembranen sowie Bildung von Hitzeschockproteinen oder Freien Radikalen. Die epidemiologischen Studien ergeben insgesamt keinen Aufschluss über die Assoziation zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und der kardiovaskulären Morbidität oder Mortalität. Eine Schwierigkeit ist die geringe Anzahl hoch exponierter Personen, eine andere die zusätzlichen Umweltbelastungen am Arbeitsplatz. Zudem werden kardiovaskuläre Todesursachen auf Totenscheinen nicht genau genug erfasst. Auch die Ergebnisse der experimentellen Studien zu Auswirkungen auf den Blutdruck, die Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität oder die Mikrozirkulation sind nicht einheitlich und erlauben keine abschliessende Beurteilung.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend sehen die Autoren in den bisherigen Studien gewisse Hinweise auf Auswirkungen der Magnetfelder auf Herz-/Kreislauffunktionen. Die wissenschaftliche Datenlage insgesamt beurteilen sie als nicht einheitlich. Sie empfehlen weitere epidemiologische und experimentelle Studien, in denen

das geomagnetische Feld der Erde abgeschirmt wird. In Studien zur beruflichen Magnetfeldexposition sollte auch die Belastung zu Hause erfasst und berücksichtigt werden. Von besonderem Interesse sind Studien mit Feldfrequenzen von 16 Hz (ähnlich wie Hirnströme) und zu Auswirkungen auf die Mikrozirkulation.

Bemerkungen: Die Publikation enthält keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche (Vollständigkeit?). Die Darstellung der Studienresultate ist detailliert und die Diskussion erscheint ausgewogen. Eine weitere Übersichtsarbeit zu diesem Thema wurde publiziert von Kheifets et al.: Extremely low-frequency magnetic fields and heart disease. Scand J Work Environ Health 2007; 33 (1), 5-12.

Finanzierung: This study was in part supported by Hydro-QuébecTransÉnergie, Électricité De France (EDF), Réseau de Transport d'Électricité (RTE) and by a Canadian Institutes of Health Research grant.

Nevelsteen S, Legros JJ, Crasson M.

Effects of information and 50 Hz magnetic fields on cognitive performance and reported symptoms.

Bioelectromagnetics 2007; 28 (1): 53-63

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Ozen S.

Evaluation and measurement of magnetic field exposure at a typical high-voltage substation and its power lines.

Radiat Prot Dosimetry 2008; 128 (2): 198-205

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Transformatoren

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Richardson DB, Terschuren C, Hoffmann W.

Occupational risk factors for non-Hodgkin's lymphoma: a population-based case-control study in Northern Germany.

Am J Ind Med 2008; 51 (4): 258-268

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Schüz J, Ahlbom A.
Exposure to electromagnetic fields and the risk of childhood leukaemia: a review.
Radiat Prot Dosimetry 2008; 132 (2): 202-211

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Sharifian A, Gharavi M, Pasalar P, Aminian O.

Effect of extremely low frequency magnetic field on antioxidant activity in plasma and red blood cells in spot welders.

Int Arch Occup Environ Health 2009; 82 (2): 259-266

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Immunsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Mann S.
Assessing personal exposures to environmental radiofrequency electromagnetic fields.
Comptes Rendus Physique 2010; 11 (9-10): 541-555

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi
Exposition, Methodik
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung

Marc-Vergnes J-P.

Electromagnetic hypersensitivity: The opinion of an observer neurologist.

Comptes Rendus Physique 2010; 11 (9-10): 564-575

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden HerzKreislaufsystem Schlafphasen und Schlafqualität Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Bahnstrom Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein	Nicht bestimmt	Europa
<u>Studientyp:</u>		
Mobilfunkbasisstationen Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Beurteilung der wissenschaftlichen Literatur bezüglich elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) aus Sicht eines Neurologen.

Kollektiv: Diverse Kollektive von experimentellen und epidemiologischen Studien an Personen mit EHS. Ebenfalls diskutiert werden Untersuchungen an Zellen von exponierten Personen.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder verschiedener Quellen (u.a. Mobiltelefone, Basisstationen, Computer-Bildschirme und Stromreize).

Methode: Übersichtsarbeit mit Risikoeinschätzung. Neben Originalstudien werden auch frühere Übersichtsarbeiten und Metaanalysen sowie Studien zur Therapie von EHS-Personen berücksichtigt.

Resultat: Der Autor fasst zusammen, dass bisher kein kausaler Zusammenhang zwischen der kurzfristigen Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern und EHS-Symptomen beschrieben wurde. Er sieht in der wissenschaftlichen Literatur Hinweise darauf, dass neuropsychische Faktoren zur Entstehung von EHS beitragen könnten. Ein Einfluss von biochemischen oder biophysikalischen Faktoren sei aber nicht auszuschliessen. Als neuropsychische Faktoren bezeichnet er: Ungleichgewicht des autonomen Nervensystems, Veränderung der intrakortikalen Bahnung durch Transkranielle Magnetstimulation (TMS), Aktivierung der "Schmerz-Neuromatrix" als physiologisches Korrelat für Nozebo-Effekte, grössere psychische Verletzbarkeit, stärkere Depressionen oder Sorgen wegen Umweltfaktoren und ausgeprägtere Empfindlichkeit bei körperlichen Beschwerden. Diese Faktoren könnten auch neue Einsichten in die Mechanismen für die Entstehung und den Verlauf von EHS erlauben. Zudem seien bei Personen mit EHS häufiger somatische Erkrankungen wie Diabetes oder Schilddrüsendysfunktionen und medizinisch unerklärte Syndrome wie Multiple Chemikalien-Sensibilität,

Fibromyalgie, Chronic-Fatigue-Syndrom, Burnout oder Sick-Building-Syndrom festgestellt worden.

Schlussfolgerung: Bezogen auf das Konzept der EHS empfiehlt der Autor die Überlegung, ob das Krankheitsbild als eine Einheit mit anderen umweltbezogenen oder medizinisch nicht erklärten Syndromen betrachtet werden sollte. Zudem sollte ein diagnostisches Instrument zur objektiven Untersuchung von Personen mit EHS entwickelt werden. Ausserdem befürwortet der Autor die Überprüfung der in einigen Studien beobachteten Unterschiede zwischen EHS- und Nicht-EHS-Personen hinsichtlich neuropsychischer Faktoren.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Übersichtsarbeit. Angaben zur Literatursuche oder zur Anzahl der ein- bzw. ausgeschlossenen Studien fehlen. Der Vergleich mit anderen umweltbezogenen oder medizinisch nicht erklärten Syndromen ist interessant.

Finanzierung: Keine Angaben.

Perrin A, Cretallaz C, Collin A, Amourette C, Yardin C.
Effects of radiofrequency field on the blood-brain barrier: A systematic review from 2005 to 2009.
Comptes Rendus Physique 2010; 11 (9-10): 602-612

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone
Stromleitungen

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung

Röösli M, Mohler E, Frei P.

Sense and sensibility in the context of radiofrequency electromagnetic field exposure.

Comptes Rendus Physique 2010; 11 (9-10): 576-584

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

HerzKreislaufsystem

Schlafphasen und Schlafqualität

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs von gesundheitlichen Beschwerden mit der persönlichen Hochfrequenzexposition bei Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) im Rahmen der Qualifex-Studie in Basel. Eine weitere Fragestellung waren soziodemographische Unterschiede zwischen Personen mit und ohne EHS.

Kollektiv: Für die Kohortenstudie Qualifex wurde im Jahr 2008 eine Zufallsstichprobe von 30- bis 60-jährigen Bewohnern der Region Basel ausgewählt.

Exposition: Die Abschätzung der individuellen Hochfrequenzexposition durch Mobil- und Rundfunksignale (88 bis 2500 MHz) erfolgte mittels computergestützter Modellierung, die auf persönlichen Exposimeter-Messwerten eines kleineren Kollektivs (n=166) aus der ersten Studienphase basierte (Messungen über eine Woche, vgl. Frei et al. 2009 und 2010, Bürgi et al. 2010). Ebenfalls für die Modellierung berücksichtigt wurden Charakteristika des Wohnhauses, der Besitz von W-LAN und Mobil- oder Schnurlostelefonen sowie Verhaltensweisen im Alltag. Ausserdem wurden Teilnehmerangaben und/oder Betreiberdaten zur Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen eingeholt.

Methode: Der allgemeine Gesundheitszustand und die Häufigkeit unspezifischer Beschwerden wurden mit Hilfe verschiedener Fragebögen erfasst, u.a.: European Health Interview Survey, von Zerssen-Beschwerdeliste, Headache Impact Test und Epworth Sleepiness Scale. Die erste Auswertung betraf den Expositionsstatus am Anfang der Studie und die Frage, ob eine hohe Anfangsexposition zu einer Symptomzunahme über den Beobachtungszeitraum führte (Kohortenanalyse). Als Trennpunkt zwischen den beiden Expositions-kategorien diente der Median. Die zweite Analyse untersuchte, ob eine Zu- oder Abnahme der Exposition zwischen 2008

und 2009 eine entsprechende Veränderung der Symptomatik mit sich brachte (Veränderungsanalyse). Dazu wurden die 20% der Teilnehmer mit den grössten Zu- oder Abnahmen in der HF-Exposition mit den restlichen 60% verglichen. In den Regressionsmodellen wurden zusätzlich berücksichtigt: Alter, Geschlecht, Body Mass Index, Stress, körperliche Aktivität, Rauchgewohnheiten, Alkoholkonsum, Bildungsniveau, Zivilstand, städtische/vorstädtische Wohnregion, Nachtschichtarbeit, Einnahme von Schlafmitteln, allgemeine Einstellung zur Umwelt und Wohnungswechsel im Beobachtungszeitraum.

Resultat: An der Basiserhebung beteiligten sich insgesamt 1375 Personen (Teilnahmerate: 37%). An der Folgebefragung nach einem Jahr nahmen 82% (n=1122) erneut teil. Sieben bis 8% der Zufallsstichprobe bezeichneten sich in der ersten oder zweiten Befragung als elektrohypersensibel (n=130). Weitere 13 bis 14% gaben an, durch HF-EMF Beschwerden zu haben, betrachteten sich aber nicht als hypersensibel ("Attributers", n=219). Nur eine Minderheit der beiden Gruppen mit EMF-bezogenen Beschwerden gab bei den Befragungen 2008 und 2009 die selbe Antwort (5.3% der "Attributers", 4.6% der EHS-Personen). In der EHS-Gruppe lag der Frauenanteil bei 72.3% und war damit höher als in den beiden anderen Gruppen. Die Expositionssituation war in den drei Studiengruppen ähnlich. Personen mit EHS besaßen aber weniger häufig ein Schnurlostelefon ($p < 0.01$), für Mobiltelefone und W-LAN bestanden vergleichbare Trends. Die modellierte Hochfrequenzbelastung durch Fernfeldquellen war in der EHS-Gruppe (ca. 0.115 mW/m^2) etwas niedriger als bei den "Attributers" (ca. 0.13 mW/m^2) oder Nichtsensiblen (ca. 0.125 mW/m^2). Am meisten Symptome hatten Personen mit EHS, danach kamen die "Attributers", dann der Rest der Teilnehmer. Weder die Kohortenanalyse noch die Veränderungsanalyse ergaben Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzexposition und dem Ausmass der gesundheitlichen Beschwerden in der EHS-Gruppe. Statistisch signifikant war nur ein Rückgang der Beschwerden auf der "von Zerssen-Skala" um 5.5 Einheiten in der Gruppe der EHS-Personen, bei denen die Hochfrequenzexposition im Verlauf des Jahres am meisten abgenommen hatte (Regressionskoeffizient: -5.65, 95%-CI: -9.66 bis -1.65). Bei EHS-Personen mit dem deutlichsten Expositionsanstieg hatten die Beschwerden nicht zugenommen. Die Auswertung der anderen Gesundheitsskalen in 45 Regressionsmodellen ergab 5 statistisch signifikante Unterschiede, die sich auf mehrere Parameter bezogen und in unterschiedliche Richtungen wiesen. Auch für die Gruppe der "Attributers" zeigten sich keine einheitlichen Expositionseffekte.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Expositionssituation bei Personen mit EHS ähnlich war wie in der Allgemeinbevölkerung, nur die Benutzung von Schnurlostelefonen war seltener. Unspezifische Beschwerden waren in der EHS-Gruppe häufiger, aber es ergaben sich wenig Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzexposition und dem Auftreten von Symptomen. Die Autoren empfehlen eine Überprüfung der vereinzelt beobachteten Tendenzen in weiteren Studien.

Bemerkungen: Es handelt sich um die erste epidemiologische Untersuchung an einem EHS-Kollektiv mit Verlaufsbeobachtung über ein Jahr. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, war das Expositions-niveau insgesamt niedrig (ca. 0.2 V/m) und die Veränderungen vom Anfang bis zum Ende der Studie gering. Auch das nicht sehr grosse Kollektiv erschwert den Nachweis von kleinen Unterschieden. Die Ergebnisse der Querschnittsauswertung zu Schlafstörungen in der Allgemeinbevölkerung im Rahmen der Qualifex-Studie sind publiziert in: Mohler et al., Radiat Res 2010; 174 (3), 347-356.

Finanzierung: The QUALIFEX study is funded by the Swiss National Science Foundation. MR is supported by the Swiss School of Public Health + (SSPH+).

Salomon D.
Medical practitioners and electromagnetic fields (EMF): Testing their concern.
Comptes Rendus Physique 2010; 11 (9-10): 636-640

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom
Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Studientyp:

Mobilfunkbasisstationen
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung

van Nierop LE, Rösli M, Egger M, Huss A.

Source of funding in experimental studies of mobile phone use on health: Update of systematic review.

Comptes Rendus Physique 2010; 11 (9-10): 622-627

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Aktualisierung der systematischen Literaturübersicht von Huss et al.: Source of Funding and Results of Studies of Health Effects of Mobile Phone Use: Systematic Review of Experimental Studies. Environmental Health Perspectives 2007; 115 (1), 1-4.

Kollektiv: Experimentelle Studien zur Mobiltelefonexposition, die zwischen Januar 2005 und September 2009 publiziert wurden. Die Übersichtsarbeit von 2007 basierte auf 59 Studien aus dem Publikationszeitraum von 1995 bis Februar 2005.

Exposition: Kontrollierte, niedrig dosierte Hochfrequenzexposition von Mobiltelefonen im experimentellen Setting.

Methode: Systematische Suche in mehreren Datenbanken nach wissenschaftlichen Publikationen zu Laborstudien am Menschen mit Mobiltelefonexposition. Extrahiert wurden Daten zur Finanzierungsquelle (Industrie, öffentlich, gemischt oder nicht angegeben), zu Interessenskonflikten und zu den Institutionen der Autoren. Anhand der Abstracts wurde zusätzlich evaluiert, ob statistisch signifikante Assoziationen ($p < 0.05$) zwischen Exposition und untersuchter Auswirkung beschrieben wurden und ob der Titel der Publikation eine Aussage über das Gesamtergebnis der Studie enthielt. Die statistische Analyse erfolgte mittels logistischer Regression. Zusätzlich wurden mehrere Einflussfaktoren auf die Assoziation zwischen Finanzierung und Ergebnis überprüft.

Resultat: Von 850 möglicherweise relevanten Publikationen erfüllten 775 die Einschlusskriterien nicht. In die Auswertung aufgenommen wurden 75 Publikationen: Neun Studien (12%) waren ausschliesslich von der

Mobilfunkindustrie finanziert, 33 (44%) ausschliesslich von der öffentlichen Hand. Bei 14 (19%) Studien bestand eine gemischte Finanzierung (öffentliche Mittel und Industriegelder), bei 19 (25%) Publikationen fehlten Angaben zur finanziellen Unterstützung. Im Vergleich mit der früheren Review waren etwas mehr Studien öffentlich finanziert und etwas weniger enthielten keine Angaben. Acht von 75 Publikationen (11%) enthielten eine Aussage zum Interessenskonflikt; es wurden keine Konflikte deklariert. An 7 Studien (9%) war mindestens ein Autor mit Zugehörigkeit zur Mobilfunkindustrie beteiligt, Interessenskonflikte wurden in diesen Studien nicht erwähnt. Die untersuchten Zielgrössen waren sehr ähnlich wie in der früheren Übersichtsarbeit: EEG-Parameter (51%), kognitive (32%) und kardiovaskuläre (20%) Funktionen. Das Wohlbefinden wurde in 13% der Studien evaluiert und Hormonveränderungen in 4%. Insgesamt berichteten 27 (36%) Publikationen über Expositionseffekte, in der früheren Review waren es noch 63% ($p=0.002$). Studien mit reiner Industriefinanzierung ergaben am seltensten signifikante Assoziationen: Die Odds Ratio für mindestens ein statistisch signifikantes Resultat lag für industriefinanzierte Studien im Vergleich zu Arbeiten mit öffentlichen Geldgebern bei 0.33 (95%-CI: 0.04-3.06). Bezogen auf den gesamten Publikationszeitraum (1995 bis 2009) ergab sich nach Korrektur für das Publikationsjahr eine Odds Ratio von 0.20 (95%-CI: 0.05-0.85). Im Gegensatz dazu kamen Studien ohne Angabe zur Finanzierung viel häufiger zu statistisch signifikanten Ergebnissen als Studien mit öffentlichen Geldgebern (3.11, 95%-CI: 1.20-8.05).

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass auch die neueren Publikationen zu 25% keine Angaben zur Finanzierung enthielten (1995 bis 2005: 37%) und dass fast 90% keine Aussage über das Vorliegen respektive die Abwesenheit von Interessenskonflikten machten. Als eine Erklärung für die Abnahme von Studien mit signifikanten Assoziationen diskutieren sie Verbesserungen in der Methodik (doppelte Verblindung, Randomisierung, bessere Expositionskontrolle usw.). Insgesamt sehen die Autoren die frühere Schlussfolgerung bestätigt, dass die Finanzierung von Studien und die Rolle der Geldgeber bei der Planung und Durchführung der Studie möglichst genau beschrieben sein muss, damit die Resultate entsprechend interpretiert werden können.

Finanzierung: This study was supported by intramural funds of the universities involved. There was no dedicated external funding. L.v.N. is supported by the ZonMW grant number 85100001, and A.H. by the ZonMW grant number 85800001, both of the Dutch programme Electromagnetic Fields and Health Research, The Netherlands. M.R. is funded by the Swiss School of Public Health.

Breckenkamp J, Blettner M, Kowall B, Schüz J, Schlehofer B, Schmiedel S, Bornkessel C, Reis U, Potthoff P, Berg-Beckhoff G.

Ergebnisse einer Querschnittsstudie zum Zusammenhang von elektromagnetischen Feldern von Mobilfunksendeanlagen und unspezifischen gesundheitlichen Beschwerden.

Umweltmed Forsch Prax 2010; 15 (3): 159-166

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

HerzKreislaufsystem

Risikowahrnehmung

Schlafphasen und Schlafqualität

Seh- und Hörstörungen

Land:

Zentralnervensystem

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zu Mobilfunkantennen in Deutschland (QUEBEB) mit zwei Zielen: 1) Abschätzung, wie viele Personen sich wegen Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung auf die Gesundheit Sorgen machen oder ihre gesundheitlichen Beschwerden darauf zurückführen. 2) Untersuchung, ob ein Zusammenhang mit der in den Wohnungen gemessenen Hochfrequenzbelastung besteht. Die vorliegende Publikation enthält eine Übersicht über einige Ergebnisse der Studie. Zwei englischsprachige Publikationen zur QUEBEB-Studie sind: Blettner et al., Occup Environ Med 2009; 66 (2), 118-123 und Berg-Beckhoff et al., Occup Environ Med 2009; 66 (2), 124-130.

Kollektiv: Die Studie fand im Rahmen einer regelmässig durchgeführten, repräsentativen Bevölkerungsbefragung statt. An Phase 1 beteiligten sich von den angeschriebenen 51'444 Personen 30'047 (58%) im Alter von 14 bis 69 Jahren. Für Phase 2 wurden aus diesem Kollektiv im Dezember 2005 aus 8 städtischen Regionen 4150 Personen erneut kontaktiert und gebeten, mehrere Fragebögen zu gesundheitlichen Beschwerden und zur Risikowahrnehmung auszufüllen. 3526 Teilnehmer (85%) beantworteten die Fragebögen, und in 1500 Haushalten (42.5%) wurde die Hochfrequenzbelastung gemessen. Gleichzeitig erfolgte eine erneute Befragung zu Kopfschmerzen und Schlafstörungen.

Exposition: Für die Expositionsmessung wurden Dosimeter der Firma Antennessa benutzt, die 12 Frequenzbereiche von Radio- und Fernsehsendern, von DECT-Schnurlostelefonen, Wireless LAN, Bluetooth sowie von Mobilfunkbasisstationen und Mobiltelefonen (GSM 900, GSM 1800, UMTS) erfassten. In den Schlafzimmern der Teilnehmer wurden bei geschlossenen Fenstern an vier verschiedenen Stellen des Bettes jeweils fünfminütige Messungen durchgeführt. Messdaten unterhalb der Sensitivitätsgrenze der Dosimeter wurden als 0.05 V/m kodiert. Die Auswertungen basierten auf den zeitlichen (quadratischen) Mittelwerten der drei Downlink-Mobilfunkfrequenzen, aus denen dann die gesamte Feldstärke wiederum als quadratischer

Mittelwert berechnet wurde. Als exponiert galten die obersten 10% der Teilnehmer, die Gesamtfeldstärke betrug in dieser Gruppe mehr als 0.1 V/m.

Methode: Die Befragung betraf die Schlafqualität (Pittsburgh-Schlafqualitäts-Index, PSQI), Kopfschmerzen (HIT), unspezifische Beschwerden (von Zerssen-Liste mit 24 Fragen) und die gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-36). Neben deskriptiven Auswertungen wurden multiple lineare Regressionen mit Korrektur für die Einflussfaktoren Alter, Geschlecht, Wohnumgebung, Schulabschluss und Stress-Score (TICS). Aus den Antworten zur Risikowahrnehmung ergaben sich drei Personen-Kategorien: "keine Besorgnis und keine Beeinträchtigung", "Besorgnis, aber keine Beeinträchtigung" und "Beeinträchtigung (mit oder ohne Besorgnis)".

Resultat: Von 1326 Personen mit auswertbaren Hochfrequenzmessungen berichteten 8.8% über Beschwerden und 27.1% über Befürchtungen wegen Mobilfunkbasisstationen. In 65.8% der Haushalte lag die Exposition unter 0.05 V/m (Nachweisgrenze der Messgeräte). Der Mittelwert der gesamten Feldstärke lag bei 0.1 V/m, der Maximalwert bei 1.14 V/m. In städtischen Regionen waren die Belastungen höher als im vorstädtischen oder ländlichen Bereich. Die aus den Antworten der Teilnehmer berechneten Medianwerte der Befragungsinstrumente zu gesundheitlichen Beschwerden unterschieden sich zwischen Exponierten (>90. Perzentil) und Nichtexponierten nicht statistisch signifikant. Personen, die Symptome auf Mobilfunkbasisstationen zurückführten, gaben in allen Skalen mehr Beschwerden an als die übrigen Teilnehmer. In den linearen Regressionsmodellen bestätigte sich diese Assoziation genauso wie das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen Symptomen und Hochfrequenzexposition. Die gleichen Resultate ergaben sich bei Einbezug aller Frequenzbereiche sowie bei Auswertung der Antworten zu Kopfschmerzen und Schlafstörungen am Tag der Expositionsmessung bzw. in der Nacht davor.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die gemessenen Hochfrequenzbelastungen durch Mobilfunksendeanlagen in dieser Studie nicht mit dem Auftreten von unspezifischen gesundheitlichen Beschwerden assoziiert waren. Es bestand ein Zusammenhang zwischen der Besorgnis und der Beeinträchtigung des subjektiven Befindens.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, wird die Aussagekraft der Studie dadurch eingeschränkt, dass sich die Messungen auf die Schlafzimmer beschränkten, und dass es sich bei den Teilnehmern nicht um eine zufällig ausgewählte, repräsentative Stichprobe der Gesamtbevölkerung handelte. Studien mit Erfassung der individuellen Exposition im Tagesverlauf wurden in Süddeutschland (vgl. Thomas et al., Bioelectromagnetics 2008: 29 (6), 463-470) und in der Schweiz (vgl. Mohler et al., Radiat Res 2010: 174 (3), 347-356) durchgeführt. In beiden zeigte sich ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzbelastung und dem Auftreten von unspezifischen Beschwerden.

Finanzierung: Keine Angaben

Cardis E, Sadetzki S.

Indications of possible brain-tumour risk in mobile-phone studies: should we be concerned?.

Occup Environ Med 2011; 68 (3): 169-171

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Crespo-Valero P, Christopoulou M, Zefferer M, Christ A, Achermann P, Nikita KS, Kuster N.
Novel methodology to characterize electromagnetic exposure of the brain.
Phys Med Biol 2011; 56 (2): 383-396

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Ziel: Entwicklung einer neuen Simulationsmethode zur genauen Quantifizierung der EMF-Exposition in einzelnen Subregionen des Gehirns bei Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: Berechnung anhand von Computermodellen, kein Kollektiv erforderlich.

Exposition: Mithilfe der Simulationsmethode kann die spezifische Absorptionsrate (SAR) für sehr kleine Gehirnregionen einzeln oder in Kombination ermittelt werden.

Methode: Die Expositionsberechnungen basieren auf einem dreidimensionalen, stereotaktischen Atlas des Gehirns (nach Talairach), mehreren hochaufgelösten Computermodellen des menschlichen Gehirns und einem numerischen Schema zur Simulation elektromagnetischer Felder.

Resultat: Die Simulationsmethode verbessert die Dosimetrie des Gehirns für Studien zum Mobiltelefongebrauch. Ein Beispiel ist die Charakterisierung von Expositionen bei Kindern und Erwachsenen anhand von 8 Szenarien. In einem zweiten Beispiel werden gewebespezifische Expositionswerte bestimmt, indem man am Phantom gemessene SAR-Werte auf ein anatomisches Modell des Kopfes extrapoliert.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, lässt sich mit dieser Methode die durchschnittliche SAR für mehr als 1000 anatomische oder funktionelle Gehirnregionen des Talairach-Atlas berechnen. Die Methode ist nicht nur für Mobiltelefone, sondern auch für die Exposition durch diagnostische oder therapeutische Geräte verwendbar.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation NRP 57: 'Non-Ionising Radiation - Health and Environment'

de Vocht F, Burstyn I, Cherrie JW.

Time trends (1998-2007) in brain cancer incidence rates in relation to mobile phone use in England.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (5): 334-339

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Registerstudie zur Untersuchung der Hirntumor-Erkrankungsraten im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung in England.

Kollektiv: Personen, bei denen zwischen 1998 und 2007 ein Hirntumor diagnostiziert wurde und die im Register des "UK Office of National Statistics" erfasst sind.

Exposition: Die Verbreitung der Mobiltelefone begann in England Anfang der 1990er-Jahre. Bis 2001/2002 stieg sie auf 65%, bis 2005/2006 auf 79% aller Haushalte.

Methode: Analysiert wurde der Verlauf der altersspezifischen Erkrankungsraten pro 100'000 Personen zwischen 1998 und 2007. Erfasst wurden überwiegend bösartige Tumoren, also vor allem Gliome, und nur wenige Meningeome oder Akustikusneurinome. Die statistische Auswertung erfolgte mittels linearen Regressionsmodellen (Methode der kleinsten Quadrate) mit dem jeweiligen Jahr als kontinuierlicher Einflussvariable.

Resultat: Im Beobachtungszeitraum zeigte sich keine statistisch signifikante Veränderung der Hirntumor-Erkrankungen insgesamt, weder für Frauen noch für Männer. Das selbe galt für die altersspezifischen Erkrankungsraten (7 Altersgruppen im Abstand von jeweils 10 Jahren). Die getrennte Auswertung der Erkrankungsraten je nach Lokalisation des Tumors ergab einen statistisch signifikanten Anstieg von Tumoren im

seitlich gelegenen Temporallappen des Gehirns ($p < 0.01$). Für Frauen lag dieser Anstieg bei 0.02, für Männer bei 0.04 Neuerkrankungen pro 100'000 Personen und Jahr. Auch Tumoren im Bereich des Frontallappens nahmen bei Männern um 0.04 zu, bei Frauen veränderten sich die Zahlen nicht statistisch signifikant. Ebenfalls nur bei Männern zeigte sich ein statistisch signifikanter Rückgang von Tumoren im Bereich des zentralen Grosshirns (ohne Gehirnlappen, $-0.02/\text{Jahr}$), des Parietallappens ($-0.03/\text{Jahr}$) und des Kleinhirns ($-0.01/\text{Jahr}$). Hirntumoren ohne Begrenzung auf eine bestimmte Lokalisation nahmen bei Frauen und Männern leicht ab ($p < 0.01$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass insgesamt kein Anstieg der Hirntumor-Erkrankungen in England zwischen 1998 und 2007 zu beobachten war. Sie weisen darauf hin, dass der statistisch signifikante Anstieg der Tumoren im Temporallappen auf einen Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung hindeuten könnte, weil dieser seitlich gelegene Teil des Gehirns beim Telefonieren am stärksten exponiert ist. Die Anzahl der Hirntumoren im Temporallappen stieg während des ganzen Beobachtungszeitraums von 10 Jahren um weniger als einen Fall pro 100'000 Personen. Die Autoren bezweifeln einen ursächlichen Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung.

Bemerkungen: Die Aussagekraft von Registerstudien ist dadurch limitiert, dass keine Informationen zur Mobiltelefonbenutzung der einzelnen Personen vorliegen. Daher lässt sich nicht beurteilen, wie viel und auf welcher Kopfseite die erkrankten Personen telefoniert haben. Interessant wäre auch ein Vergleich mit der Entwicklung von Akustikusneurinomen, die im stark exponierten Gehörgang lokalisiert sind. Diese Tumoren wurden im Register nicht erfasst. Der beobachtete leichte Anstieg von Hirntumoren im Temporallappen unterstreicht die Notwendigkeit der genauen Überwachung der Hirntumor-Erkrankungen in geeigneten Registern. Registerstudien aus anderen Ländern kamen zu vergleichbaren Ergebnissen. In Skandinavien waren die Erkrankungsraten für verschiedene Hirntumoren zwischen 1998 und 2003 entweder stabil, nahmen ab oder zeigten einen kontinuierlichen Anstieg, der bereits vor der Einführung der Mobilfunktechnik begonnen hatte (Deltour et al., J Natl Cancer Inst 2009: 101 (24), 1721-1724). Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kamen Studien aus den USA (Inskip et al., Neuro Oncol 2010: 12 (11), 1147-1151), Neuseeland (Cook et al., N Z Med J 2003: 116 (1175), U457) und der Schweiz (Rösli et al., Eur J Cancer Prev 2007: 16 (1), 77-82).

Finanzierung: Keine Angaben

Kwon MS, Hämäläinen H.

Effects of mobile phone electromagnetic fields: Critical evaluation of behavioral and neurophysiological studies.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (4): 253-272

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Land:

Parameter

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersichtsarbeit über die Ergebnisse experimenteller Studien zu Auswirkungen der Hochfrequenzfelder von Mobiltelefonen oder Basisstationen auf das Gehirn und auf unspezifische Beschwerden.

Kollektiv: Teilnehmer an diversen experimentellen Studien, überwiegend gesunde Probanden. An manchen Studien waren auch Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) beteiligt.

Exposition: Hochfrequenzexposition von Mobiltelefonen oder Mobilfunkbasisstationen in einem Labor unter kontrollierten Bedingungen.

Methode: Die Literatursuche umfasste wissenschaftliche Publikationen bis 2009 und ergab über 110 relevante Artikel. In die Übersichtsarbeit aufgenommen wurden 105 Publikationen (Ausschlusskriterien: mangelhafte Beschreibung von Methoden oder Resultaten, spezifisches Patientenkollektiv, Publikation auf Deutsch). Studiendesign, Exposition, Teilnehmerzahl, Zielgrößen und Hauptresultate der Studien wurden in 9 Tabellen aufgelistet. Zielgrößen der Studien waren: Unspezifische Symptome, Feldwahrnehmung, kognitive Funktionen, neurophysiologische Parameter: otoakustische Emissionen, Hirnstammreaktionen auf akustische Reize, Hirnströme (EEG) in Ruhe und im Schlaf, evozierte und ereignisbezogene Potenziale der Gehirnaktivität und zerebrale Durchblutung. Manche neurophysiologischen Parameter wurden mit verschiedenen Messmethoden untersucht.

Resultat: Die Provokationsstudien ergaben keine Evidenz für Auswirkungen der Exposition auf unspezifische Symptome oder Feldwahrnehmung. Für die Weiterleitung und Verarbeitung von akustischen Reizen im Gehirn bestanden keine signifikanten Effekte. In Bezug auf die Gehirnphysiologie und kognitive Funktionen waren die Resultate nicht einheitlich. Wenn man falsch positive Ergebnisse bei multipler Testung berücksichtigt, war die

Evidenz nur für die verstärkte Alpha-Aktivität im Ruhe-EEG überzeugend. Zur Untersuchung von Expositionseffekten mittels Transkranieller Magnetstimulation (TMS), Positronenemissionstomographie (PET) oder Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) liegen erst einzelne Resultate vor. Für Mobilfunksignale der 3. Generation (UMTS oder CDMA) ergaben die Studien übereinstimmend keine Veränderungen der gemessenen Parameter. Eine methodische Schwäche einer Reihe von Studien ist, dass die angestrebte Teilnehmerzahl nicht erreicht wurde und dadurch die Reihenfolge der Expositionen nicht ausgeglichen war. Zudem sollte bei der Berechnung der erforderlichen Teilnehmeranzahl berücksichtigt werden, dass nur diskrete Veränderungen zu erwarten sind.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die experimentellen Studien zur Hochfrequenzexposition insgesamt keine signifikanten Resultate ergeben haben (Symptome, otoakustische Emissionen, Hirnstammreaktionen, evozierte Potenziale) oder nicht einheitliche Resultate, die noch repliziert werden müssen (EEG). Sie empfehlen weitere Untersuchungen mit TMS, PET oder NIRS und weisen darauf hin, dass methodische Aspekte wie multiple Testung und zu erwartende Effektgrösse bei der Datenauswertung beachtet werden müssen.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine umfassende Übersichtsarbeit mit detaillierter Darstellung der Studien und ausführlicher Diskussion. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist eine gemeinsame Auswertung der Ergebnisse zu neurophysiologischen Parametern schwierig, weil unterschiedliche Messwerte verwendet wurden.

Finanzierung: Finnish National Technology Agency (Tekes)

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Andersen TV, Poulsen AH, Prochazka M, Klæboe L, Kuehni CE, Tynes T, Rösli M.

Impact of random and systematic recall errors and selection bias in case-control studies on mobile phone use and brain tumors in adolescents (CEFALO study).

Bioelectromagnetics 2011; 32 (5): 396-407

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Validierungsstudie zum Einfluss von zufälligen und systematischen Erinnerungsfehlern sowie von Auswahlfehlern (Selektionsbias) auf die Ergebnisse von Fall-Kontrollstudien. Für die Berechnung der Odds Ratios unter verschiedenen Szenarien wurden Daten der internationalen CEFALO-Studie zum Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko bei Kindern und Jugendlichen verwendet (Januar 2004 bis August 2008, vgl. Aydin et al., J Natl Cancer Inst 2011; 103 (16): 1264-1276).

Kollektiv: Kinder und Jugendliche im Alter von 7 bis 19 Jahren in Dänemark, Schweden, Norwegen und der Schweiz. Die Fallgruppe bildeten Patienten mit einem histologisch bestätigten Hirntumor, die Patientendaten stammten von Krebsregistern oder Kliniken mit entsprechenden Fachrichtungen. Die Kontrollkinder wurden aus regionalen oder nationalen Bevölkerungsregistern zufällig ausgewählt. Pro Patient nahmen 2 Kontrollkinder mit passendem Alter, Geschlecht und geographischer Region teil. In der CEFALO-Studie lagen die Teilnahmeraten in der Fallgruppe bei 83.2% und in der Kontrollgruppe bei 71.1%. Damit kamen die Daten von 352 Hirntumorpatienten und 646 Kontrollpersonen zur Auswertung.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Die Teilnehmer beantworteten Fragen zur Anzahl der Telefonate pro Tag (6 Kategorien von <1/Woche bis >5/Tag), zu ihrer durchschnittlichen Dauer (4 Kategorien von <1 bis >10 Minuten pro Anruf) und zur Länge der Mobiltelefonbenutzung (in Monaten). Daraus wurde die Gesamtzahl und -dauer der Telefonate für jeden Teilnehmer berechnet. Die Kategorisierung der Exposition basierte auf der Verteilung in der Gruppe der Kontrollkinder, die regelmässig ein Mobiltelefon benutzten. Als Nichtbenutzer galten die untersten 10%, als regelmässige Benutzer die mittleren 65% und als starke Mobiltelefonbenutzer die obersten 25% dieser Verteilung. Für 59 Patienten (26%) und 91 Kontrollkinder (22%) lagen zusätzlich objektive Benutzerdaten der entsprechenden Netzbetreiber vor.

Methode: Um die Übereinstimmung zu überprüfen, wurde der Quotient zwischen den Teilnehmerangaben und den Betreiberdaten gebildet. Der Median dieses Quotienten bezeichnete das durchschnittliche Ausmass der systematischen Unter- oder Überschätzung. Als Überschätzung galt ein Quotient von mehr als 1.5. Der Interquartilbereich (IQR) des Quotienten, also die mittleren 50% der Werte, repräsentierten die Variabilität zwischen den Teilnehmern und diente als Mass für den zufälligen Erinnerungsfehler. Die Quotienten wurden für verschiedene Untergruppen des Kollektivs separat berechnet. Mit Hilfe eines multiplikativen Fehlermodells wurden die Auswirkungen der zufälligen und systematischen Erinnerungsfehler auf die Expositionsabschätzung modelliert. Um ihre Auswirkungen auf die Odds Ratios zu berechnen, wurden wiederholt Stichproben aus einer fiktiven Studienpopulation gezogen, die mit dem CEFALO-Kollektiv vergleichbar war. Für zufällige und systematische Erinnerungsfehler wurden Szenarien mit verschieden starker Verzerrung und unterschiedlichen Fehlerkombinationen simuliert. Bezogen auf den Selektionsbias wurden Szenarien mit 5 verschiedenen Kombinationen von Teilnahmeraten in der Fall- und in der Kontrollgruppe evaluiert (zwischen 40 und 80%).

Resultat: Die Validierungsstudie ergab, dass die Patienten die Anzahl ihrer Mobiltelefonate im Durchschnitt um 9% überschätzten, die Kontrollpersonen um 34%. Die Gesamtdauer der Anrufe überschätzten sie um 52% respektive 163%. Die Szenarien zum Erinnerungsfehler und zum Selektionsbias ergaben komplexe Resultate. Generell nahm die Überschätzung mit zunehmender Mobiltelefonbenutzung ab, war aber bei Kindern und Jugendlichen, die schon seit längerer Zeit ein Handy benutzten, stärker ausgeprägt. Wenn der zufällige Erinnerungsfehler in der Kontrollgruppe zunahm, stieg auch die berechnete Odds Ratio für das Hirntumorrisiko bei regelmässiger Mobiltelefonbenutzung an (=Überschätzung des tatsächlichen Zusammenhangs). Wenn der Fehler in der Fallgruppe zunahm, schwächte sich die Assoziation ab (=Unterschätzung). Für starke Mobiltelefonbenutzer war das Muster unter der Annahme, dass kein Risiko bestand, umgekehrt. Wenn man von einer erhöhten Odds Ratio von 1.52 ausging, ergaben sich keine einheitlichen Trends in den Risikoschätzern bei zunehmendem Erinnerungsfehler. Bezogen auf systematische Erinnerungsfehler trat immer dann eine Überschätzung des Risikos auf, wenn der Fehler bei Patienten ausgeprägter war als bei Kontrollpersonen. Die Modellierungen zum Selektionsbias ergaben immer dann eine Unterschätzung des wahren Risikos, wenn in der Kontrollgruppe die Nichtbenutzer oder in der Fallgruppe die Benutzer unterrepräsentiert waren. Wenn Nichtbenutzer in der Fallgruppe überrepräsentiert waren, kam es zur Überschätzung des Risikos. Verschiedene plausible Fehlerszenarien für die CEFALO-Studie verursachten kaum Veränderungen in den Odds Ratios für regelmässige Mobiltelefonbenutzer. Für starke Benutzer war eine Unterschätzung der tatsächlichen Assoziation zu beobachten, vor allem bei der Überschätzung des Mobiltelefongebrauchs um 9 respektive 34% (Odds Ratio von 1.11 statt 1.52).

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Simulationsmodellen, dass ein zufälliger Erinnerungsfehler, der bei Patienten und Kontrollpersonen unterschiedlich stark ausgeprägt ist, ebenso zur Verzerrung der Odds Ratios führen kann wie ein systematischer Erinnerungsfehler. Mit einer Verzerrung durch Selektionbias ist in der CEFALO-Studie kaum zu rechnen, weil die Teilnahmeraten bei Patienten und Kontrollkindern hoch waren und in der Kontrollgruppe keine Über- oder Unterrepräsentation von Mobiltelefonbenutzern bestand. Auch falsch positive Resultate betrachten die Autoren für die CEFALO-Studie als unwahrscheinlich (zu hohe oder zu tiefe Odds Ratios). Zudem gehen die Autoren davon aus, dass eine tatsächlich vorhandene Assoziation nachgewiesen werden kann, weil nicht mit einer starken Unterschätzung des tatsächlichen Zusammenhangs zu rechnen ist.

Bemerkungen: Wie die Autoren festhalten, ist überraschend, dass Kontrollkinder ihre Mobiltelefonbenutzung

stärker überschätzten als Kinder mit Hirntumoren. In Studien an Erwachsenen, z.B. INTERPHONE, wurde das Gegenteil beobachtet. Möglicherweise hängen die Unterschiede damit zusammen, dass in der CEFALO-Studie Kategorien der Mobiltelefonbenutzung vorgegeben waren.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health; Swiss Research Foundation on Mobile Communication; Swiss National Science Foundation (PDFMP3-122873); Danish Strategic Research Council (2103-05-0006/2064-04-0010); Swedish Council for Working Life and Social Research; Swedish Research Council; Swedish Cancer Society; Swedish Childhood Cancer Society; Swedish Radiation Protection Authority.

Cinel C, Russo R, Boldini A, Fox E.

Exposure to mobile phone electromagnetic fields and subjective symptoms: a double-blind study.

Psychosom Med 2008; 70 (3): 345-348

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Lyskov E, Sandström M, Hansson Mild K.

Neurophysiological study of patients with perceived 'electrical hypersensitivity'.

Int J Psychophysiol 2001; 42 (3): 233-241

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Stromleitungen

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung, ob sich die Regulation des autonomen Nervensystems bei Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS) und Kontrollpersonen unterscheidet.

Kollektiv: 20 Personen mit EHS, Frauen: 55%, Durchschnittsalter: 47 Jahre. 20 Personen ohne EHS, Frauen: 60%, Durchschnittsalter: 44 Jahre.

Exposition: Es fand keine experimentelle EMF-Exposition statt.

Methode: Gemessen wurden verschiedene physiologische Parameter des Herz-/Kreislaufsystems und des Gehirns.

Resultat: Die Messungen ergaben bei EHS-Personen eine höhere Herzfrequenz in Ruhe und eine niedrigere Herzfrequenzvariabilität. Ausserdem zeigten sich ein schnellerer Beginn, grössere Amplituden und eine Links-Rechts-Asymmetrie der sympathikotonen Hautreaktionen. Die Fusionsfrequenz im Flimmerlichttest war bei EHS-Personen höher, und es bestanden tendenziell stärkere visuell evozierte Potenziale bei Stimulationsfrequenzen von 30 bis 70 Hz.

Schlussfolgerung: Insgesamt beobachteten die Autoren in der EHS-Gruppe Trends zu erhöhtem Sympathikotonus sowie zu Hyperreaktivität auf sensible Reize und erhöhter allgemeiner Erregbarkeit.

Bemerkungen: Wenig Angaben zur Vergleichbarkeit der beiden Gruppen; keine Korrektur für multiple Testung;

MANOVA und lineare Regression ohne Adjustierung für zusätzliche Faktoren. Nachfolgestudie: Sandström et. al., Int J Psychophysiol 2003: 49 (3), 227-235.

Finanzierung: Swedish Work Environmental Fund (RALF)

Sandström M, Lyskov E, Hornsten R, Hansson Mild K, Wiklund U, Rask P, Klucharev V, Stenberg B, Bjerle P. Holter ECG monitoring in patients with perceived electrical hypersensitivity. Int J Psychophysiol 2003; 49 (3): 227-235

Stichwörter Exposition: Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone Stromleitungen Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien	Kollektiv: Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter
	Wirkungsdauer:	Land: Europa

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Unterschieden zwischen Personen mit und ohne Elektrohypersensibilität (EHS) bezüglich der Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität. Nachfolgestudie von Lyskov et al., Int J Psychophysiol 2001: 42 (3), 233-241.

Kollektiv: 14 Personen mit EHS, Frauen: 64%, Durchschnittsalter: 48.9 Jahre; 14 Personen ohne EHS, Frauen: 64%, Durchschnittsalter: 49.6 Jahre.

Exposition: Es fand keine experimentelle EMF-Exposition statt.

Methode: Die Teilnehmer erhielten ein tragbares Gerät zur Aufzeichnung des Elektrokardiogramms (EKG) über 24 Stunden. Sie trugen das EKG-Gerät während eines normalen Arbeitstags und füllten ein Aktivitätstagebuch aus. Gleichzeitig wurde die Magnetfeldbelastung im Alltag gemessen (40 bis 800 Hz, Median in der EHS-Gruppe 0.05 μ T, in der Kontrollgruppe 0.06 μ T).

Resultat: Die EKG-Auswertungen ergaben insgesamt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Mittelwerte aller 6 Parameter der Herzfrequenzvariabilität waren in der EHS-Gruppe etwas höher. Beim Vergleich der einzelnen Komponenten der Herzfrequenzvariabilität zeigte sich in der EHS-Gruppe ein statistisch signifikant geringerer Anstieg der Hochfrequenzkomponente während der Nacht. Die Magnetfeldbelastung der Teilnehmer im Alltag unterschied sich nicht zwischen den Gruppen.

Schlussfolgerung: Da die Hochfrequenzkomponente der Herzfrequenzvariabilität die Parasympathikusaktivität repräsentiert, wird diese Beobachtung von den Autoren als Störung des Tag-Nacht-Rhythmus des autonomen

Nervensystems interpretiert. Die subjektive Schlafqualität war nicht beeinträchtigt.

Bemerkungen: Kleine Gruppen, Drop-out: 4 Patienten und 9 Kontrollpersonen; keine Korrektur für multiple Testung

Finanzierung: Trygg-Hansa, Stockholm

Trimmel M, Schweiger E.

Effects of an ELF (50 Hz, 1 mT) electromagnetic field (EMF) on concentration in visual attention, perception and memory including effects of EMF sensitivity.

Toxicol Lett 1998; 96-97: 377-382

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der niederfrequenten Magnetfeldbelastung auf die Hirnleistung bei Personen mit und ohne Elektrohypersensibilität (EHS).

Kollektiv: 36 Personen mit EHS, Durchschnittsalter: 70 Jahre; 30 Personen ohne EHS, Durchschnittsalter: 31 Jahre. Frauenanteil in Gesamtgruppe: 18%.

Exposition: Transformator-Spule, Sinuswellen, 50 Hz, 1 mT auf Kopfhöhe. Es gab drei Expositionsbedingungen: EMF plus Lärm, nur Lärm (45 dB, 100 Hz) oder Scheinexposition. Jeder Proband durchlief zwei dieser drei Testphasen, die jeweils eine Stunde dauerten.

Methode: Die Reihenfolge der Expositionen war innerhalb der Gruppe ausgeglichen. Die Scheinexposition war wegen des fehlenden Lärms für alle Beteiligten erkennbar, die Magnetfeldexposition erfolgte doppelblind. Die Auswertungen betrafen den Vergleich zwischen "EMF plus Lärm" und "nur Lärm".

Resultat: Unter Korrektur für die jeweiligen Leistungen während der Scheinexposition erzielten EHS-Personen bei "EMF plus Lärm" bezüglich zwei von fünf kognitiven Parametern statistisch signifikant schlechtere Ergebnisse als die Kontrollpersonen. Für die Kontrollgruppe zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Expositionen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Ergebnisse auf eine Abnahme der kognitiven Leistung von Personen mit EHS bei Magnetfeldbelastung hinweisen.

Finanzierung: keine Angaben

Buchner K, Eger H.

Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder - Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen.

Umwelt - Medizin - Gesellschaft 2011; 24 (1): 44-57

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Untersuchung der Neurotransmitter-Konzentrationen bei Bewohnern eines Dorfes in Niederbayern vor und nach Errichtung einer Mobilfunksendeanlage. Neurotransmitter sind Botenstoffe des Nervensystems und dienen der Übermittlung und Verarbeitung von Reizen im Gehirn. In der Studie wurden die Konzentrationen von Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin und Phenylethylamin (PEA) im Urin untersucht. Diese Neurotransmitter gehören zum Katecholaminsystem.

Kollektiv: Zur Teilnahme eingeladen wurden alle Einwohner des Dorfes Rimbach, d.h. ungefähr 2000 Personen. An allen 4 Untersuchungen der Studie nahmen 60 Personen im Alter zwischen 2 und 68 Jahren teil. Darunter befanden sich 29 Erwachsene und 31 Kinder unter 10 Jahren. Siebenundzwanzig Teilnehmer waren männlich und 33 weiblich.

Exposition: Im Frühling 2004 wurde auf der gegenüberliegenden Talseite, etwa auf Höhe der Dorfmitte, ein kombinierter GSM-Mobilfunksender (D1 und D2, 900 MHz) mit jeweils 2 Antennengruppen errichtet. Die Montagehöhe der Antennen betrug 7.9 m, auf 7.2 m Höhe befand sich zusätzlich eine Richtfunkantenne. Die Mobilfunkbelastung der Studienteilnehmer wurde an der Aussenseite der Häuser gemessen. Die Auswertungen basierten auf den Spitzenwerten der Leistungsflussdichte, der Durchschnitt im Gesamtkollektiv lag bei $76.9 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.17 \text{ V}/\text{m}$). Als Referenzgruppe dienten Personen mit Belastungen unter $60 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.15 \text{ V}/\text{m}$), die Expositionswerte in der mittleren Kategorie lagen zwischen 60 und $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.15$ und $0.19 \text{ V}/\text{m}$) und in der oberen Kategorie über $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.19 \text{ V}/\text{m}$).

Methode: Die Untersuchung der Neurotransmitter-Konzentrationen im Urin erfolgten vor Installation der Mobilfunksendeanlage im Februar 2004 sowie nach der Inbetriebnahme im Juli 2004, im Januar 2005 und im Juli

2005. Zusätzlich wurden die Studienteilnehmer zu ihrem genauen Wohnort, zur durchschnittlichen Aufenthaltsdauer zu Hause, zu Wohngiften, Anzahl stark befahrener Strassen in der Umgebung und zum Besitz von Schnurlostelefonen, WLAN- oder Bluetooth-Geräten befragt. Weitere Fragen betrafen Amalgamfüllungen in den Zähnen sowie chronische Erkrankungen und/oder Übergewicht. Die statistische Auswertung der Neurotransmitter-Konzentrationen zu den vier Zeitpunkten erfolgte mittels zweiseitigem Vorzeichen-Rangtest nach Wilcoxon.

Resultat: Eine Hochfrequenzbelastung von weniger als $60 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.15 \text{ V}/\text{m}$) hatten 24 Personen, zur Kategorie zwischen 60 und $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.15$ und $0.19 \text{ V}/\text{m}$) gehörten 20 Personen, Belastungswerte über $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ($= 0.19 \text{ V}/\text{m}$) bestanden bei 16 Personen. Von Januar bis Juli 2004 stieg der Median der AdrenalinKonzentration in der mittleren und oberen Expositionskategorie um 2.6 respektive $2.7 \mu\text{g}/\text{g}$ Krea an. Bis Juli 2005 sanken die Medianwerte in beiden Kategorien wieder ab. In der Referenzkategorie ($<60 \mu\text{W}/\text{m}^2$) war der Anstieg geringer ($1 \mu\text{g}/\text{g}$ Krea). Für Noradrenalin ergaben sich ähnliche Konzentrationsverläufe wie bei Adrenalin. Die Dopaminwerte verhielten sich gegenläufig: bis Juli 2004 sanken sie in allen drei Expositionskategorien ab, danach stiegen sie wieder an. Die Phenylethylamin-Werte (PEA) nahmen bei allen Teilnehmern über den ganzen Beobachtungszeitraum ab. In der oberen Expositionskategorie begann die Abnahme in den ersten 6 Monaten, in den anderen Kategorien erst ab Juli 2004.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzstrahlung der Mobilfunksendeanlage und dem Verlauf der Neurotransmitter-Konzentrationen bei den Studienteilnehmern.

Bemerkungen: Der Ansatz der Studie ist interessant, aber es bestehen einige Unklarheiten und methodische Limitationen. Eine Einschränkung resultiert daraus, dass sich nur ca. 3% der eingeladenen Dorfbewohner an der Studie beteiligten. Die Übertragbarkeit der Resultate auf die Allgemeinbevölkerung ist daher fraglich. Des weiteren ist das Vorgehen bei der Expositionsmessung und bei der Bildung der drei Kategorien unklar: Wann wurde die Messung an den Häusern durchgeführt? Wie hoch war die Belastung der Personen zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung im Januar 2004? Nach welchen Kriterien wurden die Trennpunkte der Kategorien bei 60 und $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ festgelegt? Da die drei Gruppen nicht gleich gross sind, handelt es sich nicht um die übliche Einteilung in Drittel gemäss der Expositionsverteilung. Auch der Anteil an Kindern war in den Gruppen unterschiedlich gross (untere Kategorie: 37%, mittlere Kategorie: 65%, obere Kategorie: 56%). Zudem war die Mobilfunkbelastung im ganzen Kollektiv niedrig, und die Unterschiede zwischen den Kategorien klein. Im Ergebnisteil werden für die medianen Neurotransmitter-Konzentrationen nur in den Tabellen 95%-Konfidenzintervalle angegeben, aber nicht in den Abbildungen der Verlaufskurven. Da die Konfidenzintervalle weit sind und sich für alle Expositionskategorien stark überlappen, bestehen für keinen Neurotransmitter statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien. Offenbar variieren die Konzentrationen auch bei Personen innerhalb der selben Kategorie beträchtlich. In den Auswertungen von verschiedenen Untergruppen, z. B. von Kindern und chronisch Kranken, wurden die Expositionskategorien nicht berücksichtigt. Sie sagen daher nichts über mögliche Zusammenhänge mit der Mobilfunkbelastung aus.

Finanzierung: Finanzielle und personelle Unterstützung bei der Datenerhebung: Klinik INUS Medical Center, Lab4more GmbH, Neuroscience Inc.; Auswertung: fremdmittelfrei

Regel SJ, Achermann P.

Cognitive performance measures in bioelectromagnetic research--critical evaluation and recommendations.

Environ Health (online publication) 2011; 1 (10): 10

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit HerzKreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Unmittelbar	Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersichtsarbeit über die Ergebnisse von Provokationsstudien, in denen Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf kognitive Funktionen untersucht wurden.

Kollektiv: Teilnehmer an Provokationsstudien zur Untersuchung von Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Gehirnleistung.

Exposition: Mobiltelefonähnliche Signale. In den meisten Studien wurden GSM-Signale mit Trägerfrequenzen von 900 MHz und Pulsmodulation von 217 Hz verwendet. Andere Studien betrafen Signale in den Frequenzbereichen um 450 MHz, 1800 MHz und 1950 MHz (UMTS-Signal). Häufig wurde nur eine Seite des Kopfes exponiert, in einigen Studien beide Seiten.

Methode: Übersichtsarbeit mit systematischer Literatursuche, Zusammenstellung der Studien und Resultate in Tabellen sowie Diskussion der methodischen Aspekte, die bei der Durchführung und Interpretation von Provokationsstudien zu beachten sind.

Resultat: In die Übersicht aufgenommen wurden 41 Provokationsstudien, die zwischen 1998 und Ende 2009 in wissenschaftlichen Zeitschriften mit Peer-Review-Verfahren publiziert wurden. Bei 33 Experimenten handelte es sich um Crossover-Studien, in denen alle Probanden sowohl exponiert als auch scheinexponiert wurden. Acht Studien verglichen Gruppen von Probanden, die jeweils nur eine Exposition erhalten hatten (Parallelgruppen-Design). Ein grosser Teil der Studien war nur einfach verblindet, obwohl Doppelblindbedingungen für aussagekräftige Resultate unverzichtbar sind. Die in den Studien verwendeten kognitiven Tests beinhalteten sehr unterschiedliche Aufgaben, Funktionen und Modalitäten (z.B. visuelle oder auditorische Stimuli). In den meisten Studien erfolgte die Testung während der Exposition, es gab aber auch Studien mit Hirnleistungstests in der

zweiten Expositionshälfte oder nach Ende der Exposition. Die Expositionsanordnung, -definition und -beschreibung variierte zwischen den Studien stark. Bisher wurden nur für einzelne Tests statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Expositionsbedingungen beobachtet, nicht für ganze Testbatterien. Die Effekte traten bei unterschiedlich langer Expositionsdauer auf (10 bis 120 Minuten), die meisten Studien waren aber auf Kurzzeiteffekte beschränkt. Die Reihenfolge der Expositionen war in den meisten Studien ausgeglichen, der Abstand zwischen den Expositionen war oft kurz (Gefahr von "Carry-over-Effekten"). Expositionsunabhängige, zusätzliche Faktoren, die einen Einfluss auf die Hirnleistung haben könnten, z.B. Schlafmangel oder Koffeinkonsum, sollten so gering wie möglich gehalten werden.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass zukünftige Studien auf kognitive Tests fokussiert sein sollten, bei denen in früheren Studien Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition beobachtet wurden. Die uneinheitlichen Ergebnisse der bisherigen Studien könnten auf methodische Differenzen zurückzuführen sein, z. B. in der Zusammensetzung und Grösse der Gruppen, im Studiendesign oder in der Exposition. Als Ziele der weiteren Forschung bezeichnen die Autoren die Entwicklung eines einheitlichen Studienprotokolls und die Identifizierung des biologischen Mechanismus, der die im EEG beobachteten Veränderungen der Hirnströme bei Mobiltelefonexposition erklären könnte.

Bemerkungen: Umfassende Übersichtsarbeit und Diskussion der methodischen Anforderungen an Provokationsstudien im Bereich der EMF-Forschung.

Finanzierung: Swiss Federal Office of Public Health; Swiss National Research Program 57

Thomee S, Harenstam A, Hagberg M.

Mobile phone use and stress, sleep disturbances, and symptoms of depression among young adults--a prospective cohort study.

BMC Public Health 2011; 11: 66

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnitts- und Kohortenstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonbenutzung und mentalen Symptomen wie Stress, Depression oder Schlafstörungen bei jungen Erwachsenen.

Kollektiv: Zufallsstichprobe aus der schwedischen Bevölkerung im Alter von 20 bis 24 Jahren.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Bei der Berechnung der Benutzungshäufigkeit wurden Anrufe und SMS-Nachrichten zusammengezählt. Entsprechend der Verteilung im Kollektiv wurden drei Kategorien gebildet (niedrig, mittel, hoch). Im Vordergrund der Untersuchung stand nicht die Hochfrequenzbelastung, sondern psychosoziale Aspekte der Mobiltelefonbenutzung.

Methode: Die Teilnehmer wurden im Oktober 2007 mit einem schriftlichen Fragebogen zu Gesundheit, Arbeit, Umweltexpositionen und psychosozialen Faktoren befragt. Ein Jahr später erfolgte eine erneute Befragung via Internet. Erfasst wurde die Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung (Anrufe oder SMS), aber auch qualitative Aspekte wie Gestresstsein durch dauernde Erreichbarkeit oder exzessive Benutzung des Mobiltelefons. Auch die Beschwerden wie Stress, depressive Stimmung und Schlafstörungen wurden von den Teilnehmern erfragt. Die Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung zu Beginn der Studie und Symptomen in der ersten und zweiten Befragung wurden mit Hilfe von Cox-proportional-hazard-Modellen für Männer und Frauen getrennt analysiert. Dabei wurden soziale Faktoren wie Ausbildungsniveau, Berufstätigkeit und Beziehungsstatus berücksichtigt. Bei Personen, die bereits in der ersten Befragung Beschwerden angaben, wurde das entsprechende Symptom in der zweiten Befragung nicht mehr ausgewertet.

Resultat: An der ersten Befragung nahmen 7125 Personen teil (Antwortrate: 36%). Ein Jahr später konnten 4163 Personen erneut befragt werden (73% der Personen mit Einwilligung). Nach Ausschluss ungültiger Daten kamen 4156 Personen in die Endauswertung, davon 2701 Frauen. Insgesamt belief sich der Verlust durch Nichtteilnahme oder Ausscheiden während der Studie auf 79%, weil ursprünglich 20'000 Personen eingeladen worden waren. Ungefähr 54% der Teilnehmer befanden sich in der niedrigen Benutzungskategorie mit maximal fünf Anrufen und SMS pro Tag, jeweils ca. 23% entfielen auf die mittlere Kategorie (max. 5 Anrufe + 6 bis 10 SMS oder umgekehrt) und auf die hohe Kategorie (>11 Anrufe und/oder >11 SMS oder je 6 bis 10 Anrufe und SMS pro Tag). Die Auswertung der ersten Befragung ergab bei Frauen und Männern in der höchsten Benutzungskategorie statistisch signifikant grössere Häufigkeiten für Stress, Schlafstörungen, depressive Stimmung (Prävalenz-Ratios zwischen 1.2 und 1.9). Bei der zweiten Befragung nach einem Jahr gaben Männer in der höchsten Kategorie signifikant mehr Schlafstörungen und Interesselosigkeit (ein Teil der depressiven Stimmungslage) an (PR: 1.8, 95%-CI: 1.2-2.7, und 1.7, 95%-CI: 1.1-2.5) an, bei Frauen traten häufiger depressive Verstimmungen auf (PR: 1.5, 95%-CI: 1.0-2.2). Für einige qualitative Aspekte der Mobiltelefonbenutzung, z.B. dauernde Erreichbarkeit, bestanden in beiden Befragungen Zusammenhänge mit Beschwerden.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in beiden Auswertungen Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung und Beschwerden bestanden. Am deutlichsten war die Assoziation nach einem Jahr bei Personen, die die dauernde Erreichbarkeit durch Mobiltelefone als Stress empfanden. Dies könnte ein Ansatzpunkt für Präventionsstrategien sein.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, kann in der Querschnittsanalyse nicht beurteilt werden, ob ein ursächlicher Zusammenhang vorliegt, weil die Beschwerden bereits vor der Mobiltelefonbenutzung bestanden haben könnten. In der Befragung nach einem Jahr bestanden vor allem bei den Frauen weniger Assoziationen zwischen der Mobiltelefonbenutzung und Beschwerden. Das spricht eher gegen einen Kausalzusammenhang. Eine weitere Einschränkung ist, dass keine Informationen über die Mobiltelefonbenutzung im Verlauf des Jahres und zum Zeitpunkt der zweiten Befragung vorlagen. Durch die Kombination von Anrufen und SMS in den Benutzungskategorien lässt sich die Hochfrequenzexposition der Personen in diesen Kategorien kaum abschätzen. Ausserdem könnte die relative niedrige Teilnahmebereitschaft und die grosse Anzahl an Aussteigern während der Studie zu einer Überrepräsentierung von Personen mit mobiltelefonbezogenen Beschwerden geführt haben (Selektionsbias).

Finanzierung: Swedish Council for Working Life and Social Research

Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, Telang F, Alexoff D, Logan J, Wong C.
Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism.
JAMA 2011; 305 (8): 808-813

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Untersuchung von Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf den Glukosestoffwechsel im Gehirn.

Kollektiv: 47 gesunde Probanden ohne Nikotin-, Alkohol- oder Drogenabhängigkeit, davon 24 Frauen und 23 Männer. Durchschnittsalter: 31 Jahre.

Exposition: Die Expositionsanordnung bestand aus zwei Mobiltelefonen, die an beiden Seiten des Kopfes angebracht waren. Bei Scheinexposition waren beide Telefone ausgeschaltet, bei realer Exposition war das rechte Mobiltelefon aktiv und empfing einen Anruf (ohne hörbaren Text). Die Exposition dauerte jeweils 50 Minuten, die Probanden sassen dabei auf einem Stuhl. Die maximale spezifische Absorptionsrate des Telefonmodells (Samsung SCH-U310) betrug 0.9 W/kg, die Sendefrequenz war 837.8 MHz. Unter Verwendung einer Fernfeld-Annäherungsformel wurde, ausgehend von der Region mit maximaler Belastung, die relative Höhe des elektrischen Feldes für alle Positionen im Gehirn berechnet (in Prozent).

Methode: Einfach verblindete Crossover-Studie, in der jeder Proband an zwei verschiedenen Tagen in zufälliger Reihenfolge exponiert und scheinexponiert wurde. Die Messung des Glukosestoffwechsels im Gehirn erfolgte mittels Positronen-Emissions-Tomographie (PET) nach einer Injektion von radioaktiv markierter Fluordesoxyglukose (18FDG). Bei der realen Exposition war das Mobiltelefon 20 Minuten vor der Injektion und 30 Minuten danach angeschaltet (Gesamtdauer: 50 Minuten). Die PET-Untersuchung erfolgte kurz nach der Expositionsphase, also 35 Minuten nach der FDG-Injektion, und dauerte ebenfalls 20 Minuten. Ausgewertet wurde die Veränderung des Glukosestoffwechsels in den verschiedenen Gehirnarealen pro Voxel (2x2x2 mm³). Die statistische Analyse erfolgte mittels gepaarten t-Tests für jedes Voxel. Eine Korrektur für multiple Tests wurde nur für die Hirnregionen vorgenommen, in denen das elektrische Feld mindestens die Hälfte des

maximalen Wertes betrug. Die zugrunde liegende Hypothese war, dass nur in den stärker exponierten Arealen Expositionseffekte zu erwarten waren. Als statistisch signifikant wurden Cluster von mindestens 1000 Voxel und p-Werten von unter 0.05 betrachtet. Als relevant betrachtet wurden Veränderungen im Glukosestoffwechsel ab mindestens 1 $\mu\text{mol}/100\text{ g pro Minute}$. Zusätzlich wurde eine lineare Beziehung zwischen Exposition und FDG-Veränderungen mittels Korrelationsfaktor nach Pearson analysiert.

Resultat: Auf das ganze Gehirn bezogen veränderte sich der Glukosestoffwechsel bei Mobiltelefonexposition nicht (Scheinexposition: 41.2 $\mu\text{mol}/100\text{ g pro Minute}$ (95%-CI: 39.5-42.8), Mobiltelefon: 41.7 $\mu\text{mol}/100\text{ g pro Minute}$ (95%-CI: 40.1-43.3). Eine statistisch signifikante Zunahme des Glukosestoffwechsels bestand im vorderen Bereich der rechten Gehirn-Hemisphäre (3 Regionen im Orbitofrontal-Kortex und Temporallappen). In diesen Regionen betrug die Stoffwechselaktivität bei Scheinexposition 33.3 und bei Mobiltelefonexposition 35.7 $\mu\text{mol}/100\text{ g pro Minute}$. Die mittlere Differenz lag bei 2.4 $\mu\text{mol}/100\text{ g pro Minute}$ (95%-CI: 0.67-4.2, $p=0.004$). Ein ähnliches Resultat ergab sich für die standardisierten Werte der Stoffwechselaktivität in diesen Regionen (Quotient zwischen Region und gesamtem Gehirn). Es bestand eine statistisch signifikante lineare Korrelation zwischen der geschätzten Feldzunahme (im Vergleich zur Scheinexposition) und dem Anstieg der Stoffwechselaktivität ($p<0.001$). In keiner Gehirnregion zeigte sich eine Abnahme des Glukosestoffwechsels.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren weisen die Ergebnisse darauf hin, dass der Stoffwechsel im Gehirn bei Mobiltelefonexposition in stärker belasteten Regionen ansteigt. Der Anstieg betrug ungefähr 7% und war kleiner als bei visueller Stimulation des Gehirns (6 bis 51%). Es ist unklar, über welchen Mechanismus der Stoffwechsel ansteigt und ob damit möglicherweise negative Auswirkungen einhergehen.

Bemerkungen: Es handelt sich um die erste Studie zur Untersuchung des Glukosestoffwechsels im Gehirn bei Mobiltelefonexposition mittels PET. Die Methode ist ein interessanter Ansatz, um physiologische Korrelate der mehrfach beobachteten EEG-Veränderungen bei Mobiltelefonexposition zu untersuchen. Die Schwachstelle der einfach verblindeten Studie ist die Dosimetrie: Es wird keine Sendeleistung der Antenne angegeben, und der Expositionsgradient in den Hirnregionen wurde nur anhand der Entfernung vom Mobiltelefon abgeschätzt (in Prozent vom Maximum, keine Berechnung induzierter Felder). Zudem befand sich das Mobiltelefon während der Expositionsphase im Empfangsmodus, bei dem generell nur wenig Hochfrequenzstrahlung produziert wird. Eine Überprüfung der Resultate mit verbesserter Dosimetrie ist daher empfehlenswert. In früheren Studien mit PET-Untersuchung wurden Veränderungen in der regionalen Durchblutung des Gehirns bei Mobiltelefonbelastung beobachtet (Huber et al. 2002 und 2005, Haarala et al. 2003, Aalto et al. 2006). Die Veränderungen bestanden allerdings nicht einheitlich in einem Anstieg der Durchblutung und betrafen nicht die am stärksten exponierten Regionen. Eine weitere Studie mit einem UMTS-ähnlichen Mobiltelefon ergab keine Veränderungen der Hirndurchblutung (Mizuno et al. 2009).

Finanzierung: Intramural Research Program of the National Institutes of Health (NIH) and infrastructure support from the Department of Energy.

Barsky AJ, Saintfort R, Rogers MP, Borus JF.
Nonspecific medication side effects and the nocebo phenomenon.
JAMA 2002; 287 (5): 622-627

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Alle, generell Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche	<u>Zielgrösse:</u> Elektrohypersensibilität, Beschwerden
<u>Exposition:</u>		

<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder

Studientyp:
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zum Nozebo-Effekt in der Medizin.

Kollektiv: Diverse Patientengruppen.

Exposition: Nicht direkt auf elektromagnetische Felder bezogen.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Die Befürchtungen von Patienten begünstigen das Auftreten von unerwünschten Nebenwirkungen bei der Medikamenteneinnahme. Durch Berücksichtigung der Faktoren, die zu solchen Befürchtungen führen, können diese Patienten besser unterstützt werden. Zu diesen Faktoren gehören zum Beispiel die Erwartungshaltung der Patienten, frühere negative Erfahrungen und bestimmte psychologische Charakteristika wie Ängstlichkeit, Depression und Somatisierungstendenz.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen, dem Auftreten von Nozebo-Effekten bei der medikamentösen Therapie mehr Beachtung zu schenken.

Finanzierung: Keine Angaben

Behari J.

Biological responses of mobile phone frequency exposure.

Indian J Exp Biol 2010; 48 (10): 959-981

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Tiere

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Resultat: Nichtsystematische Übersichtsarbeit über Studien zur Hochfrequenzstrahlung an Zellen, Tieren und Menschen. Teilweise werden auch Untersuchungen mit ELF-Exposition erwähnt. Zusammenfassend folgern die Autoren, dass vor allem die Ergebnisse der Humanstudien nicht einheitlich sind und keine abschliessende Beurteilung zulassen.

Bemerkungen: Strukturell, inhaltlich und sprachlich bestehen in dieser Übersichtsarbeit einige Unklarheiten.

Fragopoulou A, Grigoriev Y, Johansson O, Margaritis LH, Morgan L, Richter E, Sage C.
Scientific panel on electromagnetic field health risks: consensus points, recommendations, and rationales.
Rev Environ Health 2010; 25 (4): 307-317

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom
Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Studientyp:

Frequenz: statisch
Kommentar oder Diskussion
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell
Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer
Schwangere Frauen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte
Risikowahrnehmung
Schwangerschaft, Fertilität,
Fehlgeburt
Schwangerschaft: Pränatale
Entwicklung, Frühgeburt
Studiendesign, Statistik
Land:
Tumoren: Hirntumoren
Europa
Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel mit den Ansichten einer Gruppe von Wissenschaftlern, die im November 2009 über die Datenlage in der EMF-Forschung diskutierten.

Kollektiv: Bevölkerung allgemein.

Exposition: Nieder- und hochfrequente EMF im Alltag.

Methode: Nichtsystematische Übersichtsarbeit und Formulierung von Empfehlungen für politische Instanzen.

Resultat: Die Autoren sehen in den Ergebnissen der vorliegenden Studien genügend Hinweise auf gesundheitliche Risiken durch EMF-Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen vorbeugende Massnahmen und niedrigere Grenzwerte.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Literaturübersicht, sondern um eine kursorische Zusammenstellung von ausgewählten Studien. Die meisten Aussagen erfolgen ohne Literaturangabe.

Finanzierung: Keine Angaben.

Juutilainen J, Hoyto A, Kumlin T, Naarala J.

Review of possible modulation-dependent biological effects of radiofrequency fields.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (7): 511-534

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Tiere

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Land:
Zentralnervensystem

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zur Frage, ob die Modulation hochfrequenter elektromagnetischer Felder bei der Auslösung biologischer Effekte eine Rolle spielt. Eine frühere Übersicht von Juutilainen und de Seze ist zu finden in: Scandinavian Journal of Work Environment & Health 1998: 24 (4), 245-254.

Kollektiv: Experimentelle Studien an Zellen, Tieren und Menschen. Zusammengefasst werden Studien seit 1998, in denen biologische Effekte von modulierten Hochfrequenzfeldern untersucht wurden.

Exposition: In den meisten Studien wurden amplitudenmodulierte GSM-Signale von Mobiltelefonen mit Frequenzen im Bereich von 900 MHz oder 1800 MHz verwendet. Ebenfalls zum Einsatz kamen UMTS-Signale oder nichtmodulierte, kontinuierliche Wellen.

Methode: Der Artikel basiert auf einer Übersichtsarbeit der ICNIRP aus dem Jahr 2009 und einer Literatursuche in PubMed. Berücksichtigt wurden nur Studien mit einem Vergleich zwischen modulierten und nichtmodulierten Hochfrequenzfeldern.

Resultat: Beschrieben werden Resultate von Zellstudien zur Gentoxizität, zu anderen krebsrelevanten Zielgrössen sowie zur Expression von Genen und Proteinen. Die Tierstudien beziehen sich auf die Krebsentstehung und Auswirkungen auf das Nervensystem. In Studien an Menschen wurden Auswirkungen der modulierten Felder auf das Gehirn, das Herz-/Kreislaufsystem und das Auftreten von unspezifischen Symptomen untersucht. Die Mehrheit der Resultate weist nicht auf modulationsspezifische Effekte der Hochfrequenzstrahlung hin. In den meisten Studien wurden für keine Signalform Auswirkungen beobachtet, aber in manchen traten bei allen Signalen ähnliche Effekte auf. Alle Tierstudien zur Auslösung von Krebs waren negativ, und nur 3 von 19 Zellstudien zur Gentoxizität wiesen auf modulationsspezifische Effekte hin. Zusätzlich wurden in 3 von 20

Zellstudien modulationsspezifische Auswirkungen auf den natürlichen Zelltod (Apoptose) beobachtet. Sechs von 18 Studien an Menschen ergaben modulationsspezifische Effekte auf die Hirnströme (Huber 2002, Regel 2007, Hinrikus 2008a/2008b, Croft 2010), die regionale Gehirndurchblutung (Huber 2005) oder eine Steigerung der Gedächtnisleistung (Regel 2007). Die EEG-Studien zeigten übereinstimmend eine Aktivierung im Alpha-Band (8-12 Hz) bei pulsmodulierten GSM-Signalen. Dies wurde auch in Studien beobachtet, die nur ein GSM-Signal einsetzten. Bezüglich anderer Zielgrößen bestanden beim Menschen keine modulationsspezifischen Effekte.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten es für möglich, dass amplitudenmodulierte Hochfrequenzfelder spezifische Auswirkungen auf das menschliche Gehirn haben. Sie weisen darauf hin, dass aus den diskreten Veränderungen keine Rückschlüsse auf Gesundheitsschäden gezogen werden können. Weitere Studien sollten das Expositionsniveau, die Wirkungsmechanismen und die Gesundheitsrelevanz evaluieren. Die Zell- und Tierstudien ergaben keine einheitlichen Hinweise für modulationsspezifische Effekte auf die Krebsentstehung oder Gentoxizität. Einzelne positive Befunde sollten überprüft werden.

Bemerkungen: Es handelt sich um eine umfassende Übersichtsarbeit mit ausgewogener Diskussion. Zum Vorgehen bei der Literatursuche und Auswahl der Studien werden allerdings keine genauen Angaben gemacht.

Finanzierung: Keine Angaben

van Deventer E, van Rongen E, Saunders R.
WHO research agenda for radiofrequency fields.
Bioelectromagnetics 2011; 32 (5): 417-421

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi
Kommentar oder Diskussion
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell
Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche
Mobiltelefonbenutzer
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Herz-Kreislaufsystem
Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Physiologische oder biochemische
Land:
Parameter
Europa

Zusammenfassung

Ziel: Anpassung der Forschungsagenda der WHO bezüglich hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung im Februar 2010. Die aktuelle Agenda stammte aus dem Jahr 2006.

Kollektiv: Mobiltelefonbenutzer und andere Personen, die hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt sind.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Felder im Alltag (Nah- und Fernfeldexpositionen).

Methode: Die Forschungsagenda wurde von einem internationalen Komitee erarbeitet, das sich aus 19 WissenschaftlerInnen verschiedener Fachrichtungen zusammensetzte. Vor der Verabschiedung der Agenda wurden die Ansichten von ca. 90 weltweit agierenden WissenschaftlerInnen eingeholt. Sie richtet sich an Grundlagenforscher, Sozialwissenschaftler und Geldgeber. Unterschieden werden Forschungsfragen mit hoher Priorität und andere Themen.

Resultat: Als wichtige bereits existierende epidemiologische Studien werden genannt: INTERPHONE (Fall-Kontrollstudie zum Hirntumorrisiko), CEFALO und MOBI-KIDS (Fall-Kontrollstudie zum Hirntumorrisiko bei Kindern) und COSMOS als Kohortenstudie an Mobiltelefonbenutzern mit verschiedenen Fragestellungen, unter anderem zu Erkrankungsraten und Todesursachen. Als Forschungsfragen mit hoher Priorität gelten: 1) Prospektive Kohortenstudien an Kindern und Jugendlichen zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf verschiedene Endpunkte, z.B. Verhalten, neurologische Erkrankungen und Krebs, 2) Überwachung der Hirntumor-Inzidenzen mit Hilfe von bevölkerungsbasierten Krebsregistern. Durch die Kombination mit aussagekräftigen Daten zur Exposition der Bevölkerung werden Analysen des Zeitverlaufs möglich. Bei

experimentellen Studien an Menschen sollte die Erforschung von Auswirkungen auf Kinder im Vordergrund stehen, z.B. zu Auswirkungen auf die Hirnströme im EEG und deren Mechanismen. Im Bereich der Tierexperimente werden ebenfalls Studien zu Effekten auf frühe Entwicklungsphasen (prä- und postnatal) sowie Auswirkungen auf Alterungsprozesse und neurodegenerative Erkrankungen empfohlen. Bezogen auf Zellstudien und Mechanismen wurden keine Forschungsfragen mit hoher Priorität identifiziert. Dosimetrische Untersuchungen sollten sich auf neue Hochfrequenzanwendungen konzentrieren und die individuelle Belastung durch verschiedene Strahlungsquellen im Alltag quantifizieren. Fragen im Bereich der Sozialwissenschaften betreffen vor allem die Risikowahrnehmung und -kommunikation.

Schlussfolgerung: Mit der Gewichtung der offenen Fragen im Zusammenhang mit der Hochfrequenzexposition wollen die Autoren qualitativ hochstehende Forschung fördern und evidenzbasiertes politisches Handeln ermöglichen.

Finanzierung: Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment; French Ministry of Health and Sports

Divan HA, Kheifets L, Olsen J.

Prenatal cell phone use and developmental milestone delays among infants.

Scand J Work Environ Health 2011; 37 (4): 341-348

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Schwangere Frauen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Land:

Schwangerschaft: Pränatale

Europa

Nichteuropäische

Länder

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects.

Int J Oncol 2011; 38 (5): 1465-1474

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hareuveny R, Eliyahu I, Luria R, Meiran N, Margalioth M.

Cognitive effects of cellular phones: A possible role of non-radiofrequency radiation factors.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (7): 585-588

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Saravi FD.

Asymmetries in hip mineralization in mobile cellular phone users.

J Craniofac Surg 2011; 22 (2): 706-710

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, Rusterholz T, Bersagliere A, Kuster N, Achermann P.

Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields.

J Sleep Res 2012; 21 (1): 50-58

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zur Frage, welche Komponenten des Mobiltelefonsignals für die wiederholt beobachteten Veränderungen der Hirnströme im Schlaf-EEG verantwortlich sein könnten.

Kollektiv: 30 Männer, 20 bis 26 Jahre, alle Rechtshänder und Nichtraucher. Die Rekrutierung erfolgte an der Universität und der ETH Zürich. Alle Teilnehmer benutzten regelmässig Mobiltelefone (<2 Std./Woche). Ausgeschlossen wurden Personen mit Schlaf-Apnoe oder anderen Schlafstörungen.

Exposition: Es gab 3 Expositionsbedingungen: a) pulsmoduliertes Hochfrequenzsignal bei 14 Hz (Pulsbreite: 2.3 ms, SAR-Spitzenwert: 61.9 W/kg, Crest-Faktor: 30.95), b) pulsmoduliertes Hochfrequenzsignal bei 217 Hz (Pulsbreite: 0.577 ms, SAR-Spitzenwert: 16 W/kg, Crest-Faktor: 8), c) Scheinexposition. Während der Testung befand sich der Kopf zwischen zwei planaren Antennen (Entfernung: 11.5 cm). Die Exposition dauerte 30 Minuten und erfolgte immer auf der linken Kopfseite. Die Trägerfrequenz betrug 900 MHz, der zeitliche Durchschnitt der spezifischen Absorptionsrate (SAR) lag bei 2 W/kg (gemittelt über 10 g Gewebe).

Methode: In dieser randomisierten und doppelt verblindeten Crossover-Studie absolvierten alle Probanden drei Testdurchgänge, jeweils im Abstand von einer Woche. Die Reihenfolge war teilweise ausgeglichen. Jeder Durchgang bestand aus einer Adaptationsnacht und einer experimentellen Nacht im Schlaflabor. Die beiden Expositionen resp. Scheinexposition dauerten jeweils 30 Minuten und endeten 10 Minuten vor dem Zubettgehen. Während der Exposition absolvierten die Probanden drei Hirnleistungstests (Reaktionszeit, Wahlreaktionszeit und Arbeitsgedächtnis). Die Aufzeichnung des EEGs im Schlaf dauerte acht Stunden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (linear gemischtes Modell). Die Antworten in den kognitiven Tests wurden unter Korrektur für multiple Testung in Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtests analysiert.

Resultat: Die Auswertungen ergaben nach der Exposition mit dem 14-Hz pulsmodulierten Signal eine Zunahme der Hirnstromaktivität im EEG-Frequenzbereich der Schlafspindeln während des Schlafstadiums 2 und der zweiten Episode der Non-REM-Schlafphase ($p < 0.05$ für 11.25 Hz und 12.75 bis 13 Hz in Schlafstadium 2 und $p < 0.05$ für 12.75 bis 13.25 Hz im Non-REM-Schlaf). Ein ähnlicher Anstieg wurde auch nach dem 217-Hz pulsmodulierten Signal beobachtet, der Unterschied zur Scheinexposition war aber statistisch nicht signifikant. Weitere Analysen zum Effekt des 14-Hz-Signals zeigten, dass sich die signifikante Zunahme auf den schnelleren Teil der Schlafspindeln (12.75 bis 13 Hz) und auf die zweite Non-REM-Episode ungefähr 2.3 Stunden nach Beginn des Schlafes beschränkten ($p = 0.008$). Die Aktivität im Spindelfrequenzbereich nahm nicht bei allen Probanden zu, bei 7 Versuchspersonen (24%) nahm sie sogar ab. Es zeigten sich keine Expositionseffekte auf die Schlafarchitektur, die Herzfrequenz, die subjektive Schlafqualität oder das Befinden am Morgen. Die Teilnehmer waren nicht in der Lage, die jeweilige Expositionsbedingung zu erkennen, bei 64 von 90 Fragen gaben sie keine Feldwahrnehmung an. Hinsichtlich der Reaktionsgeschwindigkeit in den Hirnleistungstests zeigte sich nach Korrektur für multiple Testung keine statistisch signifikante Veränderung durch das 14-Hz pulsmodierte Signal. Bei dem 217-Hz-Signal war die Reaktionsgeschwindigkeit in einem Teil des Arbeitsgedächtnis-Tests (2-back task) in der ersten Hälfte der Exposition etwas langsamer als bei Scheinexposition ($p = 0.035$). Die Korrektheit der Antworten war in einem anderen Teil dieses Tests (3-back-task) während der Exposition gegenüber dem 14-Hz modulierten Signal signifikant niedriger.

Schlussfolgerung: Zusammengefasst sehen die Autoren in den Resultaten eine Bestätigung der wiederholt beobachteten kurzfristigen Auswirkungen pulsmodulierter Hochfrequenzsignale auf das Schlaf-EEG. Darüber hinaus weist die Studie darauf hin, dass Frequenzkomponenten der Modulation im physiologischen Bereich für diese Veränderungen verantwortlich sein könnten. Die Autoren halten fest, dass keine Auswirkungen der Exposition auf die objektive oder subjektive Schlafqualität oder auf die Hirnleistung beobachtet wurden.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls diskutieren, könnten auch die Unterschiede in der Feldintensität eine Rolle gespielt haben: das 14-Hz modulierte Signal hatte fast viermal höhere Pulsspitzen (maximale SAR: 61.9 W/kg) als das 217-Hz modulierte Signal (maximale SAR: 16 W/kg). Eine andere Alternative sind Unterschiede in den harmonischen Frequenzen der beiden Signale. Auf die "teilweise ausgeglichene" Reihenfolge der Testbedingungen wird in der Diskussion nicht eingegangen. Frühere Studien mit ähnlichen Ergebnissen sind: Borbély et al. 1999, Huber et al. 2000 und 2002, Loughran et al. 2005, Regel et al., J Sleep Res 2007. Der zeitliche Verlauf der Veränderungen des Schlaf-EEGs war allerdings nicht in allen Studien einheitlich. Auch die unterschiedliche Richtung der EEG-Veränderungen (interindividuelle Variabilität) wurde bereits beobachtet. Keine Effekte wurden von Fritzer et al. 2007 und Wagner et al. 1998 und 2000 beobachtet. Frühere Studien mit Hinweisen auf Veränderungen der Hirnströme im wachen Ruhezustand sind: Croft et al. 2002, 2008 und 2010; Curcio et al. 2005 und Regel et al., Neuroreport 2007.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation (National Research Programme 57: 'Non-Ionising Radiation - Health and Environment')

Sohrabi MR, Tarjoman T, Abadi A, Yavari P.

Living near overhead high voltage transmission power lines as a risk factor for childhood acute lymphoblastic leukemia: a case-control study.

Asian Pac J Cancer Prev 2010; 11 (2): 423-427

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Curcio G, Ferrara M, Limongi T, Tempesta D, Di Sante G, De Gennaro L, Quaresima V, Ferrari M.
Acute mobile phones exposure affects frontal cortex hemodynamics as evidenced by functional near-infrared spectroscopy.
J Cereb Blood Flow Metab 2009; 29 (5): 903-910

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Herz-Kreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Durchblutung und Sauerstoffversorgung der vorderen Gehirnregion (Frontalkortex) mittels Nahinfrarot-Spektroskopie.

Kollektiv: In die Studie aufgenommen wurden 15 Studentinnen, das Durchschnittsalter lag bei 20.9 +/- 0.94 Jahren. Alle Teilnehmerinnen benutzen regelmässig ein Mobiltelefon und waren Rechtshänderinnen. Zur Auswertung kamen Daten von 11 Probandinnen.

Exposition: Die Exposition dauerte 40 Minuten, das GSM-Mobiltelefon befand sich ca. 1.5 cm vom linken Ohr entfernt. Auf der rechten Seite befand sich ein identisches Telefon ohne Batterie. Trägerfrequenz: 902.4 MHz, Modulationskomponenten; 8.33 und 217 Hz, Spitzenleistung: 2 W, Durchschnitt: 0.25 W. Der Maximalwert der am Phantom gemessenen spezifischen Absorptionsrate (SAR) lag bei 0.5 W/kg.

Methode: Randomisierte Doppelblindstudie mit Cross-over-Design. Alle Probandinnen durchliefen 2 Testungen im Abstand von 2 Tagen (Exposition und Scheinexposition). Die Spektroskopie begann 10 Minuten vor der Exposition (40 Min.) und wurde im Anschluss noch 10 Minuten fortgesetzt. Daraus ergaben sich 6 Zeitabschnitte à 10 Minuten. Für alle Zeitabschnitte wurden Durchschnittswerte des oxygenierten, desoxygenierten und des Gesamthämoglobins berechnet. Ausgewertet wurden die Differenzen zwischen dem ersten Zeitabschnitt (Ausgangswert) und den 5 darauf folgenden Abschnitten. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse mit drei Einflussfaktoren (Expositionsbedingung, Zeit und Spektroskopiekanal). Das Spektroskop hatte 8 Kanäle (4 rechts frontal und 4 links frontal).

Resultat: Sowohl das oxygenierte Hämoglobin als auch das Gesamthämoglobin nahm im Testverlauf unabhängig von der Expositionsbedingung ab. Das desoxygenierte Hämoglobin sank in den Messungen für 5 von 7

Spektroskopiekanäle, für 2 Kanäle stieg es an. Die Interaktion zwischen Expositionsbedingung und Zeitpunkt war statistisch signifikant ($p=0.04$), weil bei Mobiltelefonexposition ein linearer Anstieg des desoxygenierten Hämoglobins zu beobachten war. Post-hoc Vergleiche zwischen Mobiltelefonexposition und Scheinexposition für die verschiedenen Zeitpunkte ergaben allerdings keine signifikanten Unterschiede. Die Veränderungen waren in beiden Gehirnhemisphären gleich stark ausgeprägt (rechts und links frontal). Es zeigten sich keine Auswirkungen der Exposition auf die Herzfrequenz, die Aufmerksamkeit/Wachheit oder das Auftreten von unspezifischen Beschwerden.

Schlussfolgerung: Die Autoren interpretieren die Resultate als Hinweis darauf, dass der Sauerstoffverbrauch in den Frontalregionen des Gehirns bei Mobiltelefonexposition ansteigt. Sie halten fest, dass die Veränderungen gering waren und eine grosse Variabilität zwischen den Versuchspersonen bestand.

Bemerkungen: Die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse lässt einige Fragen offen: Bezogen auf die einzelnen Kanäle werden nicht die Mittelwerte für die ganze Gruppe gezeigt, sondern ein "typischer Verlauf" bei einer Probandin. Es wird aber darauf hingewiesen, dass es grosse interindividuelle Schwankungen gab. Für den Anstieg des desoxygenierten Hämoglobins über alle Kanäle ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Telefon- und Scheinexposition. Er wird aber als Expositionseffekt interpretiert. Auch die fehlenden Unterschiede zwischen exponierter und nichtexponierter Hemisphäre werden nicht diskutiert. Ausserdem kann ein Anstieg im desoxygenierten Hämoglobin sowohl als Zeichen für eine Aktivierung des Gehirns interpretiert werden als auch als Hinweis auf eine Deaktivierung, wie die Autoren ebenfalls anmerken.

Finanzierung: Partially supported by Hamamatsu Photonics (Japan).

Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, Curcio G, van Dijkman S, Melgari JM, Giambattistelli F, Rossini PM.

Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects.

Clin Neurophysiol 2010; 121 (2): 163-171

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Schmidt LS, Schmiegelow K, Lahteenmaki P, Trager C, Stokland T, Grell K, Gustafson G, Sehested A, Raashou-Nielsen O, Johansen C, Schüz J.

Incidence of childhood central nervous system tumors in the Nordic countries.

Pediatr Blood Cancer 2011; 56 (1): 65-69

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung

Kohler BA, Ward E, McCarthy BJ, Schymura MJ, Ries LA, Ehemann C, Jemal A, Anderson RN, Ajani UA, Edwards BK.

Annual Report to the Nation on the Status of Cancer, 1975-2007, Featuring Tumors of the Brain and Other Nervous System.

J Natl Cancer Inst 2011; 103 (9): 714-736

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung

Duan Y, Zhang HZ, Bu RF.

Correlation between cellular phone use and epithelial parotid gland malignancies.

Int J Oral Maxillofac Surg 2011; 40 (9): 966-972

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Mobile phone use and the risk for malignant brain tumors: a case-control study on deceased cases and controls.

Neuroepidemiology 2010; 35 (2): 109-114

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Leung S, Croft RJ, McKenzie RJ, Iskra S, Silber B, Cooper NR, O'Neill B, Cropley V, Diaz-Trujillo A, Hamblin D, Simpson D.

Effects of 2G and 3G mobile phones on performance and electrophysiology in adolescents, young adults and older adults.

Clin Neurophysiol (in press) 2011;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Land:
Zentralnervensystem

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition (GSM und UMTS) auf die kognitiven Funktionen bei Jugendlichen, jungen und älteren Erwachsenen. Die Resultate dieser Studie bezüglich EEG-Veränderungen sind publiziert in Croft et al.: Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly. Bioelectromagnetics 2010: 31 (6), 434-444.

Kollektiv: 41 Jugendliche (13 bis 15 Jahre, 21 Männer), 42 junge Erwachsene (19 bis 40 Jahre, 21 Männer) und 20 ältere Personen (55 bis 70 Jahre, 10 Männer).

Exposition: Das GSM-Mobiltelefonsignal hatte eine Trägerfrequenz von 894.6 MHz und eine Pulsfrequenz von 217 Hz, die mittlere Sendeleistung lag bei 250 mW, die maximale spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10 g Gewebe betrug 0.7 W/kg. Die Frequenz des modulierten Telefonsignals der 3. Generation war 1900 MHz, die mittlere Sendeleistung 125 mW und die SAR lag bei 1.7 W/kg. Die Exposition dauerte jeweils ca. 55 Minuten.

Methode: Doppelt verblindete Studie mit Crossover-Design. Alle Probanden durchliefen die Testprozedur dreimal im Abstand von mindestens vier Tagen: bei Scheinexposition, GSM-Befeldung und UMTS-Exposition. Die Mobiltelefonexposition fand entweder links- oder rechtsseitig statt, bei jedem Probanden aber immer auf der selben Kopfseite. Die exponierte Seite sowie die Reihenfolge der Expositionen wurden zufällig festgelegt. Sie waren innerhalb der Gruppe und der Expositionsbedingungen teilweise ausgeglichen. Die Hirnleistungstests erfolgten nach den ersten 10 Minuten sowie nach 30 Minuten Exposition und dauerten jeweils ca. 15 Minuten. Sie bestanden aus einem "Oddball"-Test, in dem seltene, von anderen abweichende akustische Reize identifiziert werden mussten, und einem N-back-Test zum Arbeitsgedächtnis mit verschiedenen Schwierigkeitsgraden. Der Schwellenwert der akustischen Wahrnehmung (Differenzierung von 2 Tönen) sowie der Schwierigkeitsgrad

wurde für jede Versuchsperson individuell bestimmt und für die Auswertung berücksichtigt. Während der ganzen Exposition wurde das EEG aufgezeichnet. Die kognitiven Leistungen wurden mittels ANOVA ausgewertet.

Resultat: Die Analysen des Oddball-Tests ergaben für das gesamte Kollektiv keine expositionsabhängigen Veränderungen der Reaktionszeiten oder der Korrektheit der Antworten. Auch die P3a- und P3b-Komponenten der ereignisbezogenen Potenziale im EEG veränderten sich weder bei Exposition gegenüber einem GSM-, noch einem UMTS-Mobiltelefon. Die N1-Komponente war dagegen bei GSM-Exposition grösser als bei Scheinexposition. Diese Veränderung war unabhängig von der Altersgruppe. Im N-back-Test war die Korrektheit der Antworten bei den Jugendlichen während der UMTS-Exposition geringer als bei Scheinexposition. Zudem wurden unabhängig vom Alter der Probanden langsamere ERD/ERS-Reaktionen der Alpha-Aktivität bei beiden Mobiltelefonexpositionen beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf Veränderungen der kognitiven Leistung unter Mobiltelefonexposition (GSM und UMTS). Sie weisen darauf hin, dass sich solche geringgradigen Unterschiede besser identifizieren lassen, wenn die Tests der individuellen Leistungsfähigkeit angepasst werden.

Bemerkungen: Die Ergebnisse von früheren Studien zu dieser Fragestellung ergaben überwiegend keine expositionsabhängigen Veränderungen, es bestanden aber Unterschiede in der Exposition und Testung. Die Methode der individuellen Schwierigkeitsgrade erscheint vielversprechend.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia; GSM Association (UK)

Larjavaara S, Schüz J, Swerdlow A, Feychting M, Johansen C, Lagorio S, Tynes T, Klæboe L, Tonjer SR, Blettner M, Berg-Beckhoff G, Schlehofer B, Schoemaker M, Britton J, Mantyla R, Lönn S, Ahlbom A, Flodmark O, Lilja A, Martini S, Rastelli E, Vidiri A, Kahara V, Raitanen J, Heinavaara S, Auvinen A. Location of Gliomas in Relation to Mobile Telephone Use: A Case-Case and Case-Specular Analysis. Am J Epidemiol 2011; 174 (1): 2-11

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Auswertung von Daten der Hirntumorpatienten aus der INTERPHONE-Studie zur Untersuchung, ob Hirntumore bei Mobiltelefonbenutzern häufiger in den Gehirnregionen mit der höchsten Exposition auftreten. Die Gesamtergebnisse der Studie sind publiziert in: The INTERPHONE Study Group, International Journal of Epidemiology 2010; 39 (3): 675-694.

Kollektiv: Die Auswertungen basierten auf Daten von 7 europäischen Studienzentren der internationalen Fall-Kontrollstudie INTERPHONE. Die Patienten stammten aus Dänemark, Finnland, Deutschland, Italien, Norwegen, Schweden und Südost-England und waren zwischen September 2000 und Januar 2004 an einem Gliom erkrankt. Der Altersbereich lag zwischen 18 und 69 Jahren.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Angaben der Teilnehmer in persönlichen Interviews. Der Mobiltelefongebrauch in den 18 Monaten vor der Gliomdiagnose wurde nicht berücksichtigt, ebenso Telefonate mit Freisprechanlagen oder Headsets. Als regelmässige Mobiltelefonbenutzung galt mindestens ein Telefonat pro Woche über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten. Telefonate mit Schnurlostelefonen wurden nicht berücksichtigt.

Methode: Mithilfe von bildgebenden Verfahren (CT, MRI) wurde bei allen Patienten der Tumormittelpunkt in drei Dimensionen bestimmt. Es wurden zwei Auswertungen durchgeführt: Die Fall-Fall-Analyse diente dem Vergleich der Tumorlokalisationen bei exponierten und nichtexponierten Patienten. In der Fall-Spiegelbild-Analyse ("case-specular analysis") wurde die tatsächliche Tumorlokalisation mit einer hypothetischen Lokalisation verglichen. Die hypothetische Lokalisation befand sich in der selben Hemisphäre des Gehirns, aber auf der gegenüberliegenden Seite und war entlang der axialen und koronaren Achse des Gehirns gespiegelt. Als

Expositionsindikator diene die kürzeste geschätzte Entfernung zwischen dem Tumormittelpunkt und der normalen Position des Mobiltelefons am Ohr. Dabei wurde generell die erkrankte Kopfseite als exponiert betrachtet (unabhängig von den Angaben der Teilnehmer). Die hypothetische Lokalisation repräsentierte in der Fall-Spiegelbild-Analyse die Exposition an einer beliebigen anderen Stelle des Gehirns. Der statistische Vergleich der Distanzen zwischen dem Tumormittelpunkt und dem Mobiltelefon (=Expositionslinie) erfolgte mittels Mann-Whitney-Test. Assoziationen mit der Dauer oder Intensität des Mobiltelefongebrauchs wurden in Chi-Quadrat-Tests untersucht. In der Fall-Fall-Analyse wurde mit Hilfe einer nichtbedingten logistischen Regression evaluiert, ob der Tumormittelpunkt bei exponierten Patienten häufiger weniger als 5 cm vom Mobiltelefon entfernt lag als bei Nichtexponierten. Alle Auswertungen wurden für das Land, Geschlecht, Altersgruppe und Sozialstatus adjustiert. Die Auswertung der Fall-Spiegelbild-Analyse erfolgte mittels bedingter logistischer Regression und betraf die Frage, ob sich die tatsächliche Tumorlokalisation häufiger näher am Mobiltelefon befand als die hypothetische Lokalisation.

Resultat: Die Bestimmung des Tumormittelpunkts gelang für 912 Personen (63% aller ursprünglich registrierten Fälle). Tumoren ohne eindeutigen Mittelpunkt wurden von der Auswertung ausgeschlossen (n=24). Von den übrigen 888 Patienten hatten 116 Tumoren mit mehreren Mittelpunkten. Für sie wurden die Koordinaten aller Punkte definiert und die Entfernungen bis zum Mobiltelefon gemittelt. Informationen zum Mobiltelefongebrauch lagen für 873 Personen (98%) vor. Davon benutzten 495 regelmässig ein Mobiltelefon (57%) und 378 (43%) nicht. Der Median der gesamten Gesprächsdauer betrug in der Gruppe der regelmässigen Benutzer 133 Stunden. Jeweils 46% der Tumoren befanden sich im Bereich der rechten bzw. linken Hemisphäre des Gehirns, 7% waren zentral lokalisiert. Am häufigsten war der Stirnlappen (40%) betroffen, an zweiter Stelle der Schläfenlappen (30%). Die Verteilung auf die Gehirnlappen war unabhängig von der Mobiltelefonbenutzung. Die Auswertungen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Distanz zwischen Tumormittelpunkt und Mobiltelefon. Der Abstand war bei regelmässigen Mobiltelefonbenutzern tendenziell etwas kürzer und bei Personen mit intensivem oder langjährigem Gebrauch etwas länger. In der Fall-Fall-Analyse hatten Mobiltelefonbenutzer keine erhöhte Odds Ratio für eine Tumor-Telefon-Distanz unter 5 cm (OR: 0.8, 95%-CI: 0.56-1.15). Es bestand kein Zusammenhang mit der Dauer oder Intensität der Benutzung. In der Fall-Spiegelbild-Analyse waren die durchschnittlichen Distanzen für tatsächliche und hypothetische Tumorlokalisationen vergleichbar (6.25 vs. 6.24 cm, p=0.49). In der kategoriellen Auswertung war der Anteil von Tumoren mit Entfernungen unter 5 cm bei den realen Tumorpatienten etwas höher als in der hypothetischen Kontrollgruppe (OR: 1.22, 95%-CI: 0.99-1.51). Es zeigte sich aber kein signifikant erhöhtes Risiko für regelmässige Mobiltelefonbenutzer (OR: 1.19, 95%-CI: 0.89-1.59), auch nicht bei intensiverer Benutzung (über 339 Stunden Gesprächsdauer: 1.0, 95%-CI: 0.59-1.69). Für Patienten mit über zehnjährigem Mobiltelefongebrauch war die Odds Ratio mit 2.0 (95%-CI: 0.68-5.85) verdoppelt, aber statistisch nicht signifikant. Auch für Nichtbenutzer zeigte sich eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.3 (95%-CI: 0.95-1.80) für eine Distanz unter 5 cm.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, weisen die Resultate nicht darauf hin, dass Gliome bei Mobiltelefonbenutzern überwiegend in den stärker exponierten Gehirnregionen auftreten. Sie sehen auch keinen Zusammenhang mit der Dauer oder Intensität der Mobiltelefonbenutzung sowie der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite.

Bemerkungen: Der Vorteil dieser Auswertungen, die auf Patienten beschränkt sind, ist die Reduzierung von systematischen Fehlern durch Unterschiede zwischen Patienten und gesunden Kontrollpersonen (z.B.

Erinnerungs- und Selektionsbias). Allerdings beruhten die Analysen auf ca. 60% der ursprünglich registrierten Fälle, so dass Selektionsbias nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Zudem benutzten nur 5% der Teilnehmer (n=42) bereits seit mindestens 10 Jahren ein Mobiltelefon. Daher sind die Vertrauensintervalle für diese Auswertungen breit und die Risikoschätzer instabil. In einer früheren Fall-Fall-Analyse der finnischen INTERPHONE-Daten zeigte sich in einem kleineren Kollektiv ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Gliomen in der am stärksten exponierten Gehirnregion (Hartikka et al., Bioelectromagnetics 2009; 30(3): 176-182).

Finanzierung: Data collection was funded by a grant from the European Union Fifth Framework Programme, "Quality of Life and Management of Living Resources" (grant QLK4-CT-1999901563), with contributions from the Mobile Manufacturers' Forum and the GSM Association that were administered by the International Union Against Cancer to guarantee the scientific independence of the Interphone investigators. The Finnish study group was also supported by the Emil Aaltonen Foundation and the Academy of Finland (grant 80921). The German study group was also supported by the Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm of the German Federal Ministry for the Environment, Nuclear Safety, and Nature Protection; the Ministry for the Environment and Traffic of the state of Baden-Württemberg; and the Ministry for the Environment of the state of Nordrhein-Westfalen. Funding for the United Kingdom study was also received from the Mobile Telecommunications, Health and Research Program and National Health Service funding to the NIHR Biomedical Research Centre. The Swedish study was supported by the Swedish Research Council and the Swedish Cancer Society, and the Danish study by the Danish Cancer Society. No separate funding was received for this analysis.

Does M, Scelo G, Metayer C, Selvin S, Kavet R, Buffler P.
Exposure to electrical contact currents and the risk of childhood leukemia.
Radiat Res 2011; 175 (3): 390-396

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Kontaktströmen, der häuslichen Belastung durch niederfrequente Magnetfelder und dem Risiko für Leukämie bei Kindern.

Kollektiv: Patienten und Kontrollkinder unter 15 Jahren aus einer bereits bestehenden Fall-Kontrollstudie zum Leukämierisiko in Kalifornien. Die "Northern California Childhood Leukemia Study" (NCCLS) umfasst 9 Kinderkliniken in 35 Regierungsbezirken und wurde von 2000 bis 2007 durchgeführt. Für jeden Patienten wurden 2 Kontrollkinder aus dem kalifornischen Geburtsregister mit passendem Alter, Geschlecht und ethnischer Zugehörigkeit ausgewählt. In beiden Gruppen lag die Teilnahmerate bei 86% der in Frage kommenden Kinder. Messwerte der Magnetfelder und Kontaktströme standen von jeweils ungefähr 30% der Kinder zur Verfügung (245 Patienten und 269 Kontrollen). Diese Kinder waren zum Zeitpunkt der Diagnose höchstens 8 Jahre alt und bis zur Befragung nicht mehr umgezogen.

Exposition: Kontaktströme entstehen bei Berührung leitfähiger Oberflächen mit verschiedenen Potenzialen, wenn dadurch ein elektrischer Strom durch den Körper fliesst. Bei Kindern können Kontaktströme auftreten, wenn sie beim Baden mit metallischen Wasserrohren unter Spannung in Berührung kommen und der Abfluss der Wanne ebenfalls aus leitfähigem Material ist. Gemessen wurde die Spannung zwischen dem Wasserhahn und dem Abfluss der am häufigsten benutzten Badewanne. Die Messung dauerte 30 Minuten mit Intervallen von 5 Sekunden. Als primäres Expositionsmass diente der Mittelwert. Zusätzlich wurde die Spannung an der Wasserleitung ausserhalb des Hauses gemessen. Die Magnetfeldmessungen erfolgten als Punktmessungen in jedem Raum des Wohnhauses. In dem Raum, in dem der Medianwert gemessen wurde, fand zusätzlich eine 30-minütige Messung statt.

Methode: Berechnet wurden die Korrelationen zwischen Magnetfeldbelastung, Kontaktspannung und möglichen Einflussfaktoren wie Einkommen, Ethnizität und Wohnungstyp. Die Untersuchung der Zusammenhänge mit dem Leukämierisiko erfolgte mittels logistischer Regression unter Berücksichtigung von Alter zum Diagnosezeitpunkt, Geschlecht, Ethnizität und Haushaltseinkommen. Für die kategorielle Auswertung dienten 0.2 und 0.3 μT als Trennpunkte der Kategorien. Als weitere mögliche Einflussfaktoren evaluiert wurden: Bildungsniveau der Eltern, Wohnungscharakteristika, Zeitpunkt der Messung, Zeit seit der Diagnose und Wohndauer vor der Diagnose. Da keiner dieser Faktoren die Resultate um mehr als 10% veränderte, wurden sie nicht in das endgültige Regressionsmodell aufgenommen.

Resultat: Zur Auswertung kamen Daten von 245 Leukämiepatienten und 269 Kontrollkindern. Die Patienten hatten einen statistisch signifikant niedrigeren Sozialstatus als die Kontrollkinder, und sie waren häufiger hispanischen Ursprungs. Der Medianwert der Kontaktspannung im Bad lag in der Fallgruppe bei 0.3 mV, in der Kontrollgruppe bei 0.25 mV. Für die Magnetfeldbelastung betrugen die Medianwerte 0.023 μT und 0.020 μT . Zwischen der durchschnittlichen Magnetfeldbelastung und der im Bad gemessenen Kontaktspannung bestand eine schwache Korrelation ($r=0.10$, $p=0.02$). Die statistische Auswertung der Kontaktspannung ergab keine Zunahme des Leukämierisikos bei höheren Werten. In der kontinuierlichen, kategoriellen und binären Auswertung lagen alle Odds Ratios unter eins. Auch in zusätzlichen Sensitivitätsanalysen ergab sich kein Zusammenhang. Das gleiche galt für die Messung der Kontaktspannungen ausserhalb der Häuser. Für die Magnetfeldbelastung in der Wohnung zeigten sich statistisch nicht signifikant erhöhte Leukämierisiken von 1.23 (95%-CI: 0.74-2.04) im 3. Quartil (0.02-0.05 μT) und von 1.18 (95%-CI: 0.71-1.96) im 4. Quartil (≥ 0.05 μT).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein Zusammenhan zwischen der Belastung durch Kontaktspannungen oder Magnetfelder und dem Leukämierisiko bei Kindern beobachtet wurde. Sie weisen darauf hin, dass das Expositionsniveau im Studienkollektiv insgesamt niedrig war (nur 10% über 0.1 μT) und dies das Potenzial für statistische signifikante Unterschiede vermindert.

Bemerkungen: Die Auswertungen beruhen auf individuellen Messungen, und es wurden zahlreiche mögliche Einflussfaktoren überprüft. Es lässt sich nicht beurteilen, wie häufig die Exposition durch Kontaktströme bei den Kindern tatsächlich vorkam, und wie gut einmalige Messungen zu einem späteren Zeitpunkt die Belastung vor der Diagnose repräsentieren. Die Überrepräsentation von Kindern mit höherem Sozialstatus in der Kontrollgruppe könnte zu einer Unterschätzung des Zusammenhangs geführt haben, obwohl das Regressionsmodell für soziale Unterschiede adjustiert war.

Finanzierung: National Institute of Environmental Health Sciences at the National Institutes of Health and the Electric Power Research Institute, California.

Deltour I, Wiart J, Taki M, Wake K, Varsier N, Mann S, Schüz J, Cardis E.

Analysis of three-dimensional SAR distributions emitted by mobile phones in an epidemiological perspective.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (8): 634-643

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Cardis E, Varsier N, Bowman JD, Deltour I, Figuerola J, Mann S, Moissonnier M, Taki M, Vecchia P, Villegas R, Vrijheid M, Wake K, Wiart J.

Estimation of RF energy absorbed in the brain from mobile phones in the Interphone Study.

Occup Environ Med 2011; 68 (9): 686-693

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD, Giles GG, Hours M, Krewski D, McBride M, Parent ME, Sadetzki S, Woodward A, Brown J, Chetrit A, Figuerola J, Hoffmann C, Jarus-Hakak A, Montestrucq L, Nadon L, Richardson L, Villegas R, Vrijheid M.

Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones: results from five Interphone countries.

Occup Environ Med 2011; 68 (9): 631-640

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Schüz J, Steding-Jessen M, Hansen S, Stangerup SE, Caye-Thomasen P, Poulsen AH, Olsen JH, Johansen C. Long-Term Mobile Phone Use and the Risk of Vestibular Schwannoma: A Danish Nationwide Cohort Study. Am J Epidemiol 2011; 174 (4): 416-422

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: weitere
	Patienten-, Registerdaten	Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Nicht bestimmt	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Landesweite Kohortenstudie in Dänemark zum Risiko von Akustikusneurinomen (=meist gutartiger Tumor des 8. Hirnnerven, N. acusticus) bei Mobiltelefonbenutzern. Das Risiko verschiedener Krebserkrankungen bei Mobiltelefonbenutzern wurde in der selben Kohortenstudie evaluiert, vgl. Schüz et al., J Natl Cancer Inst 2006: 98 (23), 1707-1713 und Johansen et al., Journal of the National Cancer Institute 2001: 93 (3), 203-207.

Kollektiv: Aufgenommen wurden alle Privatpersonen, die zwischen 1982 und 1995 in Dänemark als Mobiltelefonbenutzer bei einem Anbieter registriert waren und deren Adresse identifiziert werden konnte. Firmenverträge wurden nicht berücksichtigt. Von insgesamt 723'421 Abonnements im Untersuchungszeitraum waren 200'507 Firmenverträge. Für weitere 102'819 waren nicht alle nötigen Informationen vorhanden. Zur Auswertung gelangten die Daten von 420'095 Personen über 18 Jahren.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Mobilfunkabonnement. Als exponiert galten Personen, die seit mindestens 11 Jahren einen Mobiltelefonvertrag hatten. Alle anderen dienten als Kontrollgruppe.

Methode: Um Informationen zum Sozialstatus der Teilnehmer zu erhalten, wurden die Daten der Mobiltelefonbenutzer mit einer dänischen Kohortenstudie zum Zusammenhang zwischen sozialer Ungleichheit und Krebs verlinkt. Aus dieser Studie mit insgesamt 2.88 Millionen Teilnehmern stammten Angaben zum höchsten erreichten Schulabschluss, zum Einkommen und zum Zivilstand. Anhand der persönlichen Identifizierungsnummer wurden die Teilnehmer im dänischen Bevölkerungsregister lokalisiert. Die Daten zur Akustikusneurinom-Erkrankung stammten aus dem Register der Uniklinik Kopenhagen und aus dem nationalen Krebsregister. Berechnet wurden 5-Jahres-Inzidenzraten für Personen mit und ohne Langzeit-

Mobiltelefonbenutzung. Mittels loglinearer Poisson-Regressionsmodelle wurden diese Inzidenzraten unter Berücksichtigung der Zeitperiode (1998-2001, 2002-2006) und des Alters zwischen Langzeitbenutzern und anderen Teilnehmern verglichen. Als zusätzliche Einflussfaktoren evaluiert wurden: Ausbildungsniveau, Einkommen und Zivilstand. Zudem wurde die Lateralität und die Grösse des Tumors in logistischen bzw. linearen Regressionsmodellen analysiert.

Resultat: Nach der Kombination beider Kohorten lagen Daten von ca. 2.9 Millionen Personen und 22.9 Millionen Personen-Jahren vor. Im Beobachtungszeitraum von 1998 bis 2006 wurde bei 404 Männern und 402 Frauen ein Akustikusneurinom diagnostiziert. Da von den Frauen mit mindestens 11 Jahren Mobiltelefonbenutzung keine an einem Akustikusneurinom erkrankt war, beschränkten sich die Auswertungen auf Männer. Von den erkrankten Männern waren 15 Langzeitbenutzer. Die altersadjustierte Inzidenzrate in der Gruppe der Langzeitbenutzer unterschied sich nur wenig von der Erkrankungsrate in der Kontrollgruppe (Kurzzeit- oder Nichtbenutzer). Das Inzidenzraten-Verhältnis wies nicht auf ein erhöhtes Risiko für Langzeitbenutzer hin (0.87, 95%-CI: 0.52-1.46). Es ergaben sich keine Hinweise darauf, dass die Tumoren häufiger auf der rechten Seite auftraten. In einer anderen Kohortenstudie gaben 53% der dänischen Mobiltelefonbenutzer an, bevorzugt das rechte Ohr zum Telefonieren zu benutzen (35% links-, 13% beidseitig). Auch bezogen auf die Tumorgrosse zeigte sich in einer Subgruppenanalyse (n=61) kein Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen keinen Hinweise auf eine Assoziation zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Akustikusneurinom zu erkranken. Sie merken an, dass der Beobachtungszeitraum von 10 bis 15 Jahren wegen des langsamen Tumorwachstums noch zu kurz sein könnte.

Bemerkungen: Mit dieser Kohortenstudie konnten die wesentlichen methodischen Probleme von Fall-Kontrollstudien wie Erinnerungs- und Selektionsfehler vermieden werden. Gewisse Einschränkungen in der Aussagekraft ergeben sich aus der Tatsache, dass die Studie auf Registerdaten basiert. Daher lagen keine Informationen vor, in welchem Ausmass das Mobiltelefon von der im Abonnement registrierten Person tatsächlich benutzt wurde. Zudem wurden Firmenverträge ausgeschlossen, so dass Personen mit geschäftlicher Mobiltelefonbenutzung nicht erfasst sind. Auch Personen mit bis zu 11-jähriger Mobiltelefonbenutzung gehörten zur "nichtexponierten" Vergleichsgruppe. Dies könnte zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Assoziation geführt haben. Da es sich um eine seltene Erkrankung handelt, gibt es nur wenig Personen, die an einem Akustikusneurinom erkrankt sind und bereits seit mindestens 11 Jahren mobil telefonieren. Zum Beispiel wurde im Studienzeitraum bis 2006 keine Frau identifiziert, auf die beides zutraf. Daher empfiehlt sich eine Verlaufsbeobachtung in zukünftigen Studien.

Finanzierung: Danish Strategic Research Council

Röösli M, Jenni D, Kheifets L, Mezei G.

Extremely low frequency magnetic field measurements in buildings with transformer stations in Switzerland.

Sci Total Environ 2011; 409 (18): 3364-3369

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Transformatoren

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Röösli M, Hug K.

Wireless communication fields and non-specific symptoms of ill health: a literature review.

Wien Med Wochenschr 2011; 161 (9-10): 240-250

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Land:

Zentralnervensystem

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Aktualisierung einer früheren Übersichtsarbeit zu Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität (Röösli M., Radiofrequency electromagnetic field exposure and nonspecific symptoms of ill health: a systematic review. Environ Res 2008;107(2):277-287).

Kollektiv: An den Studien hatten Personen mit und ohne selbstberichtete Elektrohypersensibilität (EHS) teilgenommen.

Exposition: Hochfrequente elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von einigen MHz bis 10 GHz (Nah- oder Fernfeldexposition).

Methode: Berücksichtigt wurden experimentelle und beobachtende Studien zu unspezifischen Beschwerden bei Exposition gegenüber Mobiltelefonen, Schnurlostelefonen, Mobilfunkbasisstationen oder anderen Sendeanlagen, die von August 2007 bis November 2010 erschienen waren.

Resultat: Zur Nahfeldexposition durch Mobil- und Schnurlostelefone wurden von August 2007 bis November 2010 wurden neun randomisierte experimentelle Studien und zwei beobachtende Studien veröffentlicht. Die Fernfeldexposition, wie sie beispielsweise in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen auftritt, betrafen sechs experimentelle und acht beobachtende Studien. Die meisten Experimente zeigten keinen Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzbelastung und dem Auftreten von unspezifischen Symptomen wie Kopfschmerzen, Schwindel oder Konzentrationsstörungen. Die sporadisch beobachteten Assoziationen ergaben kein einheitliches Muster, weder bezüglich der Symptomform noch bezüglich der Effektrichtung (Zu- oder Abnahme). Auch in den beobachtenden Studien bestanden grösstenteils keine Zusammenhänge zwischen der Hochfrequenzbelastung und dem Auftreten von Beschwerden. Die Aussagekraft dieser Studien wird allerdings dadurch eingeschränkt, dass

die Expositionskontraste in den Kollektiven gering waren und Fehler in der Expositionsabschätzung nicht ausgeschlossen werden können. Ausserdem fehlen Studien über einen längeren Beobachtungszeitraum, und es gibt noch kaum Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den aktuellen Studien insgesamt keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der alltäglichen Hochfrequenzbelastung und dem Auftreten von unspezifischen Symptomen. Die Studien zeigen auch nicht, dass Personen, die sich selbst als hypersensibel bezeichnen, empfindlicher auf hochfrequente Felder reagieren als der Rest der Bevölkerung. Um mögliche Langzeiteffekte beurteilen zu können, empfehlen die Autoren longitudinale Untersuchungen, z.B. Kohortenstudien.

Finanzierung: No funding was obtained for this article. KH is supported by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) and MR is supported by the Swiss School of Public Health+ (SSPH+).

Wiedemann P, Schütz H.
Children's health and RF EMF exposure. Views from a risk assessment and risk communication perspective.
Wien Med Wochenschr 2011; 161 (9-10): 226-232

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Schnurlostelefone
Wireless LAN, Wi-Fi

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Wirkungsdauer:

Langzeit

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Schlafphasen und Schlafqualität
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Land:
Zentralnervensystem
Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Spichtig S, Scholkmann F, Chin L, Lehmann H, Wolf M.

Assessment of intermittent UMTS electromagnetic field effects on blood circulation in the human auditory region using a near-infrared system.

Bioelectromagnetics 2011; 33 (1): 40-54

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen einer UMTS-Exposition auf die Durchblutung der Hörregion des Gehirns mittels Nahinfrarot-Spektroskopie. Getestet wurden 4 Hypothesen: 1) Es gibt einen signifikanten Kurzzeiteffekt (innerhalb von 80 Sekunden) auf die Blutkonzentration von oxygeniertem oder desoxygeniertem Hämoglobin, des Gesamthämoglobins oder auf die Herzfrequenz. 2) Es gibt einen mittelfristigen Effekt auf diese Parameter (ab 80 Sek. bis 30 Min.). 3) Es besteht eine Dosis-Wirkungsbeziehung. 4) Es existiert ein Effekt auf subjektive Parameter wie das Wohlbefinden und die kognitive Leistung (Zählgeschwindigkeit). Zusätzlich wurden die Expositionseffekte mit Veränderungen der Gehirndurchblutung bei motorischer Aktivierung verglichen.

Kollektiv: 16 Männer, alle Rechtshänder und Nichtraucher. Durchschnittsalter: 26.8 +/- 3.9 Jahre.

Exposition: Die planare Patch-Antenne zur Übertragung des UMTS-Signals befand sich 4 cm neben dem linken Ohr. Es handelte sich um ein WCDMA-Downlinksignal mit einer Trägerfrequenz von 1.9 GHz, ähnlich wie bei einer Mobilfunkbasisstation. Jeder Proband durchlief an vier Tagen vier verschiedene Testbedingungen: a) Exposition mit maximaler spezifischer Absorptionsrate von 1.8 W/kg (SAR-Spitzenwert gemittelt über 10 g Gehirngewebe oberhalb des linken Ohres), b) maximaler SAR-Spitzenwert von 0.18 W/kg, c) Scheinexposition, d) motorische Aktivierung. Jeder Durchgang bestand aus 16 Expositionszyklen à 80 Sekunden, bei denen das UMTS-Signal jeweils 20 Sekunden ein- und 60 Sekunden ausgeschaltet war. Die Messung der Gehirndurchblutung begann 3 Minuten vor der Exposition und endete 6 Minuten nach Expositionsende (Gesamtdauer des Experiments: 31 Minuten).

Methode: Randomisierte Doppelblindstudie mit Cross-over-Design. Der Sensor für die Durchblutungsmessung befand sich 1.5 cm über dem linken Ohr auf Höhe der Hörregion des Gehirns. Während der Messungen lagen die

Probanden auf dem Rücken und zählten von 2000 rückwärts. Vor jeder Testung beantworteten sie Fragen zu Aktivitäten, Müdigkeit und Wohlbefinden. Nach der Testung wurden sie zusätzlich nach der Feldwahrnehmung gefragt. Für die Durchblutungsmessung bei motorischer Aktivierung (je 20 Sek. Fingerklopfen statt UMTS-Exposition) befand sich der Nahinfrarot-Sensor auf Höhe der motorischen Hirnregion. Der Sensor bestand aus 2 Detektoren und 8 Lichtquellen. Daraus ergaben sich 16 Messpfade. Für die Auswertung der kurzfristigen Expositionseffekte wurden Durchschnittswerte über 10 Sekunden berechnet. Die mittelfristigen Expositionseffekte bezogen sich auf Durchschnittswerte über 80 Sekunden. Die statistische Analyse erfolgte in linearen Modellen für gemischte Effekte. Neben der Auswirkung der UMTS-Exposition wurden zusätzliche Faktoren analysiert, unter anderem Alter, Gewicht, Grösse, Koffeinkonsum, Tageszeit und Anzahl der geschlafenen Stunden in der Nacht vor der Testung. Signifikante Einflussfaktoren wurden in einem schrittweisen Ausschlussverfahren gemäss Akaike-Informationskriterium (AIC) identifiziert. Wenn der Faktor "Exposition" statistisch signifikant war, wurde ein Mittelwertsvergleich unter Tukey-Korrektur durchgeführt, um Unterschiede zwischen den Expositionsarten zu evaluieren.

Resultat: Die Auswertungen der kurzfristigen Exposition (Dauer: 20 Sekunden) ergaben für das schwächere UMTS-Signal (0.18 W/kg) statistisch signifikant höhere Konzentration von oxygeniertem Hämoglobin und Gesamthämoglobin als bei Scheinexposition. Der Unterschied war mit ungefähr 17% kleiner als bei motorischer Aktivierung des Gehirns. Für das stärkere UMTS-Signal (1.8 W/kg) bestanden bei kurzfristiger UMTS-Exposition keine signifikanten Unterschiede.

Bei mittelfristiger Exposition (16 Zyklen mit jeweils 20 Sekunden an- und 60 Sekunden ausgeschaltetem Signal) war die Konzentration des desoxygenierten Hämoglobins bei beiden Signalstärken (0.18 und 1.8 W/kg) niedriger als bei Scheinexposition. Diese Unterschiede waren an vier Zeitpunkten statistisch signifikant und lagen innerhalb der physiologischen Schwankungen. Die Konzentrationen von oxygeniertem Hämoglobin und Gesamthämoglobin unterschieden sich bei mittelfristiger Exposition nach Ausschluss einiger Extremwerte nicht signifikant zwischen den Bedingungen.

Die Herzfrequenz war bezogen auf die Gesamtdauer des Experiments bei Befeldung mit 1.8 W/kg statistisch signifikant höher als bei Scheinexposition (um 1.84 bpm, 95%-CI: 1.16-2.52). Bei der niedrigeren Dosierung bestand kein signifikanter Unterschied zur Scheinexposition.

Es zeigten sich keine Auswirkungen der Exposition auf die kognitive Leistung (Rückwärtszählen). Da die meisten Probanden keinen Unterschied im Wohlbefinden vor und nach der Exposition angaben, wurde keine Auswertung zum Wohlbefinden durchgeführt. Über eine Feldwahrnehmung berichteten die Probanden nur bei 4 der insgesamt 48 Testdurchgänge (zweimal bei Scheinexposition und je einmal bei hoch- und niedrigdosierter UMTS-Exposition). Daher erfolgte keine statistische Analyse dieser Werte.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie einen geringgradigen Anstieg der Konzentration von oxygeniertem Hämoglobin und Gesamthämoglobin im Gehirn bei kurzfristiger Exposition gegenüber dem schwächeren UMTS-Signal (0.18 W/kg) beobachtet haben. Mittelfristig zeigte sich ausserdem eine Abnahme des desoxygenierten Hämoglobins bei Exposition gegenüber UMTS-Signalen mit 0.18 und 1.8 W/kg. Die Herzfrequenz war bei mittelfristiger Exposition gegenüber dem UMTS-Signal mit 1.8 W/kg höher als bei Scheinexposition.

Bemerkungen: Die Interpretation der beobachteten Unterschiede in den Hämoglobinkonzentrationen ist schwierig. Bei kurzfristiger Exposition zeigt sich nur für das schwächere Signal eine stärkere Durchblutung der Gehirnregion. Bei mittelfristiger Exposition bestanden gemäss den Autoren Hinweise auf einen verminderten

Sauerstoffbedarf bei beiden Feldintensitäten. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, sind die Veränderungen verglichen mit physiologischen Schwankungen bei Aktivierung des Gehirns, z.B. durch Fingerbewegung, gering. Unerklärt bleiben die Unterschiede in den Hämoglobinkonzentrationen für die drei Expositionsbedingungen bereits vor dem Beginn der kurzfristigen Exposition und die abweichende Skalierung für desoxygeniertes Hämoglobin (Abb. 3a der Publikation).

Die Nahinfrarot-Spektroskopie erfordert zudem zahlreiche Auswahl- und Korrekturschritte, und es wurden zahlreiche Tests durchgeführt, so dass zufällig signifikante Resultate nicht auszuschliessen sind.

Ein ähnliches Expositionssignal kam in einer Pilotstudie zum Einsatz (Ndoumbé Mbonjo Mbonjo et al., Bioelectromagnetics 2004; 25(6): 415-425). Es handelt sich um ein basisstationsähnliches Signal, die Lokalisation der Exposition im vorliegenden Experiment war aber ähnlich wie bei einem Mobiltelefon. In einer früheren Studie der selben Autorengruppe wurde bei kurzfristiger intermittierender GSM-Exposition eine Abnahme der Gehirndurchblutung beobachtet (Wolf et al., Optics Express 2006; 14 (13): 6128-6141).

Einer der Autoren ist Angestellter der Swisscom, und die technische Ausrüstung wurde von dieser Firma zur Verfügung gestellt. Die Autoren deklarieren keinen Interessenskonflikt und weisen daraufhin, dass Swisscom keinen Einfluss auf die Datenerhebung und -analyse hatte.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation (National Research Programme 57).

Leitgeb N.

Comparative health risk assessment of electromagnetic fields.

Wien Med Wochenschr 2011; 161 (9-10): 251-262

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Studientyp:

Mobilfunkbasisstationen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische

Parameter

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Bornkessel C.

Assessment of exposure to mobile telecommunication electromagnetic fields.

Wien Med Wochenschr 2011; 161 (9-10): 233-239

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Baan R, Grosse Y, Lauby-Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Islami F, Galichet L, Straif K.

Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields.

The Lancet Oncology 2011; 12 (7): 624-626

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Studientyp:

Radar.
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Schwangere Frauen

Wirkungsdauer:

Tiere

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zellbiologie, DNA-Schäden

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Bericht von der IARC-Tagung zur Klassifizierung hochfrequenter Felder. Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Tynes T, Andersen TV, Schmidt LS, Poulsen AH, Johansen C, Prochazka M, Lannering B, Klaeboe L, Eggen T, Jenni D, Grotzer M, Von der Weid N, Kuehni CE, Rösli M.

Mobile Phone Use and Brain Tumors in Children and Adolescents: A Multicenter Case-Control Study.

J Natl Cancer Inst 2011; 103 (16): 1264-1276

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko bei Kindern und Jugendlichen (CEFALO).

Kollektiv: Kinder und Jugendliche im Alter von 7 bis 19 Jahren. Die Fallgruppe umfasste Patienten mit einem histologisch bestätigten Hirntumor im Zeitraum von 2004 bis 2008. Die Daten stammten von Krebsregistern oder Kliniken mit entsprechenden Fachrichtungen. Die Kontrollkinder wurden aus regionalen oder nationalen Bevölkerungsregistern zufällig ausgewählt. Pro Patient nahmen 2 zufällig ausgewählte Kontrollkinder mit passendem Alter, Geschlecht und geographischer Region teil.

Exposition: In persönlichen Interviews mit den Teilnehmern und einem Elternteil wurde die Exposition gegenüber verschiedenen Umwelt- und Lebensstilfaktoren erfragt. Als "regelmässige Mobiltelefonbenutzer" galten Kinder und Jugendliche, die über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten durchschnittlich mindestens ein Telefonat pro Woche getätigt hatten. Dabei wurden die letzten 6 Monate vor der Tumordiagnose bzw. dem Referenzdatum (für Kontrollkinder) nicht berücksichtigt. Ebenfalls im Fragebogen enthalten waren Angaben zur Anzahl der Jahre seit der ersten Mobiltelefonbenutzung und zur Gesamtdauer der bisherigen Mobilfunkverträge sowie zur Gesamtzahl und -dauer der Telefonate. Wenn die Studienteilnehmer Freisprechgeräte (Headsets) verwendet hatten, wurde die Exposition entsprechend reduziert. Wenn die Teilnehmer einverstanden waren, wurden zusätzlich Daten der Mobilfunkbetreiber zur Mobiltelefonbenutzung eingeholt.

Methode: Die CEFALO-Studie wurde zwischen Januar 2004 und August 2008 in Dänemark, Schweden, Norwegen und der Schweiz durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels bedingter logistischer Regression für gematchte Fall-Kontroll-Daten. Als Referenzgruppe dienten Teilnehmer ohne regelmässige

Benutzung oder ganz ohne Mobiltelefon. Es wurden drei Kategorien der Mobiltelefonbenutzung gebildet, Trennpunkte waren das 50. und das 75. Perzentil der Verteilung in der Gesamtgruppe. Zahlreiche mögliche Störfaktoren wurden getestet, u.a. Sozialstatus, Familienanamnese bezüglich Krebserkrankungen, Röntgenbestrahlung des Kopfes, Rauchgewohnheit der Mutter, Benutzung von "Babyphones" oder Schnurlostelefonen, Wohnort, Geburtsgewicht, Anzahl der Geschwister und allergische Erkrankungen. Da die statistischen Tests ergaben, dass keiner dieser Faktoren die Ergebnisse hinsichtlich Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko um mehr als 10% veränderte, wurden sie nicht ins endgültige Regressionsmodell aufgenommen. Weitere Auswertungen betrafen die Benutzerdaten der Mobilfunkanbieter, die zum Telefonieren bevorzugte Kopfseite und den Vergleich mit Inzidenzdaten des schwedischen Krebsregisters.

Resultat: Insgesamt kamen die Daten von 352 Hirntumorpatienten und 646 Kontrollpersonen zur Auswertung. Die Teilnahmeraten lagen in der Fallgruppe bei 83.2% und in der Kontrollgruppe bei 71.1%. Eine regelmässige Benutzung von Mobiltelefonen gaben 194 Patienten (55%) und 391 Kontrollkinder (51%) an. Die Gesamtauswertung ergab kein statistisch signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko für Kinder und Jugendliche, die regelmässig mobil telefonierten, die Odds Ratio lag bei 1.36 (95%-CI: 0.92-2.02). Die Analyse weiterer Expositionsparameter ergab keine klare Dosis-Wirkungsbeziehung, aber leicht erhöhte Odds Ratios für folgende Variablen: Zeit seit der ersten Mobiltelefonbenutzung ($p=0.37$), Gesamtdauer der bisherigen Mobiltelefonverträge ($p=0.14$), Gesamtdauer und -anzahl der Telefonate ($p=0.42$ resp. 0.58). Für Kinder, die seit mindestens 5 Jahren ein Mobiltelefon benutzten, ergab sich eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.26 (95%-CI: 0.70-2.28). Es zeigte sich kein erhöhtes Tumorrisiko in den Gehirnregionen mit der stärksten Exposition (Temporal- oder Frontallappen, Kleinhirn). Dagegen war das Tumorrisiko in den übrigen Gehirnregionen statistisch signifikant erhöht (1.92, 95%-CI: 1.07-3.44). Daten von den Mobilfunkanbietern lagen für 35% der Patienten und 34% der Kontrollpersonen mit Mobiltelefonabonnement vor. Die Auswertung ergab ein statistisch signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko für Kinder und Jugendliche, die seit mehr als 2.8 Jahre einen Mobiltelefonvertrag hatten (2.15, 95%-CI: 1.07-4.29, p für Trend: <0.001). Bei Teilnehmern, die bevorzugt auf der erkrankten Seite telefonierten, war das Tumorrisiko nicht höher als bei Personen, die die gegenüberliegende Seite bevorzugten (ipsilateral: 1.74 (95%-CI: 0.91-3.33), kontralateral: 2.07 (95%-CI: 0.95-4.52)). Die Verwendung von "Babyphones" (OR: 0.96, 95%-CI: 0.5-1.86) oder Schnurlostelefonen (OR: 1.18, 95%-CI: 0.65-2.14) war nicht mit dem Hirntumorrisiko assoziiert. Zusätzlich wurden die altersadjustierten Hirntumor-Inzidenzraten des schwedischen Krebsregisters von 1990 bis 2008 herangezogen und mit hypothetischen Kurven unter Annahme der in der Fall-Kontrollstudie errechneten Odds Ratios verglichen. Bei einem Risikoschätzer von 2.15 nach 3 Jahren regelmässigem Mobiltelefongebrauch wäre - basierend auf dem Benutzeranteil im Studienkollektiv - ein Inzidenzanstieg um ungefähr 50% in den letzten 10 Jahren zu erwarten. Ein solcher Trend war in den Krebsregisterdaten nicht zu beobachten, es zeigte sich eher ein Rückgang der Erkrankungszahlen in den letzten 10 Jahren.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Hauptauswertung dieser Studie nicht auf ein statistisch signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko bei Kindern im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung hinweisen. Es wurde keine einheitliche Dosis-Wirkungsbeziehung beobachtet, weder hinsichtlich der Benutzungsintensität noch hinsichtlich der Tumorlokalisation. In der Gruppe der 163 Kinder und Jugendlichen, für die Daten von Mobilfunkanbietern vorlagen, bestand eine statistisch signifikante Assoziation zwischen der Zeit seit dem ersten Mobiltelefonvertrag und dem Risiko, an einem Gehirntumor zu erkranken. Die Autoren empfehlen die Überwachung der Hirntumor-Erkrankungszahlen bei Kindern und Jugendlichen in bevölkerungsbasierten Krebsregistern.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, sind Daten von Mobilfunkanbietern zwar objektiv, beinhalten aber erhebliche Unsicherheiten bezüglich der Hochfrequenzbelastung. Zum Beispiel lässt sich nicht beurteilen, ob die registrierten Telefonate von den Kindern/Jugendlichen selbst oder von anderen Personen getätigt wurden. Bei jüngeren Kindern lief der Vertrag teilweise auch auf den Namen der Eltern. In der Gesamtstudie war die Anzahl von Kindern/Jugendlichen mit intensiver Mobiltelefonbenutzung gering. Die statistische Power für den Nachweis eines kleinen Risikoanstiegs war daher begrenzt. Für zukünftige Studien ist davon auszugehen, dass Kinder heutzutage früher und intensiver Mobiltelefone verwenden. Andererseits ist die Hochfrequenzbelastung durch UMTS-Telefone geringer als bei GSM-Telefonen. Zu dieser Publikation ist ein Kommentar mit Antwort der Autoren erschienen (Söderqvist et al., Env Health 2011, 10:106 und Aydin et al., Environ Health 2012; 11:35).

Finanzierung: Finanzielle Unterstützung des schweizerischen Studienteils: Bundesamt für Gesundheit, Forschungsstiftung Mobilkommunikation, Schweizerischer Nationalfonds. Weitere Behörden und Forschungsstiftungen für die skandinavischen Teile der Studie.

The INTERPHONE Study Group.

Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study.

Cancer Epidemiol 2011; 35 (5): 453-464

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko, an einem Akustikusneurinom zu erkranken. Akustikusneurinome sind gutartige Tumoren des Hörnervs (=Nervus vestibulocochlearis, achter Hirnnerv). Auswertung von Daten der bevölkerungsbasierten, multizentrischen Fall-Kontrollstudie INTERPHONE. Die Ergebnisse zum Gliom- und Meningeomrisiko sind publiziert in: The INTERPHONE Study Group, International Journal of Epidemiology 2010, 39 (3): 675-694.

Kollektiv: An der Studie waren 14 Zentren in 13 Ländern beteiligt: Australien, Kanada, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Israel, Italien, Japan, Neuseeland, Norwegen, Schweden und Grossbritannien (Nord und Süd). In die Fallgruppen aufgenommen wurden Personen im Alter von 30 bis 59 Jahren, bei denen zwischen 2000 und 2004 ein Akustikusneurinom diagnostiziert worden war. In den meisten Zentren stammten die Patientendaten von spezialisierten Kliniken oder Registern. Pro Patient wurden zwei Kontrollpersonen aus Bevölkerungsregistern oder ähnlichen Verzeichnissen zufällig ausgewählt und den Patienten gemäss Geschlecht, Alter (in 5-Jahres-Gruppen) und Wohnregion zugeordnet.

Exposition: Detaillierte Angaben zur Mobiltelefonbenutzung wurden in persönlichen Interviews erfragt. Als regelmässige Mobiltelefonbenutzer galten Personen, die über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten durchschnittlich mindestens einmal pro Woche ein Mobiltelefon benutzt hatten. Als Vergleichsgruppe dienten Personen, die nicht regelmässig oder nie ein Mobiltelefon benutzten. Ebenfalls erfasst wurde die Dauer und die Intensität der Handybenutzung, das heisst die Anzahl der Jahre seit dem Beginn der Benutzung, die Gesamtzahl der Anrufe und die Gesamtdauer der Telefonate (in Stunden). Die Intensität der Mobiltelefonbenutzung wurde gemäss der Verteilung in der Kontrollgruppe in 10 Kategorien mit jeweils 10% der Teilnehmer unterteilt. Die Verwendung von Freisprechanlagen oder Headsets wurde nachträglich berücksichtigt. Daher befanden sich in der

Endauswertung in einigen Kategorien weniger als 10% der Teilnehmer. Die Mobiltelefonbenutzung im letzten Jahr vor der Tumordiagnose wurde generell nicht berücksichtigt; in einer weiteren Analyse blieb auch die Exposition in letzten 5 Jahren unbeachtet.

Methode: Die Teilnehmer beantworteten auch Fragen zu ihrem Sozialstatus, zur beruflichen Exposition gegenüber nichtionisierender oder ionisierender Strahlung und zur Lärmbelastung. Ausserdem lagen Informationen zur Krankheitsgeschichte inklusive Familienanamnese, zur Strahlenbelastung durch medizinische Untersuchungen sowie zu Rauchgewohnheiten vor. Die statistische Auswertung erfolgte in konditionalen logistischen Regressionsmodellen für gematchte Daten. Alle Analysen wurden für jedes Studienzentrum einzeln sowie für alle Zentren gemeinsam durchgeführt. Als mögliche Störfaktoren wurden berücksichtigt: Geschlecht, Alter, Studienzentrum, Ausbildung und in Israel auch die ethnische Zugehörigkeit.

Resultat: Insgesamt wurden im Studienzeitraum 1361 Personen mit Akustikusneurinomen identifiziert, an den Interviews beteiligten sich 1121 Patienten (82%). Da für 16 Patienten keine passenden Kontrollpersonen gefunden wurden, kamen die Daten von 1105 Patienten zur Auswertung. Bei den Kontrollpersonen betrug die Teilnahmerate durchschnittlich 53%. Für 2145 Kontrollpersonen gelang die Zuordnung zu einem Patienten mit passendem Alter, Geschlecht und Wohnort. Regelmässige Mobiltelefonbenutzer waren 58% der Patienten und 61% der Kontrollpersonen (letztes Jahr vor der Diagnose respektive Referenzdatum nicht berücksichtigt). Ungefähr 6% der Patienten und 7% der Kontrollpersonen gaben an, vor mehr als 10 Jahren mit der Mobiltelefonie begonnen zu haben. Die Auswertungen ergaben für regelmässige Mobiltelefonbenutzer insgesamt kein erhöhtes Risiko, an einem Akustikusneurinom zu erkranken: Die Odds Ratio lag bei 0.85 (95%-CI: 0.69 -1.04), wenn die Benutzung im Jahr vor der Diagnose nicht berücksichtigt wurde, und bei 0.95 (95%-CI: 0.77 -1.17) ohne Berücksichtigung der letzten fünf Jahre. Auch die Zeitspanne, die seit dem Beginn der Mobiltelefonbenutzung vergangen war, beeinflusste das Tumorrisiko nicht (alle Odds Ratios nahe bei oder unter 1). Es zeigte sich auch kein Zusammenhang mit der Anzahl der insgesamt getätigten Telefonate. Eine Gesamtdauer der Anrufe von mehr als 1640 Stunden gaben ca. 7% der Patienten und 5% der Kontrollpersonen an. Für diese oberste Kategorie ergaben sich die höchsten Odds Ratios: Ohne die Benutzung im Jahr vor der Diagnose lag die Odds Ratio bei 1.32 (95%-CI: 0.88-1.97), ohne die Benutzung fünf Jahre vorher war sie mit 2.79 (95%-CI: 1.51-5.16) statistisch signifikant erhöht. Über die 10 Kategorien der Anrufdauer hinweg zeigte sich kein kontinuierlicher Risikoanstieg im Sinne einer Dosis-Wirkungsbeziehung. Die Auswertung der zum Telefonieren bevorzugten Seite ergab insgesamt keinen Zusammenhang mit dem Tumorrisiko. Nur in der obersten Kategorie der Anrufdauer (>1640 Stunden) waren die Odds Ratios für Personen mit ipsilateraler Benutzung erhöht und lagen deutlich über den Risikoschätzern für Personen, die überwiegend auf der gegenüberliegenden Seite telefoniert hatten: Ohne das letzte Jahr vor der Diagnose ergab sich für die ipsilaterale Benutzung eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio von 2.33 (95%-CI: 1.23-4.40), ohne die letzten fünf Jahre von 3.53 (95%-CI: 1.59-7.82). Für Benutzung auf der nicht erkrankten Seite lagen die entsprechenden Risikoschätzer bei 0.72 (95%-CI: 0.34-1.53) und 1.69 (95%-CI: 0.43-6.69). Bei getrennter Auswertung der Personen mit kurz-, mittel- oder langfristiger Mobiltelefonbenutzung waren die Tumorrisiken nur bei Langzeitbenutzern (>10 Jahre) mit Anrufdauern über 1640 Stunden oder ipsilateraler Benutzung statistisch signifikant erhöht. In den mittleren Kategorien der Anrufdauer lagen die Odds Ratios deutlich unter 1.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie bei Mobiltelefonbenutzern insgesamt kein erhöhtes Risiko für Akustikusneurinome beobachtet haben. Auch Personen, die seit mindestens 10 Jahren mobil telefonierten, erkrankten nicht häufiger an einem Akustikusneurinom. Bei stärkerer Benutzung stieg das Risiko

nicht kontinuierlich an. Bei Personen in der obersten Kategorie der Anrufdauer (>1640 Stunden) bestand ein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko, besonders bei Langzeitbenutzern und bei Personen, die das Handy bevorzugt an das später erkrankte Ohr gehalten hatten. Dieses Resultat kann gemäss den Autoren entweder durch Zufall, durch eine systematische Verzerrung der Daten (Reporting Bias) oder durch einen realen Kausalzusammenhang zustande gekommen sein.

Bemerkungen: Insgesamt ist die INTERPHONE-Studie zur Zeit die grösste Fall-Kontrollstudie zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern. Die methodischen Aspekte sind ähnlich wie bei den Resultaten zum Gliom- und Meningeomrisiko (vgl. The INTERPHONE Study Group, International Journal of Epidemiology 2010, 39 (3): 675-694). Die Überrepräsentation von Mobiltelefonbenutzern in der Kontrollgruppe könnte zu einer Unterschätzung der wahren Odds Ratios um 5 bis 15% geführt haben. Zudem könnten frühe Symptome des Akustikusneurinoms, z.B. Hörverlust und Tinnitus, die Mobiltelefonbenutzung beeinflusst haben. Allerdings wäre dann zu erwarten, dass sich die Ergebnisse zur Benutzung bis 5 Jahre vor der Tumordiagnose deutlicher von den Resultaten für die Mobiltelefonbenutzung bis zum letzten Jahr vor der Diagnose unterscheiden würden. Auch der Ausschluss von Personen mit Exposition gegenüber Lärm oder Röntgenstrahlen veränderte die Ergebnisse nicht. Die Angaben von 16 Patienten und 22 Kontrollpersonen zu ihren Telefongewohnheiten waren nicht plausibel, z.B. >5 Stunden pro Tag. Der Ausschluss dieser Personen schwächte die Odds Ratios leicht ab. Trotz der fehlenden Dosis-Wirkungsbeziehung kann anhand dieser Resultate ein erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko bei intensiver Mobiltelefonbenutzung nicht ausgeschlossen werden. Die weitere Untersuchung in Studien mit mehr Langzeittelefonierern und prospektiver Erfassung der Benutzungsgewohnheiten ist daher empfehlenswert.

Finanzierung: This work was supported by funding from the European Fifth Framework Program, 'Quality of Life and Management of Living Resources' (contract QLK4-CT-1999901563) and the International Union

Levis AG, Minicuci N, Ricci P, Gennaro V, Garbisa S.

Mobile phones and head tumours. The discrepancies in cause-effect relationships in the epidemiological studies - how do they arise?.

Environ Health (online publication) 2011; 10 (59)

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassung, Metaanalyse und Diskussion der epidemiologischen Studien zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Kollektiv: Patienten und Kontrollpersonen aus internationalen Fall-Kontroll- und Kohortenstudien zum Zusammenhang zwischen Mobiltelefonbenutzung und Hirntumorrisiko.

Exposition: Der Mobiltelefongebrauch war in den Studien unterschiedlich definiert. Neben der regelmässigen Benutzung wurde auch die Dauer der Benutzung und die zum Telefonieren bevorzugte Kopfseite analysiert. Dabei wurde zwischen analogen und digitalen Telefonen sowie Schnurlostelefonen differenziert.

Methode: Einschlusskriterien für die Studien waren: Publikation in einer Fachzeitschrift mit Peer-Review-Verfahren, Beteiligung von Personen mit über 10-jähriger Mobiltelefonbenutzung und Lateralitätsanalyse (Tumor auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite?). Neben den Teilnehmerdaten wurde auch der Anteil von Odds Ratios über oder unter 1 berechnet und als Kriterium für oder gegen einen Kausalzusammenhang herangezogen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Heterogenitätstests und verschiedenen metaanalytischen Modellen (Zufalls- oder feste Effekte).

Resultat: Die Autoren unterscheiden zwischen Studien mit "positiven" und "negativen" Ergebnissen. Die erste Gruppe besteht aus den Fall-Kontrollstudien der schwedischen Forschergruppe um Hardell, die fast durchgehend statistisch signifikant erhöhte Hirntumorrisiken bei Benutzern von Mobil- und Schnurlostelefonen ergeben haben. Dabei bestanden auch Hinweise auf Dosis-Wirkungsbeziehungen. Zu den Untersuchungen, die nicht auf einen Zusammenhang hinweisen, gehört neben drei frühen Arbeiten auch die Interphone-Studie. An diesen Studien kritisieren die Autoren die niedrigeren Teilnahmeraten (50 bis 70%) sowie eine geringe Beteiligung von

exponierten Personen (30 bis 60%) und von Langzeitbenutzern (<10% seit mehr als 10 Jahren). Zudem führen sie die nicht erhöhten Odds Ratios auf eine starke Unterschätzung des tatsächlichen Risikos durch Selektionsbias zurück. Einige Auswertungen der Interphone-Studie ergaben ebenfalls ein erhöhtes Gliomrisiko bei Personen mit langjähriger, intensiver und/oder ipsilateraler Mobiltelefonbenutzung. Die Metaanalyse der Autoren zur Mobiltelefonbenutzung über 10 Jahre ergab basierend auf 5 Interphone- und einer Hardell-Publikation insgesamt kein erhöhtes Gliomrisiko (OR: 0.97, 95%-CI: 0.81-1.17). Auf der zum Telefonieren bevorzugten Kopfseite war das Gliomrisiko statistisch signifikant erhöht (OR: 1.56, 95%-CI: 1.21-2.00). Das Gleiche galt für Akustikusneurinome (OR: 1.73, 95%-CI: 1.17-2.56), nicht aber für Meningeome.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass wegen der Mobiltelefonbenutzung mit einer Zunahme der Hirntumorerkrankungen zu rechnen ist. Sie empfehlen daher Vorsorgegrenzwerte, die Einschränkung des Mobiltelefongebrauchs bei Kindern und Jugendlichen sowie die Reduktion der Hochfrequenzbelastung in öffentlichen Gebäuden.

Bemerkungen: In dieser Übersichtsarbeit fehlen Angaben zur Literatursuche (Methode, Zeitraum, Vollständigkeit?). Die methodische Diskussion der Studien ist nicht ausgewogen (zu Ungunsten der Interphone-Studie), und der Vergleich des Anteils an erhöhten und reduzierten Odds Ratios in den verschiedenen Studien sagt wenig aus, weil sie innerhalb einer Studie stark korreliert sind. Wiederholt wird die Interphone-Studie als industriefinanziert bezeichnet und der Eindruck erweckt, dass die mögliche Unterschätzung des Tumorrisikos aufgrund methodischer Schwächen damit zusammenhänge.

Finanzierung: University of Padova, Italy.

Baliatsas C, van Kamp I, Kelfkens G, Schipper M, Bolte J, Yzermans J, Lebre E.

Non-specific physical symptoms in relation to actual and perceived proximity to mobile phone base stations and powerlines.

BMC Public Health (online publication) 2011; 11 (421)

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Schlafphasen und Schlafqualität Seh- und Hörstörungen Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Querschnittsstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Frage, ob die objektiv gemessene oder selbst eingeschätzte Entfernung von der nächsten Mobilfunkbasisstation oder Hochspannungsleitung mit dem Auftreten von unspezifischen Beschwerden zusammenhängt. Zusätzlich wurde der Einfluss von psychologischen Komponenten wie selbstberichteter Umweltsensibilität oder mangelhaftem Coping untersucht.

Kollektiv: Zufällige Stichprobe von 9502 Personen, die in 22 niederländischen Regionen mit verschiedenen Umweltcharakteristika wohnten. Die Daten stammten von Einwohnerregistern der Gemeinden. An der Befragung, die zwischen Mai und September 2006 stattfand, nahmen 3611 Personen (37%) teil.

Exposition: Die Adressen der Teilnehmer wurden mit einer geographische Koordinaten-Datenbank verbunden. Zusätzlich lagen Daten des "Antenna Bureau of the Netherlands" zu den Mobilfunkbasisstationen (GSM 900, GSM 1800 und UMTS) vor. Die von den Wohnorten der Teilnehmer am wenigsten weit entfernte Basisstation wurde mit Hilfe des "GIS-EMV-Informationssystems" des Nationalen Instituts für Gesundheit und Umwelt ermittelt. Das selbe GIS-System ermöglichte auch die Zuordnung der nächsten Hochspannungsfreileitung (50 kV bis 380 kV).

Methode: Die Teilnehmer füllten schriftliche Fragebögen zum Befinden aus. Als Mass für die unspezifischen Beschwerden diente die Somatisierungsskala des "Vierdimensionalen Symptom-Fragebogens" (4DSQ). Sie besteht aus 16 Items mit Punktwerten zwischen 0 und 32. Als "niedrig" galten Werte bis 10, als "mässig hoch" von 11 bis 20 und als "sehr hoch" von 21 bis 32 Punkten. Zusätzlich wurden Fragen zur Umweltsensibilität, zu Verhaltensweisen in schwierigen Situationen ("Coping-Stil") und zu soziodemographischen Charakteristika beantwortet. Schliesslich gaben die Teilnehmer an, ob sie eine Basisstation oder Hochspannungsfreileitung in der

Nachbarschaft hatten (Antwortmöglichkeiten: ja/nein). Die statistische Auswertung erfolgte in mehrstufigen linearen Regressionsmodellen unter Berücksichtigung verschiedener zusätzlicher Einflussfaktoren. Das letzte Modell enthielt auch die psychologischen Eigenschaften der Teilnehmer. Ausserdem wurden Interaktionen zwischen diesen Variablen und der selbsteingeschätzten Entfernung von Basisstationen oder Freileitungen getestet.

Resultat: Insgesamt gaben 1197 Personen (34.2%) an, in der Nähe einer Basisstation zu wohnen. Eine nahegelegene Hochspannungsleitung erwähnten 523 Personen (14.9%). Die gemessene Entfernung bis zur nächsten Basisstation lag im Durchschnitt bei 347.3 m, bis zur nächsten Stromleitung bei 2381 m. Der Punktwert auf der Beschwerdeskala betrug durchschnittlich 6.1 Punkte. Zur Kategorie mit geringen Beschwerden (max. 10 Punkte) gehörten 83% der Teilnehmer, in der mittleren Kategorie (11 bis 20 Punkte) befanden sich 14%, und in der obersten Kategorie (21 bis 32 Punkte) 2.8% des Kollektivs. Das mehrstufige lineare Regressionsmodell ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der gemessenen Entfernung von der nächsten Basisstation und unspezifischen Beschwerden. Das galt sowohl für das nicht adjustierte Modell (-0.02, 95%-CI: -0.35 - 0.34), als auch für drei weitere Modelle mit zusätzlichen Einflussfaktoren und für das vollständige Modell einschliesslich psychologischer Komponenten (0.25, 95%-CI: -0.037 - 0.57). Auch die gemessene Distanz bis zur nächsten Hochspannungsleitung war nicht signifikant mit dem Beschwerdeniveau assoziiert (0.14, 95%-CI: -0.28 - 0.54). Dagegen korrelierte die berichtete Nähe einer Basisstation oder einer Stromleitung statistisch signifikant mit stärkeren Symptomen (0.75, 95%-CI: 0.08 - 1.37 bzw. 0.87, 95%-CI: 0.44 - 1.3). Ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf das Beschwerdeausmass hatten die psychologischen Komponenten "mangelnde Kontrolle", "Umweltsensibilität" und "Vermeidungsverhalten".

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass die gemessene Entfernung zwischen Wohnort und Basisstationen oder Hochspannungsfreileitungen nicht statistisch signifikant mit dem von den Teilnehmern berichteten Symptomausmass zusammenhing. Stärkere Beschwerden hatten Personen mit bestimmten psychologischen und demographischen Eigenschaften. Daher empfehlen die Autoren, solche Faktoren in zukünftigen Studien zu berücksichtigen.

Bemerkungen: An den Ergebnissen fällt auf, dass sich die Assoziation zwischen der gemessenen Entfernung der nächsten Basisstation durch die Hinzunahme der zusätzlichen Einflussfaktoren in das Regressionsmodell verstärkt und im vierten und fünften Modell fast statistisch signifikant wird. Als mögliche Erklärung dafür diskutieren die Autoren eine Überschätzung des Effekts durch Überkorrektur für mehrere ähnliche soziodemographische Variablen. Bezogen auf die Nähe von Stromleitungen ist keine solche Tendenz zu beobachten. Methodische Limitationen der Studie sind, dass Querschnittsstudien keine Aussage über die zeitliche Reihenfolge von Exposition und Beschwerden erlauben, und dass die gemessene Entfernung von Mobilfunkbasisstationen wenig über die tatsächliche Hochfrequenzbelastung in den jeweiligen Häusern aussagt. Zudem wurde die Befragung im Jahr 2006 durchgeführt, die Daten der Basisstationen stammten aber aus dem Jahr 2008. Ausserdem war das Ausmass der unspezifischen Beschwerden im Studienkollektiv gering (83% der Teilnehmer in der untersten Kategorie). Das erschwert den Nachweis von schwachen Zusammenhängen. Die Schlussfolgerung, dass soziodemographische und psychologische Charakteristika bei der Untersuchung von unspezifischen Symptomen im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern berücksichtigt werden sollten, ist sicher richtig.

Finanzierung: Dutch Ministry of Housing Spatial Planning and the Environment and The Netherlands

Organisation for Health Research and Development (ZonMw).

McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, Marino AA.
Electromagnetic Hypersensitivity: Evidence for a Novel Neurological Syndrome.
Int J Neurosci 2011; 121 (12): 670-676

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Personen mit
Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Herz-Kreislaufsystem
Physiologische oder biochemische
Parameter
Seh- und Hörstörungen
Land:
Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie mit wiederholter Testung einer Person, die sich selbst als elektrophysensibel (EHS) bezeichnete. Es wurde untersucht, ob die Exposition unter Kontrolle für Zufall, Störfaktoren und Somatisierungstendenz unspezifische Beschwerden auslöst und ob sie zuverlässig wahrgenommen werden kann.

Kollektiv: Getestet wurde eine 35-jährige Ärztin, die angab bei EMF-Exposition Kopfschmerzen, Seh-/Hörstörungen, Schlafstörungen und Muskel- oder Gelenkbeschwerden zu bekommen. Als Auslöser bezeichnete sie Mobiltelefone, Computer, Stromleitungen und verschiedene Elektrogeräte.

Exposition: Während der Testung sass die Versuchsperson mit geschlossenen Augen auf einem Stuhl. Neben ihrem Kopf befand sich auf beiden Seiten je eine Metallplatte im Abstand von 36 cm, an die ein sinusförmiger Wechselstrom mit einer Frequenz von 60 Hz und einer Spannung von 100 V angelegt wurde. Die elektrische Feldstärke im Bereich des Kopfes wurde auf durchschnittlich 300 V/m mit Spitzenwerten von 1000 V/m berechnet, im Bereich des Körpers lag der Mittelwert bei 50 V/m. Es fanden 3 Experimente statt: Zwei Versuche betrafen das Auftreten von Beschwerden, im dritten wurde die Feldwahrnehmungsfähigkeit untersucht. In den ersten beiden Experimenten bestand die Exposition aus elektrischen Feldern in Intervallen von 100 Sekunden mit einem Duty cycle von 50% und einer Wiederholungsrate von 10 Hz. Daraus resultierten On-/Off-Phasen von jeweils 100 ms. Im ersten Experiment wurde das gepulste Feld mit Scheinexposition verglichen (beide jeweils 10 Mal appliziert). Im zweiten Experiment kam noch ein kontinuierliches Feld hinzu, und es gab für alle 3 Expositionsarten je 5 Durchgänge. Das dritte Experiment zur Wahrnehmungsfähigkeit bestand aus einem Wechsel von gepulstem Feld mit 2 Sekunden Dauer und 10 Sekunden Scheinexposition. Dieser Teil der Studie umfasste 8 Sequenzen mit jeweils 30 bis 50 Durchgängen. Dabei lag die Frequenz in drei Sequenzen bei 60 Hz, in zwei weiteren bei 1 kHz und in den übrigen drei bei 10, 100 und 500 kHz. Aus diesem Experiment kamen 300 Tests mit gepulstem Feld und 150 Tests mit Scheinexposition zur Auswertung.

Methode: Vor der Testung erhielt die Versuchsperson verschiedene medizinische Untersuchungen, unter anderem ein Elektroenzephalogramm (EEG), eine Magnetresonanztomographie (MRI) des Gehirns und eine Schlafanalyse, zusätzlich Blutuntersuchungen. Die Reihenfolge der Expositionen wurde zufällig gewählt, die Testung fand unter Doppelblindbedingungen statt. Nach jeder Expositionsphase à 100 Sekunden wurde die Probandin gefragt, ob Symptome aufgetreten seien. Wenn sie Beschwerden angab, erfolgte die nächste Exposition erst nachdem sie wieder verschwunden waren. Die statistische Auswertung der Testergebnisse erfolgte mittels Chi-Quadrat- oder Fisher-exakt-Test (Freeman-Halton-Erweiterung).

Resultat: Im ersten Experiment gab die Probandin nach allen 10 Expositionsphasen mit gepulstem Feld (à 100 Sekunden) mässige bis starke Beschwerden wie Kopf- oder Muskelschmerzen an. Nach den 10 Phasen mit Scheinexposition berichtete sie fünfmal über schwache Beschwerden und fünfmal gab sie keine Symptome an. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0.05$). Im zweiten Experiment mit jeweils 5 Expositionsphasen traten nach dem gepulsten Feld zweimal schwache und dreimal stärkere Beschwerden auf. Nach dem kontinuierlichen Feld berichtete die Versuchsperson dreimal über stärkere Symptome und war zweimal beschwerdefrei. Bei Scheinexposition gab sie viermal keine Beschwerden an und einmal schwache Symptome. Für das gepulste Feld war der Unterschied zur Scheinexposition statistisch signifikant, für das kontinuierliche Feld nicht. In dem Experiment zur Feldwahrnehmung ergaben sich keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Trägerfrequenz des Signals. Daher wurden die Antworten für 300 Phasen mit eingeschaltetem Feld, 300 Phasen mit ausgeschaltetem Feld und 150 Scheinexpositionsphasen gemeinsam ausgewertet. Insgesamt antwortete die Probandin in 8.7% der Phasen mit ein- oder ausgeschaltetem Feld mit "Ja", in 91.3% der Fälle mit "Nein". Bei Testphasen mit tatsächlicher Befeldung erkannte sie die Feldsituation in 11%. Bei den Phasen mit ausgeschaltetem Feld antwortete sie in 6.5% fälschlicherweise mit "Ja". Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0.05$). Bei Scheinexposition antwortete die Versuchsperson in 9.9% mit "Ja".

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der Feldexposition und den von der Probandin berichteten Symptomen. Sie weisen darauf hin, dass die Beschwerden bei gepulstem Feld statistisch signifikant häufiger auftraten als bei kontinuierlichem Feld oder Scheinexposition. Dass die Versuchsperson in 8.7% der Phasen mit Befeldung und 9.9% der Phasen mit Scheinexposition auf die Frage nach der Feldwahrnehmung mit "Ja" antwortete, spricht gemäss den Autoren gegen die psychologische Verursachung der Symptome. Die MRI-Untersuchung des Gehirns ergab eine kortikale Dysplasie im rechten Temporallappen und eine Polygyrie rechts parietal. In der Schlafanalyse zeigte sich eine ausgeprägte Schlaffragmentierung und -unterbrechung. Ob diese Befunde mit der elektromagnetischen Hypersensibilität in Zusammenhang stehen könnten, ist laut den Autoren unbekannt.

Bemerkungen: Die wiederholte Testung einzelner Personen mit selbstberichteter Elektrohypersensibilität ist ein interessanter Ansatz, weil die Symptomatik individuell stark variiert und der Vergleich verschiedener Probanden schwierig ist. Die bisherigen Doppelblindstudien mit EHS-Personen weisen insgesamt nicht auf die Auslösung von Symptomen durch kurzfristige Exposition z.B. gegenüber Mobiltelefonsignalen hin. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass einzelne Personen empfindlicher auf die Strahlung reagieren. In der vorliegenden Studie wurden niederfrequente elektrische Felder (hauptsächlich 60 Hz) mit realistischen Feldstärken appliziert. Die Symptome traten nach dem gepulsten Feld signifikant häufiger auf und waren tendenziell stärker als bei Scheinexposition. Die Einteilung in "schwache" und "starke" Beschwerden wird nicht quantifiziert (z.B. auf einer visuellen Analogskala), und es wird nicht berichtet, wie lange die Beschwerden jeweils anhielten. Hinsichtlich

der Feldwahrnehmung fällt auf, dass die Probandin generell in ungefähr 90% der Testungen mit "Nein" antwortete. Damit ist die Trefferquote für Phasen ohne Befeldung automatisch hoch. Die korrekte Antwortrate von 11% bei vorhandenem Feld spricht nicht für eine zuverlässige Feldeinschätzung.

Finanzierung: Keine Angaben

Ng TP, Lim LM, Niti M, Collinson S.

Long-Term Digital Mobile Phone Use and Cognitive Decline in the Elderly.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (2): 176-185

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Gehirnleistung respektive ihrer Abnahme bei älteren Personen in Abhängigkeit von der Mobiltelefonbenutzung.

Kollektiv: 871 ChinesInnen über 55 Jahre, die in Singapur lebten und zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung nicht an Demenz erkrankt waren. In der "Mini Mental State Examination" (MMSE) mussten sie mindestens 24 Punkte erreichen (Maximum: 30 Punkte). Durchschnittsalter: 65.2 Jahre (Standardabweichung: 6.8 Jahre, Bereich: 55 bis 91 Jahre). Die Studie basierte auf einer gemeindebasierten Kohortenstudie in Singapur mit Personen über 55 Jahren. An der ersten Erhebung mit persönlichen Interviews zu demographischen, medizinischen und neuropsychologischen Charakteristika sowie klinischen Untersuchungen beteiligten sich 2808 Personen (Teilnahmerate: 78.5%, Jahr: 2004/2005). Die Follow-up-Befragung erfolgte durchschnittlich 3.9 Jahre später. Vollständige Daten aus beiden Erhebungen lagen von 871 Personen vor. Die einzelnen neuropsychologischen Tests wurden von 186 bis 211 Personen durchgeführt.

Exposition: Detaillierte Informationen zur Mobiltelefonbenutzung wurden in der ersten Befragung zu Beginn der Studie erhoben. Die Häufigkeit der Verwendung wurde auf einer Likert-Skala mit drei Punkten angegeben. Daraus ergaben sich drei Kategorien der Mobiltelefonbenutzung: nie/selten (<1 Telefonat/Woche), manchmal (>1 Telefonat/Woche, aber nicht täglich) und oft (täglich). Als Referenzgruppe dienten Personen, die nie oder selten ein Mobiltelefon benutzten.

Methode: Zu Beginn der Studie und nach ca. 4 Jahren absolvierten die Teilnehmer neben dem MMSE-Test auch neuropsychologische Tests zur Aufmerksamkeit und zum Arbeitsgedächtnis (Digit Span und

Spatial Span). Weitere Gedächtnisfunktionen wurden mit einem akustischen Test zum Wörterlernen (RAVLT) und einem visuellen Reproduktionstest untersucht. Zur Überprüfung der Umsetzungsfunktionen diente der "Categorical Verbal Fluency"- und der "Design Fluency"-Test. Die in den Tests und Untertests erzielten Punktwerte wurden standardisiert (z-Werte) und zusammengezählt. Daraus ergaben sich Punktwerte für drei Domänen der Hirnleistung: Aufmerksamkeit und zum Arbeitsgedächtnis, Gedächtnis, Umsetzungsfunktionen. Als relevante Veränderung im Verlauf des Beobachtungszeitraums wurde ein Abfall um mindestens 2 Punkte im MMSE oder um mindestens 1.5 Standardabweichungen (SD) in den anderen Tests definiert. Als Einflussfaktoren auf die kognitive Leistungsfähigkeit wurden zusätzlich registriert: Alter, Geschlecht, Bildungsniveau, Rauch- und Trinkgewohnheiten, Depression, Teilnahme an Freizeitaktivitäten, kardiovaskuläre Erkrankungen und Apolipoprotein E-Genotyp (Träger des $\epsilon 4$ -Allels). Die Ergebnisse der neuropsychologischen Tests wurden als Querschnittsvergleich und longitudinal über den Beobachtungszeitraum in univariaten und adjustierten Varianzanalysen (ANOVA) ausgewertet. Zusammenhänge mit der Häufigkeit der Mobiltelefonbenutzung wurden in binomialen logistischen Regressionsmodellen getestet. Dabei wurden die Ausgangswerte der einzelnen Personen berücksichtigt.

Resultat: Insgesamt gaben 30.9% der Teilnehmer an, täglich ein Mobiltelefon zu benutzen, 25.5% verwendeten es manchmal. Im MMSE erzielten die Studienteilnehmer zwischen 24 und 30 Punkten, der Durchschnitt lag bei 28 Punkten (SD: 1.7). In der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer befanden sich mehr Männer, ihr Durchschnittsalter war statistisch signifikant niedriger, sie hatten ein höheres Bildungs und Aktivitätsniveau und weniger häufig eine Herz-/Kreislauferkrankung. Die adjustierte Querschnittsanalyse ergab einen statistisch signifikanten Trend für höhere MMSE-Werte bei Personen, die täglich mobil telefonierten (tägliche Benutzung: 28.2 Punkte, manchmal: 28.0, nie oder selten: 27.9 Punkte, $p=0.032$). Ein ähnlicher Trend zeigte sich in den neuropsychologischen Tests zur höheren Umsetzungsfunktionen. Bezogen auf das Gesamtkollektiv nahm die kognitive Leistung im Beobachtungszeitraum von 4 Jahren nicht ab, es bestand sogar ein positiver Trend. Für einige Funktionstests waren aber Abnahmen bei 8.3 bis 23.4% der Studienteilnehmer zu verzeichnen. Personen mit häufigerem Mobiltelefongebrauch hatten in der adjustierten Regressionsanalyse einen geringeren Anteil und niedrigere Odds Ratios für einen Rückgang sowohl der kognitiven Funktion insgesamt als auch in den Tests zu Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis sowie zu den Erinnerungsfunktionen. Die Unterschiede waren aber statistisch nicht signifikant.

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, zeigte sich in der Querschnittsauswertung möglicherweise ein positiver Einfluss der Mobiltelefonbenutzung auf die Gehirnleistung bei älteren Menschen. Die Resultate der Verlaufsanalyse sind nicht eindeutig, sie weisen aber zumindest nicht auf negative Effekte der Hochfrequenzexposition hin.

Bemerkungen: Wegen der beschriebenen Unterschiede in der Alters- und Sozialstruktur von älteren Personen mit und ohne Mobiltelefon lassen sich mögliche Auswirkungen auf die Gehirnleistung kaum separat beurteilen. In den Auswertungen wurden zwar viele zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt, eine vollständige Korrektur ist aber kaum möglich. Insgesamt sprechen die Resultate nicht für einen positiven Effekt der Mobiltelefonexposition. Da in Zukunft wesentlich mehr ältere Menschen Mobiltelefone verwenden und die sozialen Unterschiede verschwinden werden, lassen sich mögliche Auswirkungen der Hochfrequenzexposition dann besser untersuchen. In solchen Studien sollte die Mobiltelefonbenutzung auch in der zweiten Befragung erhoben werden, um den aktuellen Gebrauch zu erfassen. Eine aktuelle Metaanalyse mit 17 Studien ergab keine Beeinflussung der kognitiven Funktionen bei kurzfristiger Mobiltelefonexposition (Barth et al. 2011).

Finanzierung: Biomedical Research Council Agency for Science, Technology and Research, Singapore.

Barth A, Ponocny I, Gnambs T, Winker R.

No effects of short-term exposure to mobile phone electromagnetic fields on human cognitive performance: A meta-analysis.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (2): 159-165

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Metaanalyse der Studienresultate zum Einfluss der Mobiltelefonexposition auf die Gehirnfunktionen. Aktualisierung einer früheren Metaanalyse zur gleichen Fragestellung, die auf Veränderungen der Aufmerksamkeit und des Arbeitsgedächtnisses hingewiesen hatte (Barth et al., Occup Environ Med 2008, 65 (5): 342-346).

Kollektiv: Erwachsene Personen, die an einer experimentellen Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die kognitiven Leistungen teilgenommen hatten.

Exposition: Kurzfristige Exposition gegenüber GSM- oder UMTS-Mobiltelefonen, Frequenz: 900 bis 1800 MHz.

Methode: Die Literatursuche umfasste alle Publikationen bis Januar 2011. Einschlusskriterien waren: 1) Vergleich zwischen Expositions- und Kontrollgruppe oder Crossover-Design, 2) Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben, 3) einfach oder doppelt verblindet, nur auf kognitive Funktionen fokussiert, 4) GSM- oder UMTS-Signale mit Frequenzen zwischen 900 und 1800 MHz, 5) erwachsene Probanden ohne Erkrankungen oder Hypersensibilität, 6) mindestens ein neuropsychologischer Test, der auch in einer anderen Studie der Metaanalyse zur Anwendung kam. Zehn neuropsychologische Tests konnten verglichen werden: a) einfacher Reaktionstest (SRT), b) Wahlreaktionstest (CRT), c) Wachsamkeit (VIG), d) Subtraktion (SUB), e) Aufmerksamkeit (VER), f) Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis (n-back) mit vier Schwierigkeitsgraden (0-back, 1-back, 2-back und 3-back). Die Studienresultate wurden in äquivalente Effektgrössen und dann in ein metaanalytisches Mass (delta) transformiert. Die Homogenität der Effekte und die statistische Signifikanz des Unterschieds wurde mittels Chi-Quadrat-Tests analysiert.

Resultat: Von 29 identifizierten Studien erfüllten 17 die Einschlusskriterien, davon 16 mit GSM- und eine mit UMTS-Telefon. Insgesamt hatten 749 Probanden an den Studien teilgenommen, und 12 Studien waren doppelblind. Für keinen neuropsychologischen Test ergab sich eine statistisch signifikante Heterogenität zwischen den Ergebnissen. Daher wurde aus den Einzelergebnissen für jeden Test eine gemeinsame, durchschnittliche Effektgrösse berechnet. Diese Effektgrössen zeigten keine statistisch signifikante Auswirkung der Mobiltelefonexposition auf die kognitive Leistung.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keine Evidenz für eine Veränderung der kognitiven Funktionen durch kurzfristige Mobiltelefonexposition. Sie weisen darauf hin, dass die ausgewerteten neuropsychologischen Tests nicht alle Facetten der Gehirnleistung abdecken, und dass die Ergebnisse keine Rückschlüsse auf langfristige Expositionen erlauben.

Bemerkungen: Wie die Autoren anmerken, könnten die statistisch signifikanten Resultate der früheren Metaanalyse (Barth et al., 2008) zufällig entstanden sein, weil sehr viele Tests durchgeführt wurden (29 Parameter). Eine weitere Metaanalyse von Valentini et al. (2010) ergab ebenfalls keine Expositionseffekte.

Finanzierung: keine Angaben

Loughran SP, McKenzie RJ, Jackson ML, Howard ME, Croft RJ.

Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: Rethinking the problem.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (1): 86-93

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Hirnströme im Schlaf und die Schlafqualität. Die Ergebnisse einer früheren Untersuchung (Loughran et al., Neuroreport 2005: 16 (17), 1973 -1976) sollten überprüft und individuelle Unterschiede evaluiert werden. In der Vorgängerstudie waren Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Hirnströme im Schlaf beobachtet wurden, aber nicht bei allen Probanden.

Kollektiv: 20 gesunde Probanden, darunter 13 Frauen, im Alter zwischen 20 und 51 Jahren (Durchschnitt: 27.9), die bereits an der früheren Studie teilgenommen hatten.

Exposition: Modifiziertes GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110) an der rechten Kopfseite, das kontinuierlich mit maximaler Leistung von 2 W sendete. Die durchschnittliche Sendeleistung lag bei 0.25 W. Frequenz: 894.6 MHz, gepulst mit 217 Hz, Pulsbreite 576 µs. Spezifische Absorptionsrate (SAR 10g): 0.11 W/kg, maximaler räumlicher Spitzenwert 0.674 W/kg. Während der Exposition waren die Probanden wach und sassen auf einem Stuhl. Sie dauerte 30 Minuten und endete ugf. 20 Minuten, bevor das Licht ausgeschaltet wurde. Die Aufzeichnung der Hirnströme im Elektroenzephalogramm (EEG) erfolgte während der anschliessenden Nachtruhe (von ca. 22 Uhr bis 6 Uhr morgens).

Methode: Doppelt verblindete Studie mit Cross-over-Design. Die Probanden verbrachten drei aufeinanderfolgende Nächte im Schlaflabor. Die erste Nacht diente der Adaptation, in den nächsten beiden erfolgte die Exposition oder Scheinexposition in ausgeglichener Reihenfolge. Zu Beginn und am Ende jeder Nacht beantworteten die Teilnehmer Fragen nach ihrer Schläfrigkeit, zudem führten sie schon in den vier Nächten vor der Testung ein Schlafstagebuch. Für die Auswertungen wurden die Probanden nach ihrer Reaktion auf die Exposition in der ersten Studie zu 2 Gruppen zugeteilt: a) Personen, bei denen die EEG-Aktivität im

Frequenzbereich von 11.5 bis 12.15 Hz im Non-REM-Schlaf angestiegen war, b) Personen, bei denen die EEG-Aktivität in diesem Frequenzbereich abgenommen hatte. Die statistische Auswertung erfolgte mittels gerichtetem t-Test für wiederholte Messungen bezüglich der Hypothese, dass die Exposition zu einer Zunahme im Frequenzbereich 11.5 bis 12.15 Hz führt. In explorativen Analysen wurden Auswirkungen auf andere Frequenzbereiche der Hirnströme und auf verschiedene Parameter der Schlafqualität mit t-Tests für unabhängige Stichproben evaluiert.

Resultat: Insgesamt ergab die Spektralanalyse der EEG-Aufzeichnungen nach der Mobiltelefonexposition eine Zunahme der Aktivität im Frequenzbereich 11.5 bis 12.15 Hz während der ersten 30 Minuten in der ersten Non-REM-Schlafphase ($p=0.046$). Diese Zunahme war in der Gruppe der Personen, bei denen schon früher ein Aktivitätsanstieg gemessen worden war, deutlicher ausgeprägt ($p=0.038$). Für andere Frequenzbereiche (12.25 bis 13.5 Hz und 13.5 bis 14 Hz) zeigten sich keine statistisch signifikanten Expositionseffekte oder Unterschiede. In der geschlechtsspezifischen Auswertung waren die Veränderungen im ersten Frequenzbereich bei Frauen ausgeprägter als bei Männern ($p=0.035$). Hinsichtlich der untersuchten Schlafparameter (Dauer, Effizienz, Schlaflatenz, REM-Latenz und Anzahl der Wachphasen) und die subjektive Schläfrigkeit wurden keine Expositionseffekte beobachtet ($p>0.18$). Für diese Variablen war auch keine unterschiedliche Reaktion bei Personen mit oder ohne Anstieg der EEG-Aktivität festzustellen ($p>0.27$).

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren bekräftigen die Resultate frühere Ergebnisse, die eine Veränderung der EEG-Aktivität im Non-REM-Schlaf nach vorhergehender Mobiltelefonexposition gezeigt haben. Sie weisen darauf hin, dass die Effekte individuell verschieden sind und dass diese Variabilität die uneinheitliche Befunde früherer Studien erklären könnte. Die Autoren empfehlen, diese individuellen Unterschiede in der Erforschung von biologischen Effekten der Mobiltelefonexposition allgemein zu beachten.

Bemerkungen: Diese Studie ist auch deshalb interessant, weil sie zum ersten Mal separate Auswertungen für Frauen und Männer enthält. An den meisten früheren Studien hatten nur Männer teilgenommen. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, waren die beobachteten EEG-Veränderungen gering und wirkten sich nicht auf die konventionellen Schlafparameter oder die Schlafarchitektur aus. Auffallend sind die deutlichen Schwankungen der EEG-Veränderungen zwischen der ersten und der zweiten Studien auch bei ein und derselben Person. Gemäss Abb. 2 der Publikation waren die Veränderungen bei 6 von 20 Personen in den beiden Studien entgegengesetzt (z.B. Ab- statt Zunahme der Aktivität). Bei 4 weiteren waren die Veränderungen unterschiedlich stark ausgeprägt. Daher sollten die Ergebnisse in weiteren Studien mit intraindividuellen Vergleichen an grösseren Kollektiven überprüft werden.

Finanzierung: National Health and Medical Research Council of Australia.

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Andersen TV, Poulsen AH, Prochazka M, Klæboe L, Kuehni CE, Tynes T, Rösli M.

Predictors and overestimation of recalled mobile phone use among children and adolescents.

Prog Biophys Mol Biol 2011; 107 (3): 356-361

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Anhand der CEFALO-Studie zum Hirntumorrisiko bei Kindern und Jugendlichen wird die Zuverlässigkeit der Teilnehmerangaben zur Mobiltelefonbenutzung untersucht und mit objektiven Benutzerdaten der Mobilfunkanbieter verglichen (vgl. Aydin et al., Mobile Phone Use and Brain Tumors in Children and Adolescents: A Multicenter Case-Control Study. J Natl Cancer Inst 2011; 103 (16): 1264-1276).

Kollektiv: An der internationalen Fall-Kontrollstudie CEFALO nahmen Kinder und Jugendliche aus Dänemark, Norwegen, Schweden und der Schweiz teil. Die Fallgruppe umfasste 352 Patienten mit einem histologisch bestätigten Hirntumor im Zeitraum von 2004 bis 2008. Die Daten stammten von Krebsregistern oder Kliniken mit entsprechenden Fachrichtungen. Die Kontrollkinder (n=646) wurden aus regionalen oder nationalen Bevölkerungsregistern zufällig ausgewählt. Pro Patient nahmen 2 Kontrollkinder mit passendem Alter, Geschlecht und geographischer Region teil.

Exposition: In persönlichen Interviews mit den Teilnehmern und einem Elternteil wurde die Exposition gegenüber verschiedenen Umwelt- und Lebensstilfaktoren erfragt. Zur Anzahl der Mobiltelefonate gab es 6 vorab definierte Kategorien, die von <1/Woche bis >5 pro Tag reichten. Für die durchschnittliche Dauer der Telefonate lagen die 4 Kategorien zwischen <1 bis >10 Minuten pro Anruf. Diese Angaben wurden mit der Gesamtdauer der Mobiltelefonbenutzung kombiniert, um die kumulative Anzahl und Dauer der Telefonate für jeden Teilnehmer zu berechnen. Die letzten 6 Monate vor der Tumordiagnose bzw. dem Referenzdatum (für Kontrollkinder) wurden nicht berücksichtigt. Wenn die Teilnehmer damit einverstanden waren, wurden zusätzlich objektive Daten von den Mobilfunkanbietern eingeholt.

Methode: Für den Vergleich von subjektiven und objektiven Daten wurde deren Verhältnis bezüglich

kumulativer Anzahl und Dauer der Telefonate sowie der Zeit seit dem Benutzungsbeginn berechnet. Wenn dieser Quotient über 1 liegt, handelt es sich um eine Überschätzung der Mobiltelefonbenutzung durch die Studienteilnehmer. Analysiert wurde der Median dieses Quotienten und dessen Interquartilbereich (IQR). Zusätzlich wurde in multiplen linearen Regressionsmodellen untersucht, welche Faktoren die objektiv erfasste Anzahl und Dauer der Telefonate pro Tag beeinflussten. Diese Faktoren waren: Alter, Geschlecht, Land, Sozialstatus der Eltern und das Vorhandensein älterer Geschwister. Eine logistische Regression betraf Variablen, die zu einer Überschätzung der Mobiltelefonbenutzung (Quotienten >1.5) führen könnten: Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand, Land, Sozialstatus, Zeitabstand zur Diagnose/Referenzdatum und die Mobiltelefonbenutzung gemäss Betreiberdaten.

Resultat: Von 48 Patienten und 87 Kontrollkindern aus Dänemark und Schweden lagen Daten der Mobilfunkanbieter vor. Zusätzlich waren objektive Angaben zum Zeitraum seit dem Beginn der Mobiltelefonbenutzung für 36 Patienten und 65 Kontrollen aus der Schweiz vorhanden. Die Vergleiche mit den subjektiven Angaben zeigten, dass die Teilnehmer ihre Telefonbenutzung bezüglich Anzahl und Dauer der Anrufe sowie bezüglich der Zeitspanne seit dem ersten Vertrag im Durchschnitt überschätzten. Die Kontrollkinder überschätzten ihre Mobiltelefonbenutzung etwas stärker als die Patienten, aber der Unterschied war statistisch nicht signifikant (Odds Ratio für die Anzahl der Anrufe: 1.1 (95%-CI: 0.5-2.45), für die Anrufdauer: 1.9 (95%-CI: 0.85-4.27). In der logistischen Regression ergab sich für Kinder im Alter von 15 bis 19 Jahren eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit, die Anrufozahl zu überschätzen (OR: 2.3, 95%-CI: 1.0-5.29). Mädchen überschätzten die Dauer ihrer Telefonate signifikant öfter als Jungen (OR: 2.76, 95%-CI: 1.22-6.24). Ausserdem war die Wahrscheinlichkeit der Überschätzung bei Teilnehmern mit intensivem Telefongebrauch signifikant geringer als bei Teilnehmern, die weniger telefonierten: Für Teilnehmer mit mehr als 905 Telefonaten und einer Anrufdauer von über 1228 Minuten lag die Odds Ratio bei 0.29 (95%-CI: 0.1-0.83).

Schlussfolgerung: Die Schlussfolgerung der Autoren ist, dass in Studien zur Mobiltelefonbenutzung objektive Daten vorhanden sein sollten, um sie mit den Angaben der Teilnehmer vergleichen zu können. Subjektive Angaben empfehlen sie nur im Rahmen von prospektiven Studien. Zudem sollten gesundheitsrelevante Faktoren wie Alter und Geschlecht auf die Über- oder Unterschätzung der Mobiltelefonbenutzung berücksichtigt werden, weil sie als Störfaktoren die Ergebnisse verzerren könnten.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, wird die Aussagekraft der Resultate dadurch eingeschränkt, dass nur für ungefähr ein Drittel der Teilnehmer aus Dänemark und Schweden objektive Daten zur Mobiltelefonbenutzung erhältlich waren. In der Schweiz werden Betreiberdaten nach 6 jeweils Monaten gelöscht. Daher war die Gruppengrösse für diese Auswertungen niedrig. Zusätzlich war die Streuung der Werte deutlich, und die Konfidenzintervalle weit. Ausserdem bestanden teilweise Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Daten, z.B. wenn das Mobiltelefonabonnement auf den Namen der Eltern lautete. Eine weitere Publikation zur CEFALO-Studie ist: Aydin et al., Impact of random and systematic recall errors and selection bias in case-control studies on mobile phone use and brain tumors in adolescents (CEFALO study). Bioelectromagnetics 2011; 32 (5): 396-407.

Finanzierung: This work was supported by the Swiss Federal Office of Public Health, the Swiss Research Foundation on Mobile Communication and the Swiss National Science Foundation. The Danish CEFALO study was supported by the Danish Strategic Research Council. The Swedish CEFALO study was supported by grants from the Swedish Council for Working Life and Social Research, the Swedish Research Council, the Swedish

Cancer Society, the Swedish Childhood Cancer Society and the Swedish Radiation Protection Authority. The Norwegian CEFALO study was supported by the Research Council of Norway.

Kwon MS, Vorobyev V, Kannala S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, Johansson J, Teras M, Lindholm H, Alanko T, Hämäläinen H.

GSM mobile phone radiation suppresses brain glucose metabolism.

J Cereb Blood Flow Metab 2011; 31 (12): 2293-2301

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Erwachsene (alle)	<u>Zielgrösse:</u> Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Herzkreislaufsystem Physiologische oder biochemische Parameter Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u> Unmittelbar	<u>Land:</u> Europa
<u>Studientyp:</u> Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf den Glukosestoffwechsel im Gehirn.

Kollektiv: 15 Männer, alle Rechtshänder. Durchschnittsalter: 24.3 +/- 2.6 Jahre.

Exposition: Modifiziertes GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110) ohne Sender, Elektronik, Akku, Lautsprecher, Mikrofon oder Leuchtdioden. Per Koaxial-Kabel wurde kontinuierlich ein typisches GSM-Anrufsignal an das modifizierte Telefon übertragen. Pulsdauer: 0.577 ms, Trägerfrequenz: 902.4 MHz, alle 4.615 ms wiederholt. Die Probanden trugen einen Helm mit zwei Telefonen, von denen nur das rechte aktiviert wurde. Die Exposition dauerte jeweils 33 Minuten. Spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10g: 1 W/kg bei einer Sendeleistung von 240 mW. Um die SAR-Verteilung im Gehirn zu evaluieren, wurden numerische Simulationen durchgeführt. Dazu wurde ein MRI-basiertes Modell eines menschlichen Kopfes verwendet. Die simulierten SAR-Werte wichen von den am Phantom gemessenen Werten um 7.6% (SAR1g) bzw. 4.9% (SAR10g) ab. Die dosimetrische Unsicherheit wurde mit Hilfe von multiplen Simulationen untersucht. Dabei wurden auch Unterschiede in der Position und der Anatomie der Probanden berücksichtigt.

Methode: Doppelblindstudie mit Crossover-Design und ausgeglichener Expositionsreihenfolge. Die Messung des regionalen Blutflusses im Gehirn erfolgte mittels Positronen-Emissionstomographie (PET) nach einer Injektion von radioaktiv markierter Glukose (18F-Desoxyglukose). Die Probanden absolvierten 2 Durchgänge (Exposition und Scheinexposition) im Abstand von mindestens 6 Tagen. Während der 33-minütigen Exposition führten die Versuchspersonen einen einfachen visuellen Aufmerksamkeitstest (0-back) durch. Die PET-Untersuchung fand 10 Minuten nach der Exposition und 40 Minuten nach Injektion der 18F-Desoxyglukose statt. Sie dauerte weitere 40 Minuten. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse. Es wurde eine

Korrektur für multiple Testung durchgeführt. Zusätzliche Analysen betrafen die "volumes of interest" (VOIs) mit den höchsten SAR-Werten, im Bereich des rechten Schläfenlappens.

Resultat: Die numerischen Berechnungen ergaben maximale SAR-Werte von 0.74 W/kg für den Kopf und 0.23 W/kg für das Gehirn. Die Analyse der Temperaturmessungen zeigten einen stärkeren Anstieg bei Exposition (Durchschnitt: 0.36 +/- 0.1 Grad) als bei Scheinexposition (0.16 +/- 0.09 Grad). Auf der exponierten rechten Seite war dieser Anstieg deutlicher (0.3 +/- 0.09 Grad) als auf der linken (0.22 +/- 0.06 Grad). Der Glukosestoffwechsel war nach der Mobiltelefonexposition im Bereich des rechten Schläfenlappens statistisch signifikant niedriger als bei Scheinexposition (temporoparietaler Übergang, $p=0.048$). In der "Voxel of Interest"-Analyse wurde ebenfalls eine Region mit reduziertem Stoffwechsel beobachtet (vorderer unterer Schläfenlappen, $p=0.045$). Ein Anstieg des Glukosestoffwechsels zeigte sich in keiner Auswertung. Die Reaktionszeiten oder Fehlerraten im Aufmerksamkeitstest veränderten sich im Zusammenhang mit der Exposition nicht. Die Hauttemperatur korrelierte nicht mit den Unterschieden im Glukosestoffwechsel.

Schlussfolgerung: Gemäss den Autoren weisen die Ergebnisse auf eine Verminderung des zerebralen Glukosestoffwechsels im vorderen und hinteren Schläfenlappen durch kurzfristige Mobiltelefonexposition hin. Die Autoren halten fest, dass die zugrundeliegenden Mechanismen nicht bekannt sind. Sie schliessen Temperaturveränderungen als Ursache aus, weil sich ein Anstieg der Hauttemperatur von weniger als 0.21 Grad nicht auf das Gehirngewebe auswirke.

Bemerkungen: Hinsichtlich Expositionskontrolle und Dosimetrie stellt die Studie einen Fortschritt gegenüber der früheren Studie zum Glukosestoffwechsel bei Mobiltelefonexposition dar (Volkow et al., 2011). Darin wurde ein Anstieg des Glukosestoffwechsels beobachtet. Unklar bleibt, wie viele Auswertungen insgesamt gemacht wurden, weil sich die Tabellen auf die statistisch signifikanten Ergebnisse beschränken. Ebenfalls nicht diskutiert wird, dass die modellierte SAR in einem Gehirnareal mit signifikanter Veränderung nur 0.02 W/kg betrug. An der anderen Stelle lag sie bei 0.19 W/kg. In Regionen mit 1 W/kg zeigten sich keine expositionsabhängigen Unterschiede. Die Ergebnisse der bisher vorliegenden Studien zu Auswirkungen auf die Durchblutung des Gehirns sind ebenfalls nicht einheitlich (Anstieg in Huber et al. 2002 u. 2005, Abnahme in Aalto et al. 2006).

Finanzierung: Finnish National Technology Agency (Tekes)

Kwon MS, Vorobyev V, Kannala S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, Johansson J, Teras M, Joutsa J, Tuominen L, Lindholm H, Alanko T, Hämäläinen H.

No effects of short-term GSM mobile phone radiation on cerebral blood flow measured using positron emission tomography.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (3): 247-256

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Durchblutung des Gehirns (regionaler Blutfluss).

Kollektiv: 13 Männer, alle Rechtshänder. Durchschnittsalter: 24.5 +/- 2.8 Jahre).

Exposition: Modifiziertes GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110) ohne Sender, Elektronik, Akku, Lautsprecher, Mikrofon oder Leuchtdioden. Per Koaxial-Kabel wurde kontinuierlich ein typisches GSM-Anrufsignal an das modifizierte Telefon übertragen. Pulsdauer: 0.577 ms, Trägerfrequenz: 902.4 MHz, alle 4.615 ms wiederholt. Angestrebte spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10g: 1 W/kg bei einer Sendeleistung von 240 mW. Um die SAR-Verteilung im Gehirn zu evaluieren, wurden numerische Simulationen durchgeführt. Dazu wurde ein MRI-basiertes Modell eines menschlichen Kopfes und ein vereinfachtes Modell des PET-Scanners verwendet. Die simulierten SAR-Werte wichen von den am Phantom gemessenen Werten um 7.6% (SAR1g) bzw. 4.9% (SAR10g) ab. Die dosimetrische Unsicherheit wurde mit Hilfe von multiplen Simulationen untersucht. Dabei wurden auch Unterschiede in der Position und der Anatomie der Probanden sowie die Materialeigenschaften des PET-Scanners berücksichtigt.

Methode: Doppelblindstudie mit Crossover-Design und ausgeglichener Expositionsreihenfolge. Die Messung des regionalen Blutflusses im Gehirn erfolgte mittels Positronen-Emissionstomographie (PET) nach einer Injektion von radioaktiv markiertem Wasser. Die Probanden lagen auf dem Rücken und trugen einen Helm mit drei Telefonen an verschiedenen Positionen: linkes Ohr, rechtes Ohr und Stirn. Die vier Expositionsphasen dauerten jeweils 5 Minuten, im vierten Durchgang fand eine Scheinexposition statt. Alle vier Expositionsbedingungen wurden dreimal wiederholt (=3 Zyklen), so dass jeder Proband 12 PET-Untersuchungen erhielt. Die PET-Untersuchung begann nach den ersten drei Minuten der Exposition, gleichzeitig mit der

Injektion des Radiopharmakons, und dauerte 2 Minuten (bis zum Expositionsende). Danach folgte ein zehnminütiges Intervall ohne Exposition. Während der Exposition führten die Versuchspersonen einen einfachen visuellen Aufmerksamkeitstest (0-back) durch. Registriert wurden die Reaktionszeiten und die Fehlerraten. Insgesamt dauerte die Testung über 3 Stunden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels explorativer Gruppenanalyse mit festen Effekten und Zufallseffektanalyse. Es wurde eine Korrektur für multiple Testung durchgeführt. Für die am stärksten exponierten Gehirnregionen kamen zusätzliche Analysen mit festen Effekten zum Einsatz. Dazu wurden "volumes of interest" (VOIs) definiert, die den linken und den rechten Schläfenlappen des Gehirns repräsentierten. Die Auswertung der Reaktionszeiten erfolgte mittels Varianzanalyse für wiederholte Messungen (Einflussvariablen: Expositionstyp und -zyklus). Die Temperatur wurde an verschiedenen Stellen des Kopfes gemessen und mittels Varianzanalyse ausgewertet.

Resultat: Die über 10g Gewebe gemittelten SAR-Werte für verschiedene Gehirnregionen lagen zwischen 0.02 W/kg (Mittelhirn) und 1 W/kg (ganzer Kopf). Die PET-Untersuchungen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede im zerebralen Blutfluss zwischen den Expositionsbedingungen. Auch für die VOIs im Bereich des linken und rechten Schläfenlappens wurden keine signifikanten Veränderungen beobachtet. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Exposition und der Reaktionszeit oder der Korrektheit der Antworten. Die Temperatur des Kopfes insgesamt stieg während der Testung an. Dieser Anstieg war unabhängig von der Lokalisation des aktiven Telefons. Zusätzlich kam es bei linksseitiger Exposition zu einem signifikanten Temperaturanstieg im linken Gehörgang (Mittelwert: 0.04 ± 0.01 Grad, $p < 0.0005$), bei rechtsseitiger Exposition zu einem Anstieg im rechten Gehörgang (0.02 ± 0.01 Grad, $p = 0.037$). Bei Scheinexposition wurde kein Temperaturanstieg beobachtet. Für den linken Gehörgang bestand eine signifikante Interaktion zwischen den Einflussfaktoren Exposition und Zeit, die auf einen Temperaturanstieg um 0.06 ± 0.01 Grad als Funktion der Zeit während der linksseitigen Exposition hinwies.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein signifikanter Einfluss der GSM-Mobiltelefonexposition auf die Gehirndurchblutung beobachtet wurde. Es bestand kein Zusammenhang zwischen der Exposition und der kognitiven Leistung. Die Autoren weisen darauf hin, dass der beobachtete Temperaturanstieg in den Gehörgängen weniger als 0.06 Grad betrug. Sie empfehlen eine Überprüfung der Resultate mit längeren Expositionszeiten und grösseren Kollektiven.

Bemerkungen: Frühere Studien mit PET-Untersuchungen: Huber et al. 2002 u. 2005, Haarala et al. 2003, Aalto et al. 2006 und Volkow et al. 2011. In diesen Studien wurden Effekte der Mobiltelefonexposition auf den zerebralen Blutfluss in verschiedenen Gehirnregionen beobachtet. Wie die Autoren ebenfalls diskutieren, war die Expositionsdauer in der vorliegenden Studie mit 3 x 15 Minuten pro Telefonlokalisierung kürzer als in den früheren Studien. Wegen der kürzeren expositionsfreien Intervalle sind auch Carry-over-Effekte nicht auszuschliessen.

Finanzierung: Finnish National Technology Agency (Tekes)

Dode AC, Leao MM, Tejo Fde A, Gomes AC, Dode DC, Dode MC, Moreira CW, Condessa VA, Albinatti C, Caiaffa WT.

Mortality by neoplasia and cellular telephone base stations in the Belo Horizonte municipality, Minas Gerais state, Brazil.

Sci Total Environ 2011; 19 (409): 3649-3665

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Ökologische Studie zur Sterblichkeit an Tumorerkrankungen bei Anwohnern in der Umgebung einer Mobilfunkbasisstation in der brasilianischen Stadt "Belo Horizonte".

Kollektiv: Die Stadt liegt im Südosten Brasiliens und hat ca. 2.3 Millionen Einwohner. Analysiert wurden die Todesfälle bei Erwachsenen und Kindern (0 bis 99 Jahre).

Exposition: Die Mobilfunkbasisstationen wurden im entsprechenden Register identifiziert und geokodiert. Im Jahr 2003 waren in der ganzen Stadt ca. 474 Basisstationen vorhanden, im Jahr 2006 gab es 856 Basisstationen. Für die Auswertungen wurde die kürzeste Entfernung von der Wohnadresse bis zur nächsten Basisstation berechnet. Seit 2008 existiert zusätzlich ein Monitoringsystem zur Messung der Hochfrequenzexposition.

Methode: Die Auswertungen basierten auf drei Datenbanken: 1) Sterberegister der städtischen Gesundheitsbehörde, 2) Register für Mobilfunkbasisstationen der brasilianischen Agentur für Telekommunikation (ANATEL), 3) Bevölkerungsregister des nationalen Instituts für Geographie und Statistik. Diese Daten wurden gemäss der jeweiligen Parzelle ("census tract") geokodiert. Zunächst wurden alle Todesfälle durch Tumorerkrankungen in Belo Horizonte zwischen 1996 und 2006 erfasst. Daraus wurden Sterbefälle mit Tumordiagnosen (Codierung nach ICD-10) ausgewählt, die in früheren Studien im Zusammenhang mit EMF untersucht worden waren. Diese Todesfälle wurden zu 10 Umkreisen mit Radien von 100 bis 1000 m um eine Basisstation herum zugeordnet. Dafür wurde jeweils nur die erste lizenzierte Basisstation des Mobilfunknetzes verwendet, der der Anwohner möglicherweise exponiert war. Für diese Basisstation wurde die kürzeste Entfernung zur Wohnadresse berechnet. Die Expositionsdauer wurde anhand der Jahre zwischen der Erstinstallation der Basisstation und dem Sterbedatum abgeschätzt. Um die Mortalitätsraten für die einzelnen

Radien zu berechnen, wurde die Anzahl der Todesfälle durch die Bevölkerung unter Risiko geteilt. Ab dem zweiten Umkreis (bis 200 m) wurden die Todesfälle und die Bewohnerzahlen jeweils zur entsprechenden Anzahl in den vorhergehenden Kreisen dazugezählt.

Resultat: Im Beobachtungszeitraum von 1996 bis 2006 wurden in Belo Horizonte 22'493 Todesfälle aufgrund von Tumorerkrankungen registriert. Für Tumordiagnosen, die bereits früher im Zusammenhang mit EMF untersucht worden waren, lagen 12'094 Todesfälle vor. Eine Zuordnung zu einer bestimmten Mobilfunkbasisstation gemäss der ersten Lizenzierung erfolgte für 7'191 Fälle. Die häufigsten Todesursachen waren bösartige Tumoren der Lunge und der Bronchien (19.55%), gefolgt von Magenkarzinomen (14.05%), Prostatakrebs (12.57%) und Brustkrebs (11.53%). Im Umkreis von 100 m um eine Basisstation herum ereigneten sich 3'569 Todesfälle (49.63%), zwischen 0 und 200 m waren 1'408 Todesfälle zu verzeichnen. Im Umkreis bis 300 m wurden 973 Todesfälle registriert, bis 400 m waren es 482 Fälle. Im Abstand bis 500 m wurden 292 Todesfälle gezählt. Aus diesen Zahlen und den weiteren bis zum Abstand von 1000 m ergab sich für den kleinsten Umkreis (bis 100 m) eine Sterberate von 43.4 Personen pro 10'000 Einwohner. In der Gesamtbevölkerung lag die Sterberate bei 32.1 Personen pro 10'000 Einwohner. Daraus errechnete sich ein relatives Risiko von 1.35. Im zweiten Umkreis (0 bis 200 m) lag die Sterberate bei 40.2 Personen pro 10'000 Einwohner und das relative Risiko bei 1.25. Mit zunehmendem Radius des Umkreises um eine Basisstation nahm die Sterberate weiter ab. Die meisten Sterbefälle lagen für den Zeitraum von ein bis zwei Jahren nach Installation der Basisstation vor (n=1929). Mit zunehmender Expositionsdauer nahmen die Todesfälle ab (z.B. 259 nach 7 bis 8 Jahren). Die Hochfrequenzmessungen ergaben für das südliche Zentrum der Stadt mit der höchsten Basisstationsdichte Werte zwischen 0.4 und 12.4 V/m und einen Mittelwert von 7.32 V/m.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf eine räumliche Korrelation zwischen der Distanz zur nächsten Mobilfunkbasisstation und der Tumorstorblichkeit. Sie empfehlen, diese Resultate in Studien mit individuellen Daten zur tatsächlichen Exposition und Risikofaktoren für Tumorerkrankungen zu überprüfen und bis dahin die Hochfrequenzbelastung vorsorglich zu reduzieren.

Bemerkungen: Die Aussagekraft dieser Studie wird dadurch eingeschränkt, dass keine Informationen über die tatsächliche Hochfrequenzbelastung der einzelnen Personen vorlagen. Die Entfernung von einer Basisstation sagt wenig über die Exposition der Anwohner in der Umgebung aus, weil die Ausbreitung der hochfrequenten Felder sehr inhomogen ist und von vielen Faktoren beeinflusst wird. Zudem wurde nicht berücksichtigt, wie lange die Personen vor ihrer Erkrankung an der entsprechenden Adresse gewohnt hatten. Risikofaktoren für Tumorerkrankungen wie Rauchen, berufliche Expositionen oder Vererbung wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Auch hinsichtlich der Datenauswertung bleiben einige Fragen offen:

Bei der Berechnung der Sterblichkeitsraten wurde die Altersstruktur in der zugrundeliegenden Bevölkerung nicht beachtet, und es ist unklar, warum die Todesfälle in den Kreisen um die Basisstation herum aufsummiert wurden. Wenn man die Umkreise getrennt auswertet (0 bis 100 m, 100 bis 200 m usw.), ergibt sich keine lineare Abnahme der Sterberaten mit zunehmender Entfernung von einer Basisstation. Ebenfalls unklar ist, wie die Anzahl der Einwohner in den verschiedenen Umkreisen abgeschätzt wurde. Diese Anzahl diene als Nenner für die Berechnung der kumulativen Sterberaten. Auffallend ist, dass die geschätzte Bevölkerungsdichte in der Nähe von Basisstationen (< 200 m) wesentlich höher war als in Regionen mit grösseren Entfernungen. Dies spricht für Unterschiede in der Siedlungsstruktur und könnte auf einen niedrigeren Sozialstatus der Bevölkerung in den dicht besiedelten Gebieten mit zahlreichen Basisstationen hinweisen. Gesellschaftsschichten mit niedrigerem Sozialstatus haben bekanntermassen ein erhöhtes Krebsrisiko durch Lebensstilfaktoren (z.B. Rauchen,

Alkoholkonsum) und eine schlechtere Gesundheitsversorgung.

Ausserdem wurden in der Studie alle Altersgruppen (0 bis 99 Jahre) und Tumorarten gemeinsam ausgewertet. Das ist nicht sinnvoll, weil die Häufigkeit von Krebserkrankungen stark altersabhängig ist. Zudem ist für einige Tumorarten ein Zusammenhang mit der Exposition durch Basisstationen sehr unwahrscheinlich. Das gilt zum Beispiel für Lungenkrebs, der in der Studie die meisten Todesfälle verursachte (n=1405) und in über 90% der Erkrankungen durch Rauchen verursacht wird.

Finanzierung: Keine Angaben

Swerdlow AJ, Feychting M, Green AC, Kheifets L, Savitz DA.

Mobile Phones, Brain Tumours and the Interphone Study: Where Are We Now?.

Environ Health Perspect 2011 ; 119 (11): 1534-1538

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kaufman DW, Anderson TE, Issaragrisil S.
Risk factors for leukemia in Thailand.
Ann Hematol 2009; 11 (88): 1079-1088

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Stromleitungen

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Wirkungsdauer:

Langzeit

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Land:

Nichteuropäische
Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Maslanyj MP, Mee TJ, Renew DC, Simpson J, Ansell P, Allen SG, Roman E.

Investigation of the sources of residential power frequency magnetic field exposure in the UK Childhood Cancer Study.

J Radiol Prot 2007; 1 (27): 41-58

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Maslanyj M, Simpson J, Roman E, Schüz J.

Power frequency magnetic fields and risk of childhood leukaemia: misclassification of exposure from the use of the 'distance from power line' exposure surrogate.

Bioelectromagnetics 2009; 3 (30): 183-188

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Schüz J.

Exposure to extremely low-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer: Update of the epidemiological evidence.

Prog Biophys Mol Biol 2011; 107 (3): 339-342

Stichwörter	Kollektiv: Kinder und Jugendliche	Zielgrösse: Tumoren: Leukämien, Lymphome
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht zum Stand der epidemiologischen Forschung bezüglich Zusammenhängen zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Krebsrisiko von Kindern.

Kollektiv: Diverse Kollektive von Fall-Kontrollstudien zur Leukämie, Hirntumoren und anderen Krebserkrankungen bei Kindern.

Exposition: Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern im Haus, überwiegend mit Frequenzen von 50 Hz. Die Magnetfelder stammen von Hochspannungsleitungen, Erdkabeln oder dem Hausstromnetz.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Die Resultate der Studien bis zum Jahr 2000 wurden in 2 Metaanalysen zusammengefasst (Ahlbom et al. 2000, Greenland et al. 2000). Sie ergaben eine Verdopplung des Leukämierisikos bei Kindern mit häuslichen Magnetfelddbelastungen über 0.3 bis 0.4 μ T. Es bestanden Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Das grösste methodische Problem dieser Studien waren die niedrigen Teilnahmeraten, die zu einer Überschätzung des Zusammenhangs durch Auswahlfehler (Selektionsbias) geführt haben könnten. Nach diesen Metaanalysen sind 6 weitere Studien aus verschiedenen Ländern erschienen. Die Resultate wurden ebenfalls kombiniert und gemeinsam ausgewertet (Kheifets et al., Br J Cancer, 2010). Die Metaanalyse ergab ähnliche Odds Ratios wie die früheren Studien und zeigte auch Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Wenn man die unterschiedlichen Bedingungen, Zeiträume und Stromversorgungssysteme in den verschiedenen Studien berücksichtigt, stimmen die Ergebnisse überraschend gut überein. Als Erklärung dafür kommen neben einem ursächlichen Zusammenhang noch gemeinsame systematische Fehler wie Bias oder Confounding in Frage. Ein möglicher Störfaktor sind Kontaktströme, denen Kinder zum Beispiel in Badewannen mit Wasserleitungen aus Metall

ausgesetzt sein könnten. Diese Hypothese liess sich in einer aktuellen Studie allerdings nicht bestätigen (Does et al. 2011). Noch ungeklärt ist die Frage, ob leukämiekranken Kinder eine schlechtere Prognose haben, wenn sie in Häusern mit höherer Magnetfeldbelastung wohnen. Dies wird zur Zeit in einer gemeinsamen Auswertung der Daten von ungefähr 3000 Kindern aus sechs Ländern untersucht. In Bezug auf das Hirntumorrisiko von Kindern liegen ebenfalls zwei kombinierte Analysen der bisherigen Studien vor. Die gemeinsame Auswertung der publizierten Resultate ergab für Kinder mit Expositionen über 0.4 μT eine erhöhte, statistisch nicht signifikante Odds Ratio von 1.68 (95%-CI: 0.83-3.43) (Mezei et al., 2008). Die Kombination und Neuauswertung der Primärdaten von 10 Studien resultierte in niedrigeren Risikoschätzern zwischen 1.14 und 1.16 (Kheifets et al., Am J Epi, 2010).

Schlussfolgerung: Der Autor hält abschliessend fest, dass zusätzlich zu der gepoolten Auswertung epidemiologischer Studien zur Krankheitsprognose zur Zeit auch experimentelle Studien zum Wirkungsmechanismus anlaufen (ARIMMORA-Projekt der Europäischen Union). Er weist darauf hin, dass bei einem Kausalzusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und Kinderleukämie ungefähr 1% der Fälle in Europa und 3% der Fälle in Nordamerika auf diese Exposition zurückzuführen wären. In Deutschland ergäbe diese Schätzung zum Beispiel 6 zusätzliche Fälle pro Jahr wegen Magnetfeldbelastungen. Für die meisten der insgesamt ca. 600 Leukämiefälle pro Jahr sind die Ursachen bedauerlicherweise unbekannt.

Finanzierung: Keine Angaben

Ziegelberger G, Dehos A, Grosche B, Hornhardt S, Jung T, Weiss W.
Childhood leukemia - Risk factors and the need for an interdisciplinary research agenda.
Prog Biophys Mol Biol 2011; 107 (3): 312-314

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone
Schnurlostelefone
Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht und Empfehlungen zur Erforschung des Zusammenhangs zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Leukämierisiko von Kindern.

Kollektiv: Diverse Studienkollektive.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder und andere Umweltbelastungen.

Methode: Übersichtsartikel.

Resultat: Als erster Schritt bei der Entstehung der akuten lymphatischen Leukämie (ALL) treten durch fehlerhaft reparierte DNA-Doppelstrangbrüche Chromosomenaberrationen auf. Zusätzlich ist von genetischen oder epigenetischen Ereignissen durch Einwirkung verschiedener Risikofaktoren auszugehen. Spezifische Umweltfaktoren waren bisher noch nicht zu identifizieren. Es wurden Genvarianten entdeckt, die das Erkrankungsrisiko beeinflussen könnten. Ebenfalls untersucht werden Interaktionen zwischen diesen Genvarianten und anderen Genen oder Umwelteinflüssen. In industrialisierten Ländern steigt die Inzidenz der ALL im Kindesalter kontinuierlich an. Die bisher evaluierten genetischen oder umweltbedingten Risikofaktoren erklären höchstens 10% der beobachteten Erkrankungen. Als Risikofaktoren etabliert sind hohes Geburtsgewicht und männliches Geschlecht. Hinsichtlich exogener Einflussfaktoren werden am häufigsten Infektionen respektive die Aktivierung des Immunsystems diskutiert. Von den Umweltbelastungen gilt nur die ionisierende Strahlung als nachgewiesener Risikofaktor. Ein Zusammenhang mit der häuslichen Magnetfeldbelastung wurde wiederholt beobachtet, ein biologischer Wirkungsmechanismus ist aber nicht bekannt.

Schlussfolgerung: Als Prioritäten für die Forschung definieren die Autoren: 1) Untersuchung der Häufigkeit

präleukämischer Klone bei Neugeborenen und Vergleich mit Prävalenzen in Ländern mit unterschiedlichen Leukämie-Erkrankungsraten. 2) Gensequenzierung, um Unterschiede und Mutationen z.B. zwischen Tumorzellen und gesunden Zellen zu identifizieren ("Deep Sequencing"). 3) Untersuchung der Rolle blutbildender Stammzellen: Gibt es leukämiespezifische Aberrationen?. 4) Entwicklung eines Tiermodells mit kontrollierter genetischer Variabilität zur Simulierung des gesamten Krankheitsprozesses (Initiation, Progression, Entwicklung, Therapieantwort, Heilung oder Rückfall). Die Autoren betonen, dass die Ursachen der Kinderleukämie nur durch interdisziplinäre Forschung evaluiert werden können. Daher hat das deutsche Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) mehrere Pilotprojekte initiiert, unter anderem Pilotstudien für eine Geburtskohorte, für den Vergleich der Inzidenzen und für die Gensequenzierung von Kindern mit ALL. Die Hauptstudien sollen 2013 beginnen.

Finanzierung: Keine Angaben

Auger N, Park AL, Yacouba S, Goneau M, Zayed J.

Stillbirth and residential proximity to extremely low frequency power transmission lines: a retrospective cohort study.

Occup Environ Med 2012; 69 (2): 147-149

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Zusammenhängen zwischen dem Risiko einer Totgeburt und der Magnetfeldbelastung schwangerer Frauen in der Wohnung.

Kollektiv: Es lagen Daten von 514'826 Kindern und 2033 Totgeburten vor, die zwischen 1998 und 2007 in Québec registriert worden waren (keine Mehrlingsgeburten).

Exposition: Als Surrogatmarker für die Magnetfeldbelastung diente die Entfernung zwischen der Wohnung und der nächsten Freileitung. Die Koordinaten der Stromleitungen für das Jahr 2008 stammten von der kanadischen Agentur für Public Health. Für 89'473 Postleitzahlen wurden die geographischen Koordinaten der nächstgelegenen Stromleitung ermittelt. Berechnet wurde die Luftlinie zwischen dem Mittelpunkt der Postleitzahlregion und der nächsten Freileitung (Kategorien: <25 m, 25 bis 49.9 m, 50 bis 74.9 m, 75 bis 99.9 m, >= 100 m).

Methode: Kohortenstudie anhand von Registerdaten. Als Totgeburt definiert wurden Föten über 500 g, die in der Gebärmutter verstorben waren. Identifiziert wurden Totgeburten aufgrund von angeborenen oder chromosomalen Fehlbildungen. Ausserdem wurde das Gestationsalter registriert (<28. Woche, 28.-36. Woche und >37. Woche). Als zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt wurden: Alter, Ausbildung und Zivilstand der Mutter, Sprache, Migrationshintergrund, frühere Schwangerschaften, Zeitperiode und Sozialstatus des Stadtviertels. Die statistische Auswertung erfolgte mittels "generalised estimating equations" unter Berücksichtigung der Zugehörigkeit mehrerer Familien zum gleichen Stadtviertel.

Resultat: Weniger als 100 m von der nächsten Stromleitung entfernt wohnten 3.5% der Frauen mit einer Totgeburt (n=72). Die Auswertungen ergaben für Schwangere in Entfernungen unter 25 m im Vergleich zum Abstand über 100 m ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Risiko für eine Totgeburt, die Odds Ratio lag bei 1.44 (95%-CI: 0.87-2.38). Es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung. Für die Kategorie von 25 bis 49.9 m lag die Odds Ratio bei 1.13 (95%-CI: 0.73-1.73). Zwischen 50 und 74.9 m lag sie bei 0.81 (95%-CI: 0.52-1.28) und von 75 bis 99.9 m bei 0.9 (95%-CI: 0.56-1.46). Dies galt auch, wenn die Anwohner mit Distanzen über 400 m als Referenzgruppe verwendet wurden. Eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio ergab sich nur für die Subgruppe der Totgeburten nach der 37. Schwangerschaftswoche. Bezogen auf diese Subgruppe lag die Odds Ratio für die Kategorie <25 m bei 2.25 (95%-CI: 1.14-4.45). Eine Dosis-Wirkungsbeziehung bestand ebenfalls nicht.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten keine Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Nähe zu Freileitungen und dem Risiko von Totgeburten. Das Risiko einer Totgeburt um den errechneten Geburtstermin herum war bei Distanzen unter 25 m erhöht, aber es bestand keine lineare Zunahme des Risikos mit abnehmender Entfernung. Die Autoren empfehlen weitere Studien mit verbesserter Expositionserfassung.

Bemerkungen: Aus der Publikation geht nicht hervor, aus welchem Register die Daten zu den Lebend- und Totgeburten stammten. Zudem ist fraglich, wie viel die Distanz von einer Freileitung über die genaue Magnetfeldbelastung im jeweiligen Haus aussagt. Es lagen weder Messungen noch technische Daten der Stromleitungen (z.B. Höhe, Auslastung) vor und die Angaben bezogen sich offenbar auf das Jahr 2008. Auch über andere Magnetfeldquellen zu Hause oder am Arbeitsplatz war nichts bekannt. Die wenig detaillierte Expositionserfassung könnte zu einer Unterschätzung der Assoziation geführt haben. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden konnte, wie lange die Mütter vor der Schwangerschaft in den Häusern gewohnt hatten und welche anderen Risikofaktoren vorlagen (z.B. Rauchen). Eine weitere Studie der Autorengruppe zu einer ähnlichen Fragestellung ist: Auger et al., The relationship between residential proximity to extremely low frequency power transmission lines and adverse birth outcomes. J Epidemiol Community Health 2011; 65 (1): 83-85. Darin zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und Schwangerschaftskomplikationen.

Finanzierung: Canadian Institutes for Health Research.

Li DK, Chen H, Odouli R.

Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring.

Arch Pediatr Adolesc Med 2011; 10 (165): 945-950

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Kinder und Jugendliche Schwangere Frauen	Lungenerkrankungen Physiologische oder biochemische Parameter Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt Schwangerschaft: Pränatale Entwicklung, Frühgeburt
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Nicht bestimmt	Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Frauen in der Schwangerschaft zur Untersuchung, ob die Magnetfeldbelastung mit einem erhöhten Risiko für Asthma bei den Kindern verbunden ist. Die Ergebnisse der Kohortenstudie zum Risiko von Fehlgeburten sind publiziert in: Li et al., A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. Epidemiology 2002: 13 (1), 9-20.

Kollektiv: Die Teilnehmerinnen wurden unter den Mitgliedern der "Kaiser Permanente Northern California" (KPNC) in San Francisco zwischen 1996 und 1998 rekrutiert. Zu Beginn der Studie befanden sie sich in der 5. bis 13. Schwangerschaftswoche. Sie waren für die zugrundeliegende Bevölkerung repräsentativ.

Exposition: Alle Teilnehmerinnen trugen im ersten oder zweiten Trimester der Schwangerschaft während 24 Std. einen EMDEX-II-Monitor, der alle 10 Sekunden die Magnetfeldbelastungen im Bereich von 40 bis 800 Hz aufzeichnete. Als Expositionsmass diente der Medianwert der Messungen. In einer kontinuierlichen Analyse wurde die Dosis-Wirkungsbeziehung evaluiert. Die kategorielle Analyse basierte auf 3 Belastungskategorien, niedrig: $\leq 0.03 \mu\text{T}$ ($\leq 10\%$ -Perzentil), mittel: $0.03 \text{ bis } 0.2 \mu\text{T}$ (10. bis 90. Perzentil) und hoch: $>0.2 \mu\text{T}$ ($>90\%$ -Perzentil).

Methode: In persönlichen Interviews wurden die Frauen zu möglichen Risikofaktoren befragt. Nach der Geburt des Kindes wurde die Beobachtung entweder bis zur klinischen Diagnose einer Asthmaerkrankung (2x innerhalb eines Jahres bestätigt), bis zum Austritt aus dem KPNC-System oder bis zum 31. August 2010 fortgesetzt. Kinder mit einem Verdacht auf Asthma dienten als separate Kontrollgruppe. Viele soziodemographische sowie prä- und postnatale Einflussfaktoren wurden getestet. Das endgültige statistische Modell berücksichtigte das Alter und das Bildungsniveau der Mutter sowie die ethnische Zugehörigkeit, eigene Asthmaerkrankungen und Rauchen in der

Schwangerschaft. Statistische Methode: Cox proportional Hazard-Regressionsmodelle im Rahmen einer Überlebensanalyse.

Resultat: Vollständige Daten lagen für 626 Mutter-Kind-Paare vor. Ursprünglich waren 1063 Frauen rekrutiert worden, von denen 829 ein lebendes Kind bekamen. Während der 13-jährigen Studiendauer wurde bei 130 Kindern (20.8%) eine Asthmaerkrankung diagnostiziert, davon bei über 80% bis zum Alter von 5 Jahren. Die adjustierte Regressionsanalyse ergab einen statistisch signifikanten Anstieg des Asthmarisikos bei höherer Magnetfeldbelastung während der Schwangerschaft: bei einer Zunahme um $0.1 \mu\text{T}$ ($=1 \text{ mG}$) stieg die Erkrankungsrate um 15% an, das relative Risiko betrug 1.15 (95%-CI: 1.04-1.27). Der Vergleich zwischen den Belastungskategorien ergab in der mittleren und in der oberen Kategorie ein erhöhtes Asthmarisiko (mittlere Kategorie: 1.74, 95%-CI: 0.93-3.25, obere Kategorie: 3.52, 95%-CI: 1.68-7.35). Für Kinder mit unbestätigtem Verdacht auf Asthma war das Bild ähnlich. Separate Auswertungen für Kinder, deren Mütter bereits an Asthma litten, und für erstgeborene Kinder zeigten einen noch deutlicheren Zusammenhang mit der Magnetfeldbelastung. Das spricht für eine synergistische Interaktion zwischen der pränatalen Magnetfeldbelastung und den beiden bekannten Risikofaktoren für Asthma.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in dieser Kohortenstudie ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung der Mutter während der Schwangerschaft und dem Asthmarisiko der Kinder beobachtet wurde. Es bestand eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Sie weisen darauf hin, dass zu dieser Fragestellung bisher noch keine Studien vorliegen und eine Überprüfung nötig ist.

Bemerkungen: Die Studie hat einige methodische Stärken, unter anderem das prospektive Kohortendesign, die Berücksichtigung zahlreicher Einflussfaktoren, die klinisch bestätigte Asthmadignose und die individuelle Messung der Magnetfeldbelastung über 24 Stunden. Die Messungen deckten zwar nicht die ganze Schwangerschaft ab, aber die Ergebnisse weisen auf einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung und dem Asthmarisiko hin. Die Erkrankungsraten in den drei Belastungskategorien unterscheiden sich stark und liegen in der mittleren und oberen Kategorie mit 30 resp. 43% erstaunlich hoch. In der Referenzgruppe liegt die Inzidenz bei 16%, in der Gesamtbevölkerung der Kinder unter 18 Jahren in den USA gemäss Angaben der Autoren bei 13%. Andere Erklärungsansätze für diese Unterschiede werden nicht diskutiert. Als Confounder kommen am ehesten Faktoren in Frage, die mit einem niedrigen Sozialstatus korreliert sind, weil in anderen Studien die Magnetfeldbelastung von Personen mit niedrigem Sozialstatus höher war als bei besser situierten Personen (evtl. Gründe: Wohnen in Wohnblocks mit schlechterer Bauweise und geringerer Entfernung zu Hochspannungsleitungen). Wenn in dieser Bevölkerungsgruppe z.B. auch die Väter mehr rauchten, könnte dies einen Zusammenhang mit der Magnetfeldbelastung vortäuschen. In einem Editorial zu dieser Publikation in der selben Ausgabe weisen die Kommentatoren darauf hin, dass zu einigen Risikofaktoren für Asthma keine Daten vorlagen (Arch Pediatr Adolesc Med. 2011;165(10):959-961). Dazu gehören Allergene (Pollen, Hautschuppen von Haustieren oder Kakerlaken, Schimmelpilz), Chemikalien, Stress, Ernährung, Sozialkontakte und Luftverschmutzung. Sie halten die Erforschung von Zusammenhängen mit Erkrankungen des Immunsystems für angezeigt. Zudem diskutieren sie einen gemeinsamen Mechanismus mit dem Leukämierisiko, weil eine inverse Beziehung zwischen allergischen Erkrankungen und Leukämie bekannt ist.

Finanzierung: Supported in part by a grant from the California Public Health Foundation.

Frei P, Poulsen AH, Johansen C, Olsen JH, Steding-Jessen M, Schüz J.
Use of mobile phones and risk of brain tumours: update of Danish cohort study.
BMJ 2011; 343: d6387

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Tumoren: Hirntumoren
	Mobiltelefonbenutzer	Zentralnervensystem
	Patienten-, Registerdaten	
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Zweites Follow-up der landesweiten dänischen Kohortenstudie zur Untersuchung des Hirntumorrisikos bei Mobiltelefonbenutzern. Frühere Publikationen: Johansen et al., Cellular telephones and cancer - A nationwide cohort study in Denmark (J Natl Cancer Inst 2001;93(3):203-207) und Schüz et al., Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort (J Natl Cancer Inst 2006;98(23):1707-1713). Die aktuelle Auswertung basiert auf Daten bis 2007 und beinhaltet damit eine grössere Anzahl von Langzeitbenutzern als die früheren Auswertungen. Ausserdem lagen Informationen über die genaue Lokalisation der Tumoren im Gehirn vor, und es waren individuelle Angaben zum Sozialstatus der Teilnehmer erhältlich.

Kollektiv: Aufgenommen wurden alle Privatpersonen über 18 Jahren, die zwischen 1982 und 1995 in Dänemark als Mobiltelefonbenutzer bei einem Anbieter registriert waren und deren Adresse identifiziert werden konnte. Firmenverträge wurden nicht berücksichtigt. Von insgesamt 723'421 Abonnements im Untersuchungszeitraum waren 200'507 Firmenverträge. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Personen mit unvollständigen oder fehlerhaften Adressangaben oder anderen Ausschlussgründen. Die Abonnentendaten wurden mit den Daten einer landesweiten Studie verlinkt, um individuelle Angaben zum Sozialstatus zu erhalten. Zudem erfolgte die Verbindung mit dem nationalen Krebsregister. Da handgehaltene Mobiltelefone in Dänemark erst ab 1987 erhältlich waren, wurden für die Analyse des Hirntumorrisikos nur Verträge ab 1. Januar 1987 berücksichtigt. Für diese Auswertung standen Daten von 358'403 Mobiltelefonbenutzern zur Verfügung.

Exposition: Registrierung als Mobiltelefonabonnent mit einer Vertragsdauer von mindestens einem Jahr. Im ersten Jahr des Vertrags wurden die Inhaber noch als nicht exponiert klassifiziert.

Methode: Um individuelle Informationen zum Sozialstatus der Teilnehmer zu erhalten, wurden die Daten der

Mobiltelefonbenutzer mit einer landesweiten, dänischen Kohortenstudie zum Zusammenhang zwischen sozialer Ungleichheit und Krebs verlinkt. Die CANULI-Studie umfasste alle Dänen im Alter von mindestens 30 Jahren, die nach 1925 in Dänemark geboren waren (ca. 3.2 Millionen Personen). Aus dieser Studie stammten Angaben zum höchsten erreichten Schulabschluss, zum Einkommen und zum Zivilstand. Anhand der persönlichen Identifizierungsnummer wurden aus dem dänischen Bevölkerungsregister Informationen zum Geburtsdatum, Geschlecht und Emigrations- oder Sterbedatum ermittelt. Die Anzahl der Krebserkrankungen in der Gesamtkohorte stammten aus dem dänischen Krebsregister und umfassten den Zeitraum von 1990 bis 2007. Als nicht exponierte Vergleichsgruppe dienten alle Einwohner Dänemarks ohne Mobiltelefonvertrag oder mit einer Vertragsdauer von weniger als einem Jahr. In der statistischen Auswertung wurde das Verhältnis der Inzidenzraten bei Exponierten und Nichtexponierten mittels loglinearer Poisson-Regression berechnet. Zusätzlich erfolgten Analysen in 3 Kategorien gemäss Vertragsdauer (1 bis 4, 5 bis 9 oder mindestens 10 Jahre seit dem ersten Vertrag). Alle Auswertungen waren nach Geschlecht getrennt und berücksichtigten den Einfluss des Alters, der Zeitperiode (1990-1995, 1996-2002 und 2003-2007) sowie des Bildungsniveaus und des Einkommens.

Resultat: Im Zeitraum von 1990 bis 2007 ergaben sich für die 358'403 Personen mit Mobiltelefonvertrag 3.8 Millionen Personen-Jahre. Den grössten Anteil daran hatten die männlichen Studienteilnehmer (3.2 Millionen). Bei 122'302 Männern und 133'713 Frauen trat in diesem Zeitraum eine Krebserkrankung auf. Dabei handelte es sich bei 5111 Männern und 5618 Frauen um einen Gehirntumor. Das Risiko für eine Krebserkrankung insgesamt war bei Mobiltelefonbenutzern nicht höher als bei Nichtbenutzern. Bei Männern mit Mobiltelefonvertrag war es sogar leicht vermindert (Inzidenz-Verhältnis: 0.96, 95%-CI: 0.95-0.98), bei exponierten Frauen betrug es 1.02 (95%-CI: 0.98-1.06). Das Hirntumor-Risiko war bei Mobiltelefonbenutzern ebenfalls nicht höher als bei Nichtbenutzern (Inzidenz-Verhältnis für Männer: 1.02 (95%-CI: 0.94-1.1), für Frauen: 1.02 (95%-CI: 0.86-1.22)). Für Benutzer mit einer Vertragsdauer über 13 Jahre ergaben sich Inzidenz-Verhältnisse von 1.03 (95%-CI: 0.83-1.27) für Männer und 0.91 (95%-CI: 0.41-2.04) für Frauen. Bezogen auf den Gliom-Tumortyp war das Erkrankungsrisiko bei exponierten Männern leicht erhöht, aber statistisch nicht signifikant (1.08, 95%-CI: 0.96-1.22). Am höchsten, aber ebenfalls nicht signifikant, war das Gliomrisiko in der Benutzerkategorie mit der kürzesten Vertragsdauer (1 bis 4 Jahre): 1.22 (95%-CI: 0.96-1.5). Es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung. Für Frauen war kein Zusammenhang mit dem Gliomrisiko zu beobachten, allerdings gab es nur wenige Teilnehmerinnen mit längerer Vertragsdauer. Das Meningeom-Risiko hing weder bei Männern noch bei Frauen mit der Dauer des Mobiltelefonabos zusammen. Das Risiko anderer, nicht näher spezifizierter Hirntumoren war in der exponierten Gruppe erhöht (Männer: 1.12 (95%-CI: 0.95-1.33), Frauen: 1.19 (95%-CI: 0.85-1.67)). Der Anstieg war ebenfalls statistisch nicht signifikant, und es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung. Auch in den Auswertungen zur genauen Tumorlokalisation ergaben sich keine Hinweise auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung. Das Risiko für einen Hirntumor im seitlich gelegenen Temporallappen des Gehirns war bei Männern statistisch nicht signifikant erhöht (1.13, 95%-CI: 0.86-1.48, n=65), der höchste Wert betraf wiederum die Kategorie mit der kürzesten Vertragsdauer (1.35, 95%-CI: 0.83-2.2, n=18).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in diesem zweiten Follow-up einer grossen Kohortenstudie insgesamt kein erhöhtes Risiko für Hirntumoren oder Krebserkrankungen allgemein bei Mobiltelefonbenutzern beobachtet wurde. Das galt auch für Personen, die seit mindestens 10 Jahren einen Mobiltelefonvertrag hatten. Auch das Gliomrisiko war nicht signifikant erhöht, und es wurde keine Zunahme bei längerer Vertragsdauer oder in den seitlich gelegenen Arealen des Gehirns beobachtet. Da ein geringer bis mässiggradiger Anstieg des Gliomrisikos nach Induktionszeiten von 10 bis 15 Jahren nicht ausgeschlossen

werden könne, empfehlen die Autoren weitere Studien mit grossen Teilnehmerzahlen.

Bemerkungen: Zu den Vorteilen von registerbasierten Studien gehört, dass keine aktive Beteiligung der Teilnehmer nötig ist. Dadurch lassen sich Verzerrungen durch Selektionsbias, Erinnerungsfehler und vorzeitigem Ausstieg aus der Studie vermeiden. Nachteile solcher Studien sind, wie die Autoren ebenfalls anmerken, das Fehlen von individuellen Expositionsangaben und die Gefahr der Fehlklassifizierung. Unter anderem lagen keine Angaben zur Intensität der Mobiltelefonbenutzung der einzelnen Teilnehmer vor, und es konnte nicht überprüft werden, ob das Telefon wirklich von derjenigen Person benutzt wurde, die den Vertrag mit dem Anbieter abgeschlossen hatte. Auch zur Verwendung von Schnurlostelefonen oder Freisprechanlagen waren keine Informationen vorhanden. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Mobiltelefonverträge auf Firmennamen, weil der/die Benutzer dann nicht identifiziert werden konnten. Zudem galten nur Personen als exponiert, die bereits zwischen 1987 und 1995 mit der Mobiltelefonbenutzung begonnen hatten, alle anderen wurden als Nichtbenutzer eingestuft. Diese nicht-differenzielle Fehlklassifizierung könnte zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Assoziation geführt haben. Ein wesentlicher Vorteil der Studie ist, dass individuelle Informationen zum Sozialstatus vorlagen. Dadurch liess sich auch der Einfluss des Rauchens auf den untersuchten Zusammenhang evaluieren. Die methodischen Stärken und Schwächen der Studie werden von den Autoren erwähnt und diskutiert. Ausserdem wurden einige Validierungsanalysen durchgeführt. Weitere Aspekte sind in einem Editorial und mehreren Online-Kommentaren resp. Leserbriefen diskutiert (Ahlbom A u. Feychting M, BMJ 2011;343:d6605, Kundi M, Evid Based Med 2011; doi:10.1136/ebmed-2011-100479 und <http://www.bmj.com/content/343/bmj.d6387?tab=responses#>).

Finanzierung: This study was funded by the Danish Strategic Research Council to cover costs for data linkage. PF received a fellowship for prospective researchers by the Swiss National Science Foundation for this project. AHP was supported by a stipend for PhD students from the Danish Graduate School in Public Health Science. All

Repacholi MH, Lerchl A, Rösli M, Sienkiewicz Z, Auvinen A, Breckenkamp J, d'Inzeo G, Elliott P, Frei P, Heinrich S, Lagroye I, Lahkola A, McCormick DL, Thomas S, Vecchia P.

Systematic review of wireless phone use and brain cancer and other head tumors.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (3): 187-206

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Tiere

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersichtsarbeit über wissenschaftliche Studien zur Frage, ob die Mobiltelefonbenutzung zum Auftreten von Tumoren im Kopfbereich führt. Evaluiert wurden Studien zum Zusammenhang mit Gliomen, Meningeomen, Akustikusneurinomen oder Speicheldrüsentumoren.

Kollektiv: Neben epidemiologischen Studien zur Mobiltelefonbenutzung enthält die Übersichtsarbeit auch Ergebnisse von Tierversuchen, in denen die Tumorfrequenz oder die Tumorpromotion bei mobiltelefonähnlichen Hochfrequenzbelastungen untersucht wurden. Zusätzlich wurden die Resultate von Zellstudien zu möglichen Wirkungsmechanismen herangezogen, um die biologische Plausibilität eines Kausalzusammenhangs zu beurteilen.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung (epidemiologische Studien) oder vergleichbare experimentelle Hochfrequenzexpositionen (Tierstudien). Als regelmässige Mobiltelefonbenutzer galten Personen, die seit mindestens 6 Monaten mindestens einmal pro Woche mit einem Handy telefonierten. Die Kontrollgruppe bildeten Personen, die nicht regelmässig oder überhaupt nicht mobiltelefonierten. Als Langzeitbenutzer galten Personen, die seit mindestens 10 Jahren regelmässig ein Handy benutzten. Die Daten der Tierstudien wurden drei Expositionskategorien zugeordnet: Scheinexposition, SAR <2.0 W/kg und SAR >2.0 W/kg. Dabei wurde die spezifische Absorptionsrate (SAR) im Kopf oder im Gehirn der Versuchstiere verwendet, soweit sie in der Publikation angegeben war.

Methode: Literatursuche, Studienauswahl und Datenextraktion folgten einem vorher festgelegten Protokoll. Berücksichtigt wurden Studien, die bis 13. November 2010 in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift mit Begutachtungsverfahren publiziert worden waren. Das Protokoll enthielt auch Kriterien zur Beurteilung der Studienqualität. Für die narrative Übersicht wurden die Studien aufgrund ihrer methodischen Qualität gewichtet.

Zusätzlich erfolgte die quantitative Auswertung der epidemiologischen Resultate in einer Metaanalyse und der Tierexperimente in einer gepoolten Analyse. Als Basis für die Metaanalyse diente die Übersichtsarbeit von Ahlbom et al. 2009 (Epidemiology;20(5):639-652), deren Ergebnisse mit den epidemiologischen Studien seit Januar 2009 kombiniert und neu ausgewertet wurden. Die Berechnung der kombinierten Risikoschätzer erfolgte ohne qualitätsabhängige Gewichtung, aber unter Berücksichtigung der Studiengrösse. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Zufallseffekt-Modellen für die Metaanalyse, zusätzlich wurden Heterogenitätstests durchgeführt.

Resultat: Die Literatursuche ergab zwei neue Fall-Kontrollstudien (Hardell et al. 2010, Interphone Study Group 2010), zwei reine Fallstudien (Sato et al. 2010, Hartikka et al. 2009) und sieben ökologische Studien seit 1. Januar 2009. Gemeinsam mit den Studien der früheren Übersichtsarbeit lagen für die Metaanalyse 8 Studien zum Gliomrisiko vor. Für Personen, die seit ein bis sechs Jahren regelmässig ein Mobiltelefon benutzten, war das Gliomrisiko nicht erhöht (Odds Ratio: 1.03, 95%-CI: 0.86-1.24), das gleiche galt für Personen, die irgendwann in ihrem Leben regelmässig ein Mobiltelefon benutzt hatten (OR: 1.07, 95%-CI: 0.89-1.29). Für Personen mit über zehnjähriger, regelmässiger Mobiltelefonbenutzung lagen 5 Studien vor, deren Ergebnisse gemeinsam ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Gliomrisiko von 1.40 (95%-CI: 0.84-2.31) ergaben. Die Resultate zum Meningeom zeigten für Personen mit weniger als sechs Jahren Handybenutzung (4 Studien) und für Jemalsbenutzer (6 Studien) keinen Risikoanstieg (OR: 0.82, 95%-CI: 0.72-0.94, resp. 0.93, 95%-CI: 0.77-1.12). Aus den beiden vorliegenden Studien zum Meningeomrisiko bei Langzeitbenutzern resultierte eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.25 (95%-CI: 0.51-3.10). Auch für das Akustikusneurinom bestand bei Kurzzeit- (8 Studien) oder Jemalsbenutzern (10 Studien) kein Risikoanstieg, die Odds Ratios lagen bei 0.99 (95%-CI: 0.70-1.41) resp. 1.05 (95%-CI: 0.77-1.42). Die vier Studien zur Langzeitbenutzung ergaben für das Akustikusneurinom eine statistisch nicht signifikant erhöhte Odds Ratio von 1.37 (95%-CI: 0.74-2.52). Das Risiko, an einem Tumor der Speicheldrüse zu erkranken, war für keine der drei Benutzergruppen erhöht (alle ORs unter 1). In sieben ökologischen Studien wurden die Tumorerkrankungsraten von verschiedenen Registern und Ländern analysiert. Ihre Ergebnisse wiesen insgesamt nicht auf Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Hirntumoren oder Akustikusneurinomen hin. Zur Benutzung von Schnurlostelefonen lagen Auswertungen der Interphone-Studie aus Deutschland (Schüz et al. 2006) und mehrere Studien von Hardell et al. vor. Sie ergaben insgesamt ein ähnliches Muster wie bei der Mobiltelefonbenutzung: Die meisten Studien der Hardell-Gruppe zeigten Zusammenhänge zwischen der Exposition und dem Tumorrisiko, während in anderen Studien keine Assoziation bestand. Die Gründe für diese Diskrepanz sind unklar. Seit Januar 2000 waren 45 Publikationen zu Tierstudien erschienen, darunter befanden sich 22 Originaldatenanalysen. Zehn Studien evaluierten gentoxische Effekte in Gehirnzellen durch mobiltelefonähnliche Hochfrequenzexpositionen, zum Beispiel DNA-Brüche oder Genmutationen. Acht dieser Studien wiesen methodische Mängel auf, einige von ihnen zeigten Expositionseffekte. Insgesamt ergab sich aus den Resultaten kein Beleg für gentoxische Wirkungen der Hochfrequenzstrahlung. Die übrigen 12 Tierstudien betrafen die Häufigkeit oder das Wachstum von Hirntumoren. Ihre Qualität wurde überwiegend als gut beurteilt, und sie wiesen nicht auf Expositionseffekte hin. Die gepoolte Auswertung dieser Resultate ergab keine Zunahme von spontanen oder chemisch induzierten Hirntumoren; bei SAR-Werten unter 2 W/kg war die gepoolte Odds Ratio für die Tumorpromotion statistisch signifikant vermindert. Eine signifikant erhöhte Odds Ratio bestand nur für das Auftreten von spontanen Hypophysentumoren, ebenfalls für Expositionen mit SAR-Werten unter 2 W/kg, und nur bei weiblichen Ratten oder Mäusen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Resultate der wichtigsten epidemiologischen Studien

zum Hirntumorrisiko bei Mobiltelefonbenutzern widersprüchlich sind, und dass nicht genügend Daten vorliegen, um das Risiko von Personen mit über zehnjähriger Benutzung oder bei Kindern zu beurteilen. Sie weisen darauf hin, dass die gepoolten Auswertungen der Tierexperimente und die Metaanalysen der epidemiologischen Studien keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonexposition und dem Risiko von Tumoren im Kopfbereich ergeben haben.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, ist die Qualität der Einzelstudien auch für die Qualität der Metaanalyse entscheidend. Die methodischen Schwächen der Originalstudien lassen sich in der Metaanalyse nicht korrigieren, lediglich die statistische Präzision der Risikoschätzer wird höher. Daher bestehen in der gemeinsamen Auswertung auch die Diskrepanzen zwischen den Resultaten der vorliegenden epidemiologischen Studien weiterhin. Die Beurteilung der Gesamtevidenz für oder gegen einen Expositionseffekt in Übersichtsarbeiten hängt entscheidend von der Gewichtung der einzelnen Studien ab. Diese Gewichtung basiert auf der methodischen Qualität der Studien und erfolgt nach bestimmten Beurteilungskriterien. Sie kann aber - je nach Prioritätensetzung - zwischen verschiedenen Beurteilern und Übersichtsarbeiten erheblich variieren. So lassen sich zum Beispiel die abweichenden Schlussfolgerungen der Übersichtsarbeit von Myung et al. 2009 erklären (J Clin Oncol;27(33):5565-72). Weitgehende Einigkeit besteht zumindest darin, dass sowohl zur langfristigen Mobiltelefonbenutzung (über 10 Jahre) als auch zu möglichen Tumorrisiken bei Kindern und Jugendlichen noch zu wenige Daten vorliegen.

Finanzierung: Other than the usual support provided to authors by their institutions, no additional funding was provided to conduct this review. Conflicts of interest: PE and AA are Principal Investigators (PI) of the international COSMOS Study, which is a prospective cohort study investigating the possible long-term health effects of wireless phone use. PE receives funding from the UK Mobile telecommunications and Health Research (MTHR) Programme (www.mthr.org.uk), an independent body set up to provide funding for research into the

Frei P, Mohler E, Braun-Fahrlander C, Fröhlich J, Neubauer G, Rösli M.

Cohort study on the effects of everyday life radio frequency electromagnetic field exposure on non-specific symptoms and tinnitus.

Environ Int 2012; 1 (38): 29-36

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie im Rahmen der QUALIFEX-Studie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Hochfrequenzbelastung im Alltag und der Häufigkeit von unspezifischen Beschwerden oder Tinnitus. Neben der Exposition zum Zeitpunkt der ersten Querschnitterhebung wurde auch die Veränderung der Exposition im Verlauf eines Jahres bis zum Follow-up ausgewertet. Die Resultate der Querschnittsstudie zu Schlafstörungen sind publiziert in: Mohler et al.: Effects of everyday radiofrequency electromagnetic-field exposure on sleep quality: a cross-sectional study. Radiat Res 2010; 174 (3), 347-356.

Kollektiv: Im Mai 2008 wurden aus den Einwohnerregistern der Stadt Basel und fünf umliegender Gemeinden 4000 Personen zwischen 30 und 60 Jahren zufällig ausgewählt und per Fragebogen kontaktiert. Ein Jahr später erhielten die Teilnehmer den selben Fragebogen erneut.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Sendeanlagen des Mobilfunks und des Rundfunks sowie durch die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Die Expositionsklassifizierung beruhte auf den Messwerten und dem Expositionsmodell der QUALIFEX-Studie (vgl. Frei et al.: A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. Sci Total Environ 2009; 408 (1): 102-108). Zur Abschätzung der Nahfeldexposition dienten folgende Parameter: 1) selbstberichtete Mobiltelefonbenutzung (Häufigkeit und Dauer pro Tag), 2) selbstberichtete Benutzung von Schnurlostelefonen (DECT-Telefone, Gesprächsdauer pro Tag) und 3) Daten über ein- und ausgehende Anrufe in den letzten 6 Monaten von den Netzbetreibern. Ebenfalls erfragt wurde die Einschätzung der Teilnehmer bezüglich ihrer Hochfrequenzbelastung im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung in der Schweiz.

Methode: Der Fragebogen betraf den Gesundheitszustand in den vorhergehenden 4 Monaten und wurde anhand

des "von Zerssen-Beschwerden-Scores" mit 24 Symptomen sowie einem Kopfschmerz-Fragebogen mit 6 Fragen (HIT-6) beurteilt. Zusätzlich gaben die Teilnehmer an, ob sie an Tinnitus (Ohrgeräuschen) litten. Ebenfalls erfragt wurden soziodemographische Charakteristika und ob sich die Teilnehmer selbst als elektrohypersensibel beurteilten. Die statistische Auswertung der kontinuierlichen Variablen erfolgte mittels linearer Regression. Das Tinnitusrisiko wurde in logistischen Regressionsmodellen analysiert. In der Kohortenanalyse wurde die Hochfrequenzexposition zum Zeitpunkt der Querschnittsstudie mit der Entwicklung der Symptome bis zur Follow-up-Untersuchung in Beziehung gesetzt. Dafür wurden 3 Expositionskategorien gebildet: unterhalb des Medians (Referenzgruppe), 50. bis 90. Perzentil und >90. Perzentil. Die Veränderungsanalyse betraf die Frage, ob eine Veränderung der Exposition während des einjährigen Beobachtungszeitraums auch mit einer Veränderung der Beschwerden einherging. Dabei wurden die 20% der Teilnehmer mit dem grössten Anstieg oder der grössten Abnahme der Exposition den 60% mit geringeren Veränderungen gegenübergestellt. Die Regressionsmodelle wurden für soziodemographische Charakteristika, Lebensstilfaktoren und Umgebungsbedingungen korrigiert.

Resultat: In der Querschnittserhebung lag die Teilnahmerate bei 37%, in der Follow-up-Untersuchung bei 82%. Der Mittelwert der Hochfrequenzexposition durch Fernfeldquellen lag bei 0.21 V/m (0.12 W/m²) zu Beginn der Studie und ein Jahr später bei 0.22 V/m (0.13 W/m²). Die durchschnittliche Belastung von Sendeanlagen betrug zu beiden Zeitpunkten 0.09 V/m (0.02 W/m²). Bei der ersten Erhebung benutzten die Teilnehmer im Durchschnitt 1.18 Stunden pro Woche ein Mobiltelefon, bei der zweiten Erhebung lag die mittlere wöchentliche Benutzungsdauer bei 1.13 Stunden. Mit einem Schnurlostelefon telefonierte sie im Durchschnitt 1.26 bzw. 1.28 Stunden pro Woche. Der Mittelwert des Beschwerde-Scores lag zu Beginn der Studie bei 12 (0 bis 57) und in der Follow-up-Untersuchung bei 13 (0 bis 66). Der Mittelwert der Kopfschmerz-Skala lag in beiden Erhebungen bei 46 (36 bis 78 resp. 36 bis 74). Über Tinnitus berichteten zu Beginn der Studie 128 Personen (9%), am Ende 131 Teilnehmer (12). Der Anteil von Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS) lag in der ersten Erhebung bei 21.4%, in der zweiten Befragung bei 22%. Von 144 Odds Ratios oder Regressionskoeffizienten waren 7 statistisch signifikant (5%). Bei Personen mit Hochfrequenzbelastungen über dem 90. Perzentil nahm der Beschwerde-Score zwischen der Erst- und Zweiterhebung um 1.79 Einheiten (95%-CI: -3.56 bis -0.02) ab. Bei Personen mit zunehmender Mobiltelefonbenutzung während des Studienjahres nahmen die Beschwerden um 1.42 Einheiten (95%-CI: -2.67 bis -0.17) ab. Der inverse Zusammenhang zwischen selbstberichteter Mobiltelefonbenutzung und Symptomen zeigte sich in allen Auswertungen, bestätigte sich aber anhand der Benutzerdaten von Netzbetreibern nicht. Teilnehmer, die ihre Exposition höher einschätzten als in der Durchschnittsbevölkerung, hatten im Allgemeinen höhere Werte auf der Beschwerde- und Kopfschmerzskala. Personen in der mittleren Expositionskategorie (Sendeanlagen) hatten in der ersten Querschnittserhebung statistisch signifikant weniger Kopfschmerzen (-1.23 Punkte, 95%-CI: -2.22 bis -0.24), bei der Follow-up-Untersuchung aber höhere Werte (+0.91 Punkte, 95%-CI: 0.07 bis 1.75). Es bestand keine statistisch signifikante Assoziation zwischen der Hochfrequenzexposition und dem Auftreten von Tinnitus.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie insgesamt kein Zusammenhang zwischen der hochfrequenten Nah- oder Fernfeldexposition und dem Auftreten von unspezifischen Beschwerden oder Tinnitus beobachtet wurde. Die wenigen statistisch signifikanten Assoziationen ergaben kein einheitliches Muster (Zu- oder Abnahme). Die Autoren weisen darauf hin, dass die durchschnittliche Hochfrequenzbelastung niedrig war und die Veränderungen während des Beobachtungszeitraums gering.

Bemerkungen: Zu den Stärken der QUALIFEX-Studie gehört die detaillierte Expositionsabschätzung mithilfe

von subjektiven und objektiven Daten zur Nah- und Fernfeldbelastung. Zudem erlaubt das longitudinale Studiendesign zuverlässigere Aussagen als reine Querschnittserhebungen. Wie die Autoren ebenfalls anmerken, war die Teilnahmerate an der ersten Befragung mit 37% eher niedrig. In den Daten zeigten sich aber wenig Hinweise darauf, dass die Teilnahmebereitschaft vom Gesundheitszustand und der Hochfrequenzbelastung abhing. Die Mobiltelefonbenutzung zu Beginn der Studie war allerdings bei Personen, die an der zweiten Befragung nicht mehr teilnahmen, höher als bei den Teilnehmern. In Kombination mit der möglichen Selektion gesünderer Personen könnte dies die scheinbar protektiven Effekte erklären. Möglich ist auch, dass gesündere Personen häufiger Mobiltelefone benutzen als Personen mit mehr Beschwerden (umgekehrte Kausalität). Die detaillierte Auswertung der QUALIFEX-Daten zum Vergleich zwischen Personen mit und ohne EHS ist publiziert in: Rösli et al., Comptes Rendus Physique 2010;11(9-10):576-584. Mit über 20% ist der Anteil an EHS-Personen in diesem Studienkollektiv höher als in anderen Befragungen. Mögliche Gründe und eventuelle Konsequenzen für die Interpretation der Resultate werden nicht diskutiert. Interessant wäre ausserdem noch, wie lange die unspezifischen Beschwerden bei den Teilnehmern vor der ersten Befragung bereits bestanden.

Finanzierung: The study is funded by the Swiss National Science Foundation (Grant 405740-113595). Martin Rösli is supported by the Swiss School of Public Health (SSPH+).

Cinel C, Russo R, Boldini A, Fox E.

Exposure to mobile phone electromagnetic fields and subjective symptoms: a double-blind study.

Psychosom Med 2008; 3 (70): 345-348

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Feychting M.

Mobile phones, radiofrequency fields, and health effects in children - Epidemiological studies.

Prog Biophys Mol Biol 2011; 107 (3): 343-348

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Schwangere Frauen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Land:

Schwangerschaft: Pränatale

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kowall B, Breckenkamp J, Blettner M, Schlehofer B, Schüz J, Berg-Beckhoff G.

Determinants and stability over time of perception of health risks related to mobile phone base stations.

Int J Public Health 2012; 57 (4): 735–743

doi: 10.1007/s00038-011-0310-4

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Meg Tseng MC, Lin YP, Cheng TJ.

Prevalence and psychiatric comorbidity of self-reported electromagnetic field sensitivity in Taiwan: A population-based study.

J Formos Med Assoc 2011; 10 (110): 634-641

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Risikowahrnehmung

Zentralnervensystem

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Häufigkeit von Elektrohypersensibilität (EHS) in der taiwanesischen Bevölkerung und zur Untersuchung der psychiatrischen Begleiterkrankungen in diesem Kollektiv.

Kollektiv: Die Auswahl der Haushalte in den 25 geographischen Regionen Taiwans erfolgte zufällig und war proportional zur Bevölkerungsdichte. Von den in jedem Haushalt lebenden Personen über 18 Jahren wurde jeweils eine Person zufällig ausgewählt. Bei insgesamt 10'800 Telefonnummern waren 5643 Haushalte erreichbar (52.3%). An der telefonischen Befragung nahmen 1251 Personen teil (32.5% gemäss Publikation).

Exposition: Exposition durch hoch- und niederfrequente Felder im Alltag.

Methode: Im August 2007 wurde die Telefonbefragung durchgeführt. Eine Subgruppe erhielt eine Woche später zusätzlich einen schriftlichen Fragebogen, um die Zuverlässigkeit der telefonischen Angaben zu überprüfen. Erfragt wurden demographische Variablen, Gesundheitszustand (5-Punkt-Skala), Risikowahrnehmung bezogen auf 13 verschiedene Umweltfaktoren (3-Punkt-Skala) und Arztbesuche in den letzten 6 Monaten. Die Befragung umfasste drei Fragen zu EMF. Auf EHS bezog sich eine Frage, und das Ausmass der Hypersensibilität wurde auf eine vierstufigen Likert-Skala angegeben. Ebenfalls erfragt wurden die EMF-Quellen, die zum Auftreten von Beschwerden führten. Der Fragebogen zur psychiatrischen Morbidität enthielt 5 Items ("Brief Symptom Rating Scale-5"): Angst, Depression, Feindseligkeit, interpersonelle Sensibilität und zusätzliche Symptome wie Schlafprobleme. Das Ausmass der psychischen Beschwerden bewerteten die Teilnehmer auf einer fünfstufigen Skala von "überhaupt nicht" bis "extrem". Weitere Fragen betrafen die krankheitsbedingten Einschränkungen in den Alltagsaktivitäten. Für den statistischen Vergleich wurde eine Gewichtung nach Alter, Geschlecht und Ausbildung gemäss der Allgemeinbevölkerung in Taiwan im Jahr 2007 vorgenommen. Die Assoziationen

zwischen den erhobenen Variablen und der EHS-Symptomatik wurden mit gewichteten logistischen Regressionsmodellen analysiert.

Resultat: Vollständige Daten lagen von 1197 Teilnehmern vor. Davon bezeichneten sich 170 Personen (14.2%) als elektrohypersensibel. Die am meisten genannten Expositionsquellen waren Basisstationen (22.4%), Stromleitungen (16.5%) und Mobiltelefone (15.9%). Personen mit EHS waren tendenziell etwas jünger als Personen ohne EHS. Sie berichteten aber häufiger über einen schlechten oder sehr schlechten Gesundheitszustand ($p<0.001$), Einschränkungen in den Alltagsaktivitäten ($p<0.01$), Arbeitsunfähigkeit ($p<0.001$) und psychiatrische Erkrankungen ($p<0.001$). Die gewichtete Prävalenz der EHS-Personen bezogen auf die Allgemeinbevölkerung lag bei 13.3% (95%-CI: 11.2-15.3%). Starke oder sehr starke Beschwerden gaben 57 von 170 Personen an. Insgesamt berichteten 30.7% der EHS-Personen und 15.1% der Personen ohne EHS über psychische Beeinträchtigungen ($p<0.001$). Bei Personen mit starken EHS-Beschwerden war auch der Anteil von Personen mit psychischen Problemen höher. Die multivariate Regressionsanalyse ergab für Personen über 65 Jahren ein statistisch signifikant niedrigeres Risiko für EHS-Symptome (OR: 0.34, 95%-CI: 0.14-0.83). Statistisch signifikant erhöhte EHS-Risiken bestanden bei Personen mit sehr schlechtem Gesundheitszustand (OR: 4.94, 95%-CI: 1.59-15.38), Arbeitsunfähigkeit (OR: 2.15, 95%-CI: 1.26-3.69) und psychischen Problemen (OR: 2.55, 95%-CI: 1.63-3.99). Diese Assoziationen blieben auch dann signifikant, wenn die Risikowahrnehmung bezüglich Mobilfunkbasisstationen im Regressionsmodell berücksichtigt wurde.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern aus den Ergebnissen, dass soziokulturelle Faktoren als Risikofaktoren für das Auftreten von EHS zu betrachten sind und dass EHS-Beschwerden bei Personen mit psychischen Problemen häufiger auftreten. Sie weisen darauf hin, dass die psychobiologischen Mechanismen für diesen Zusammenhang noch untersucht werden müssen und dass die Kausalität anhand dieser Querschnittsstudie nicht beurteilt werden kann.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lässt sich anhand dieser Studie nicht beurteilen, welche Symptomatik zuerst vorhanden war (EHS-Beschwerden oder psychische Probleme). Auch über den Zusammenhang zwischen den Beschwerden und elektromagnetischen Feldern ist keine Aussage möglich. Zudem beruht die Einstufung bezüglich EHS auf einer einzigen Frage im Rahmen des Telefoninterviews, und auch bei den psychischen Problemen handelt es sich um Teilnehmerangaben, nicht um psychiatrische Diagnosen. Wegen der niedrigen Beteiligung an der Studie und des vergleichsweise hohen Anteils von EHS-Personen ist eine Überschätzung des Zusammenhangs durch Selektionsbias möglich.

Finanzierung: National Science Council of Taiwan

Rubin GJ, Hillert L, Nieto-Hernandez R, van Rongen E, Oftedal G.

Do people with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields display physiological effects when exposed to electromagnetic fields? A systematic review of provocation studies.

Bioelectromagnetics 2011; 32 (8): 593-609

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Stromleitungen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Land:

Parameter

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersichtsarbeit zu Provokationsstudien, in denen Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS) auf objektiv messbare physiologische Veränderungen untersucht wurden.

Kollektiv: Personen mit EHS in verschiedenen experimentellen Studien.

Exposition: Schwache hoch- oder niederfrequente Felder des Mobilfunks, der Stromversorgung oder von elektrischen Geräten. In den Studien wurde eine oder mehrere Expositionsbedingungen getestet.

Methode: Die systematische Literatursuche umfasste mehrere Datenbanken. Berücksichtigt wurden Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften und Berichte ohne Peer-Review-Verfahren, die bis Mai 2010 veröffentlicht worden waren. Die Studien mussten objektive Messungen physiologischer Parameter enthalten und einfach oder doppelt verblindet durchgeführt worden sein. Alle eingeschlossenen Artikel wurden von zwei Reviewern unabhängig voneinander ausgewertet.

Resultat: Von 122 Artikeln zu 84 Studien erfüllten 29 Studien die Einschlusskriterien. Die Reihenfolge der Expositionsbedingungen war nur in 9 Studien ausgeglichen. Lediglich in 6 Studien wurde die EMF-Exposition der Teilnehmer vor der Testung evaluiert, und nur 15 beinhalteten eine Eingewöhnungsphase. Eine Berechnung der erforderlichen Stichprobengrösse war nur in 4 Studien vorhanden. Von 20 Studien zu physiologischen Parametern des Autonomen Nervensystems ergaben zwei einen statistisch signifikanten Expositionseffekt: reduzierte Herzfrequenz und niedrigeren Blutdruck in einer Studie ohne ausgeglichene Reihenfolge der Expositionsbedingungen (Hietanen et al. 2002) und Veränderung des Pupillenreflexes (Rea et al. 1991). Zwölf andere Studien zur Herzfrequenz ergaben keinen Effekt, das Gleiche galt für 5 Studien zur Herzfrequenzvariabilität, 3 Studien zur lokalen Durchblutung, 5 Studien zur Hauttemperatur, 6 Studien zur

elektrischen Leitfähigkeit der Haut, 3 Studien zur Hautreaktion auf Reizung, 5 Studien zur Atemfrequenz und eine Studie zur arteriellen Sauerstoffsättigung. Die Hälfte der Studien zum Autonomen Nervensystem betrafen Hochfrequenzfelder. Alle 4 Studien zu Blutparametern wie Elektrolyten oder Hormonkonzentrationen ergaben keine Expositionseffekte. Ebenfalls keine Auswirkungen zeigten sich auf Parameter der Gehirnphysiologie und der Sinneswahrnehmung. Hinsichtlich der kognitiven Leistung wurden in zwei von sieben Studien mindestens ein statistisch signifikanter Effekt beobachtet: reduzierte visuelle Aufmerksamkeit bei 50-Hz-Magnetfeld (Trimmel und Schweiger 1998) und verbesserte Gedächtnisfunktion bei mobiltelefonähnlicher Exposition (Wiholm et al., 2009). Alle vier Studien zur Reaktionszeit ergaben keine Assoziationen (Zwamborn et al. 2003, Regel et al. 2006, Wilen et al. 2006, Furubayashi et al. 2009). Zwei von drei Studien zur Schlafqualität wiesen auf einen Effekt hin: verändertes Bewegungsverhalten bei 50-Hz-Exposition (Müller und Schierz 2004) und Veränderung des Schlaf-EEGs bei Mobiltelefonbelastung (Arnetz et al. 2007).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, ergibt diese Übersichtsarbeit keine einheitlichen Hinweise auf ungewöhnliche physiologische Reaktionen auf EMF-Expositionen, die eine Charakterisierung oder Diagnose von EHS erlauben würden. Von insgesamt 29 Studien zeigten 5 einen oder mehrere Expositionseffekte. Für zukünftige Studien empfehlen die Autoren grössere Teilnehmergruppen, Doppelblindbedingungen, eine ausgeglichene Expositionsreihenfolge und eine Eingewöhnungsphase. Ausserdem sollte die erforderliche Stichprobengrösse vorab berechnet werden, um eine ausreichende statistische Power zu erzielen.

Finanzierung: COST Action BM0704 (Emerging EMF Technologies and Health Risk Management)

Schweikardt C, Gross D.

Mobile phone health risk policy in Germany: The role of the federal government and the Federal Office for Radiation Protection.

Glob Public Health (epub ahead of print) 2011;

doi: 10.1080/17441692.2011.614626

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, Sepulveda F, Walker S, Quinlan T, Dudley S, Maung S, Deeble R, Fox E.

Cognitive and physiological responses in humans exposed to a TETRA base station signal in relation to perceived electromagnetic hypersensitivity.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (1): 23-39

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie zu kognitiven und physiologischen Effekten der Hochfrequenzstrahlung von TETRA-Sendeanlagen ("Terrestrial Trunked Radio Telecommunications System"), die für Polizei- und Notfalldienste verwendet werden. Die Resultate bezüglich unspezifischer Beschwerden sind zu finden in: Wallace et al., Environ Health Perspect 2010;118(6):735-741.

Kollektiv: Erster Teil (offene Provokationsstudie): 51 Personen mit EHS und 132 Kontrollpersonen mit passendem Alter und Geschlecht. Zweiter Teil (Doppelblindtestung): 48 Personen mit EHS und 132 Kontrollpersonen. Das Durchschnittsalter lag je nach Test zwischen 38 und 42 Jahren.

Exposition: TETRA-Signal mit einer Frequenz von 420 MHz und einer Pulsfrequenz von 16.7 Hz. Leistungsflussdichte: 10 mW/m², Ganzkörper-SAR: ca. 271 µW/kg.

Methode: Die kognitiven Leistungen wurden mit vier Tests untersucht: Kurzzeitgedächtnis und Aufmerksamkeitsleitung (Digit span test nach Wechsler mit 2 Subtests), Verarbeitungskapazität und Arbeitsgedächtnis (Operation span, OSPAN) sowie Vigilanz und visuelle Aufmerksamkeit (Letter Cancellation task, LCT). Während der Testung erfolgte eine kontinuierliche Messung des Blutvolumenpulses (BVP), der Herzfrequenz und der Leitfähigkeit der Haut. Alle Teilnehmer absolvierten eine Sitzung mit offener Provokation und zwei Doppelblindtestungen, jeweils im Abstand von mindestens einer Woche. Die Reihenfolge der Expositionen war zufällig und innerhalb des Kollektivs ausgeglichen, ebenso die Reihenfolge der kognitiven Tests. In Session 1 absolvierten die Probanden einen Test zum Kurzzeitgedächtnis vor der Exposition und dann zwei 15-minütige offene Expositionsphasen gefolgt von zwei kurzen kognitiven Tests (Backward digit span (Bspan) und LCT). In der zweiten und dritten Session dauerte die Expositionsphase jeweils 50 Minuten. Die ersten 20 Minuten erfolgten in Ruhe, die zweiten 20 Minuten mit OSPAN-Test. Direkt im Anschluss daran

absolvierten die Teilnehmer erneut die beiden kurzen Tests. Der Vergleich der in den kognitiven Tests erzielten Mittelwerte erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) unter Berücksichtigung der Expositionsreihenfolge, von Übungseffekten und der verwendeten Testversion. Die Mittelwerte der physiologischen Parameter wurden mit nichtparametrischen Tests verglichen (Mann-Whitney-U, Wilcoxon-Vorzeichenrangtest).

Resultat: Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich Alter, Geschlecht oder der Zeitdifferenz zwischen den Testsessions. Teilnehmer mit sehr schlechten Testergebnissen wurden von der Auswertung ausgeschlossen (gleicher Anteil in beiden Gruppen). Für den Bspan-Test lagen Ergebnisse von 36 EHS- und 107 Kontrollpersonen vor, für den OSPAN-Test von 43 EHS- und 125 Kontrollpersonen, und für den LCT von 48 EHS- und 129 Kontrollpersonen. Es stellte sich heraus, dass beim LCT statistisch signifikante Unterschiede zwischen den 3 Testversionen bestanden ($p < 0.001$). Die verschiedenen Versionen dienten dazu, Übungseffekte zu vermeiden. Daher wurden die Ergebnisse der LCT-Testung nicht ausgewertet. Beim OSPAN bestanden ebenfalls versionsabhängige Unterschiede, es lagen aber nur 2 Versionen mit je 3 Messparametern vor, so dass die Resultate aussagekräftiger waren. Für OSPAN und Bspan zeigten sich keine Interaktionen zwischen Versionsäquivalenz, Übungseffekt und Expositionsbedingung. Die Hauptanalyse ergab für den Bspan-Test zum Kurzzeitgedächtnis keine statistisch signifikanten Expositionseffekte (alle p -Werte > 0.1). Für den OSPAN lagen nach Korrektur für multiple Testung keine signifikanten Effekte ($p > 0.01$) oder Interaktionen vor, die für Auswirkungen der TETRA-Exposition auf das Arbeitsgedächtnis sprachen. Von den physiologischen Parametern unterschied sich während des Bspan-Tests nur die Herzfrequenz: Personen mit EHS hatten im Durchschnitt eine höhere Herzfrequenz als Kontrollpersonen (78.80 vs. 75.24, $p = 0.031$). Zudem nahm die Standardabweichung der Herzfrequenz bei TETRA-Exposition in der EHS-Gruppe zu, in der Kontrollgruppe blieb sie nahezu unverändert (+2.1 vs. -0.46, $p = 0.024$). Nach Bonferroni-Korrektur für multiple Testung waren diese Unterschiede statistisch nicht mehr signifikant, weil das korrigierte Signifikanzniveau bei 0.008 lag. Expositionsabhängige Veränderungen innerhalb der beiden Gruppen ergaben sich während des Bspan-Tests nicht ($p > 0.06$). Während des OSPAN-Tests war der Mittelwert der Hautleitfähigkeit nicht signifikant verschieden. Die Standardabweichung der Hautleitfähigkeit war bei Scheinexposition höher als bei TETRA-Signal (1.27 vs. 0.79, $p = 0.045$), nach Bonferroni-Korrektur war der Unterschied nicht mehr statistisch signifikant. Das Gleiche galt für die höhere Variabilität der Hautleitfähigkeit bei EHS-Personen verglichen mit Nicht-EHS-Personen ($p = 0.048$). Es zeigten sich kein expositionsabhängigen Unterschiede innerhalb oder zwischen den Gruppen ($p > 0.06$).

Schlussfolgerung: Insgesamt sehen die Autoren in ihren Resultaten keine Hinweise darauf, dass die TETRA-Exposition die kognitive Leistung oder physiologische Parameter bei Personen mit oder ohne EHS beeinflusst. Sie verweisen auf frühere Doppelblindstudien mit Mobilfunksignalen, die ebenfalls keine Effekte ergeben haben.

Bemerkungen: Wie die Autoren einschränkend anmerken, konnte die angestrebte Teilnehmerzahl von mindestens 48 EHS-Personen für beide kognitive Tests nicht erreicht werden. Ob die statistische Power ausreichte, um geringgradige Unterschiede nachzuweisen, wird nicht diskutiert. Die Anwendung der Bonferroni-Korrektur in Studien, die stark korrelierte Endpunkte untersuchen, wird kontrovers beurteilt (vgl. Kommentare zu Eltiti et al., *Environmental Health Perspectives* 2007; 115 (11): 1603-1608, unter anderem von Rösli M, Huss A. *Environ Health Perspect.* 2008 Feb; 116(2): A62-63).

Finanzierung: Mobile Telecommunication and Health Research Programme, UK.

Wünsch-Filho V, Pelissari DM, Barbieri FE, Sant'anna L, de Oliveira CT, de Mata JF, Tone LG, Lee ML, Andrea ML, Bruniera P, Epelman S, Filho VO, Kheifets L.

Exposure to magnetic fields and childhood acute lymphocytic leukemia in Sao Paulo, Brazil.

Cancer Epidemiol 2011; 35 (6): 534-539

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen wohnortbezogener Magnetfeldbelastung und dem Leukämierisiko von Kindern.

Kollektiv: Kinder mit Geburtsjahrgang 2000 oder jünger, die im brasilianischen Staat Sao Paulo lebten und bei denen zwischen Januar 2003 und Februar 2009 eine akute lymphatische Leukämie (ALL) diagnostiziert worden war. Zum Zeitpunkt der Studie waren die Kinder höchstens 8 Jahre alt. Die Patientendaten stammten von 8 Kliniken, die über 50% der Leukämiefälle in diesem Staat abdecken. Familien, die nach der Leukämiediagnose umgezogen waren, wurden von der Studie ausgeschlossen. Die Kontrollkinder wurden aus dem Geburtsregister von Sao Paulo zufällig ausgewählt. Für 72% der Patienten liessen sich 4 Kontrollkinder mit passendem Geschlecht, Alter und Geburtsstadt identifizieren, bei den übrigen waren es nur drei (13.6%), zwei (7.4%) oder ein Kontrollkind (4.3%).

Exposition: Die Belastung mit niederfrequenten Magnetfeldern wurde in jedem Zimmer der Wohnung und vor der Haustür gemessen (je 3 Minuten, EMDEX-II-Dosimeter, 40 bis 800 Hz). Im Anschluss daran erfolgte eine 24-Stunden-Messung unter dem Bett des Kindes. Als Trennpunkte der Expositionskategorien galten 0.1, 0.3 und 0.4 μ T. Zusätzlich wurde die Distanz bis zur nächsten Freileitung (mehrheitlich 88 kV) ermittelt. Kartenmaterial für das Stromnetz lag nur für die Stadt Sao Paulo selbst vor. Die Lokalisierung der einzelnen Häuser wurde mittels GPS ermittelt. Die Trennpunkte für die Distanzkategorien lagen bei 100 m, 200 m und 600 m. Das Auftreten von Leukämiefällen in weniger als 50 m Entfernung von einer Freileitung wurde separat analysiert.

Methode: Die Mutter des Kindes (falls nicht möglich, der Vater oder eine andere erziehungsberechtigte Person) wurde nach soziodemographischen Parametern, Lebensstil- und Risikofaktoren befragt. Die statistische

Auswertung erfolgte mittels bedingter oder nichtbedingter logistischer Regression unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Ethnizität, Wohnortwechsel, Besuch einer Kindertagesstätte, Down-Syndrom, Grippe-Anamnese, Alter und Schulausbildung der Mutter, Tätigkeit der Mutter in einem landwirtschaftlichen Beruf sowie Nikotin- und Alkoholkonsum der Mutter.

Resultat: Insgesamt wurden im Studienzeitraum 248 Leukämiepatienten registriert, zur Auswertung kamen die Daten von 162 Kindern (65%). Von 2500 Kontrollkindern gelangten 565 (23%) in die Endauswertung. Die durchschnittliche Magnetfeldbelastung über 24 Stunden, gemessen unter dem Bett, betrug in der Fallgruppe 0.104 μT (SD: 0.19) und in der Kontrollgruppe 0.113 μT (SD: 0.13). Für Kinder mit Expositionen über 0.3 μT bestand kein erhöhtes Leukämierisiko, die adjustierte Odds Ratio lag bei 1.09 (95%-CI: 0.33-3.61). Bei Beschränkung auf die Belastung während der Nacht war die Odds Ratio statistisch nicht signifikant erhöht (1.52, 95%-CI: 0.46-5.01). In der Kategorie zwischen 0.1 und 0.3 μT waren die Odds Ratios vermindert. Für Kinder, die weniger als 100 m von einer Freileitung entfernt wohnten, war das Leukämierisiko erhöht, aber statistisch nicht signifikant (OR: 1.54, 95%-CI: 0.26-9.12). Diese Auswertung beruhte auf 5 Patienten und 24 Kontrollkindern, als Vergleichsgruppe dienten Kinder mit Distanzen von mindestens 600 m bis zur nächsten Stromleitung. Für Kinder in Entfernungen zwischen 200 und 599 m lag die Odds Ratio unter eins (0.69, 95%-CI: 0.28-1.71).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein erhöhtes Leukämierisiko für Kinder mit Magnetfeldbelastungen über 0.3 oder 0.4 μT beobachtet wurde. In einigen Subgruppen bestanden nicht signifikant erhöhte Risiken, aber die Resultate waren uneinheitlich und die statistische Präzision wegen der kleinen Fallzahlen gering. Insgesamt sehen die Autoren zwar keinen Widerspruch zu früheren Studien, aber auch wenig Evidenz für eine Assoziation.

Bemerkungen: Die Aussagekraft der Studie wird dadurch eingeschränkt, dass die beteiligten Kliniken nur ca. 50% der Kinder mit Leukämie im Staat Sao Paulo abdecken. Ausserdem wurden 55 Patienten ausgeschlossen, weil die Familien nach der Diagnose umgezogen waren. Bei Teilnahmeraten von 65% in der Fallgruppe und 23% in der Kontrollgruppe sind Auswahlverzerrungen möglich.

Finanzierung: Brazilian Electricity Regulatory Agency

Maes A, Verschaeve L.

Can cytogenetics explain the possible association between exposure to extreme low-frequency magnetic fields and Alzheimer's disease?.

J Appl Toxicol 2012; 32 (2): 81-87

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Neurodegenerative Erkrankungen, z.B. Demenz Zentralnervensystem
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: magnetisch Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Stromleitungen	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	Land: Europa Nichteuropäische Länder
Studientyp: Übersichtsarbeiten, Metaanalysen		

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsartikel zur Frage, ob genetische Veränderungen in Gehirnzellen den beobachteten Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und Alzheimer-Demenz erklären können.

Kollektiv: Diverse Studien werden erwähnt, grösstenteils Zell- und Tierstudien.

Exposition: Niederfrequente Magnetfelder in verschiedenen experimentellen Settings.

Methode: Übersichtsartikel, es wird keine systematische Literatursuche beschrieben.

Resultat: Die Autoren erläutern, dass einige Charakteristika der Zellveränderungen bei Alzheimer-Erkrankung durch chromosomale Instabilität erklärt werden können. Zudem bestehen einige Hinweise aus epidemiologischen Studien, dass die Magnetfeldexposition mit der Entstehung von Alzheimer-Demenz assoziiert sein könnte. Auch für die Anregung von chromosomalen Instabilitäten gibt es einige Anhaltspunkte aus experimentellen Studien. Andere mögliche Mechanismen der Magnetfelder sind ein Anstieg der Amyloid-beta-Produktion, eine verminderte Melatoninsekretion oder verstärkter oxidativer Stress.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen eine detaillierte Untersuchung der Chromosomen-Instabilität, die durch Magnetfelder induziert werden könnte. Dies könnte zu Aufschlüssen über den Zusammenhang mit dem Risiko einer Alzheimer-Erkrankung führen.

Bemerkungen: Die vorgeschlagenen Mechanismen sind interessante Ansätze, bisher aber nicht belegt. In epidemiologischen Studien haben sich Auswirkungen auf den Melatoninhaushalt nicht konsistent nachweisen lassen.

Finanzierung: Keine Angaben

Schüz J.

Implications from epidemiologic studies on magnetic fields and the risk of childhood leukemia on protection guidelines.

Health Phys 2007; 6 (92): 642-648

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit über die epidemiologischen Studien zum Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Leukämierisiko von Kindern. Im Vordergrund steht die Bedeutung der Ergebnisse in Bezug auf die Festlegung von Grenzwerten.

Kollektiv: Diverse Studien zum Leukämierisiko bei Kindern.

Exposition: Häusliche Belastung durch niederfrequente Magnetfelder von Hochspannungsleitungen und der Hausstromversorgung.

Methode: Übersichtsarbeit.

Resultat: Diskutiert werden alternative Erklärungsansätze für die wiederholt beobachtete Assoziation zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und dem Risiko von Kinderleukämie. Die Vortäuschung des Zusammenhang durch einen Störfaktor erscheint unwahrscheinlich, weil dieser Faktor sehr stark mit der Magnetfeldexposition und dem Leukämierisiko assoziiert sein müsste. Ein solcher Faktor ist bisher nicht bekannt. Die Fehlklassifizierung der Magnetfeldbelastung ist zwar sowohl in Studien mit Messungen als auch mit Berechnungen wahrscheinlich. Es ist aber davon auszugehen, dass sie eher zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Zusammenhangs geführt hat als zu einer Überschätzung, weil sie bei Patienten und Kontrollkindern in ähnlichem Ausmass aufgetreten sein dürfte. Wegen der niedrigen Teilnahmeraten in Studien mit Messungen und der mangelnden Bereitschaft von Familien mit niedrigerem Sozialstatus sind Kinder mit stärkerer Magnetfeldbelastung vor allem in der Kontrollgruppe wahrscheinlich unterrepräsentiert. Dadurch kann es zu einer Überschätzung der wahren Assoziation gekommen sein (Selektionsbias). Es ist aber unwahrscheinlich, dass

dieser Bias den ganzen Zusammenhang erklärt. Abgeschwächt wird die Evidenz für einen Kausalzusammenhang dadurch, dass kein biologischer Mechanismus bekannt ist, über den Magnetfelder die Entstehung von Leukämie verursachen könnten. Ausserdem besteht Unsicherheit darüber, ob der Risikoanstieg tatsächlich erst ab 0.3 oder 0.4 μT beginnt.

Schlussfolgerung: Der Autor fasst zusammen, dass der epidemiologische Zusammenhang weder durch experimentelle Daten noch durch eine plausible Erklärung untermauert wird. Ein Zustandekommen durch Zufall oder methodische Artefakte (Bias, Confounding) kann nicht ausgeschlossen werden. Einen Schwellenwert bei 0.3 oder 0.4 μT bezeichnet er als unwahrscheinlich. Da es sich um eine seltene Krankheit handelt und nur wenige Kinder in Häusern mit höherer Magnetfeldbelastung wohnen, ist die Anzahl zusätzlich zu erwartender Leukämieerkrankungen gering, selbst wenn man von einem ursächlichen Zusammenhang ausgeht. Insgesamt ist die Evidenz nicht stark genug, um eine Herabsetzung der ICNIRP-Grenzwerte von 1998 zu fordern. Massnahmen zur vorsorglichen Reduzierung der Magnetfeldbelastung sollten zunächst auf Effizienz und Akzeptanz in der Bevölkerung überprüft werden. An erster Stelle steht die intensive Forschung nach den Ursachen der Kinderleukämie.

Finanzierung: Keine Angaben

Gutschi T, Mohamad Al-Ali B, Shamloul R, Pummer K, Trummer H.
Impact of cell phone use on men's semen parameters.
Andrologia 2011; 5 (43): 312-316

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Physiologische oder biochemische Parameter Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt
	Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Europa
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone		

Studientyp:
Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Effekten der Mobiltelefonbenutzung auf die Spermienqualität.

Kollektiv: Untersucht wurden 2110 Männer, die sich zwischen 1993 und 2007 in der Universitätsklinik Graz (Österreich) wegen Unfruchtbarkeit behandeln liessen. Das Durchschnittsalter lag bei 31.6 +/- 6.6 Jahren. Nicht in die Studie aufgenommen wurden Männer mit Nikotin- oder Alkoholkonsum sowie mit systemischen Erkrankungen wie Orchitis (Hodenentzündung) oder Varikozele (krampfaderähnliche Veränderungen der Hodenvenen).

Exposition: Mobiltelefongebrauch im Alltag.

Methode: Ausser der Analyse der Samenproben gemäss WHO-Richtlinien wurden auch die Blutwerte der Hormone Testosteron, Follikelstimulierendes Hormon (FSH), Luteinisierendes Hormon (LH) und Prolaktin (PRL) gemessen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels multivariater Varianzanalyse (MANOVA).

Resultat: Die Auswertung der Samenproben ergab für die Gruppe der Mobiltelefonbenutzer ein krankhaft verändertes Aussehen (Morphologie) in 68% der Spermien. Bei den Nichtbenutzern waren 58% der Spermien verändert. Dieser Unterschied war statistisch signifikant ($p < 0.0001$). Die Diagnose einer Teratozoospermie (verminderter Anteil morphologisch normaler Spermien) wurde bei 45.3% der Mobiltelefonbenutzer und 27.7% der Nichtbenutzer gestellt. Der Anteil schnell beweglicher Spermien betrug in der Gruppe der Benutzer 24%, in der Gruppe der Nichtbenutzer 25.2% ($p < 0.01$). Bezüglich der Spermienanzahl bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Die Analyse der Blutproben ergab für Mobiltelefonbenutzer etwas höhere Testosteron-Werte als für Nichtbenutzer (5.1 vs. 4.8 ng/dl, $p < 0.05$) und etwas niedrigere LH-Werte (3.3

vs. 4.1 mIU/ml, $p < 0.05$). Für die Blutspiegel der Hormone FSH und PRL zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Schlussfolgerung: Aufgrund der Resultate vermuten die Autoren, dass sich die Mobiltelefonbenutzung negativ auf die Spermienqualität von Männern auswirkt.

Bemerkungen: Bei der Studie handelt sich um eine Reihenuntersuchung von Patienten, die bereits wegen Unfruchtbarkeit eine Klinik aufgesucht hatten. Ein Vergleich zwischen gesunden Personen wäre in Bezug auf die Auswirkungen der Telefonbenutzung aufschlussreicher. Die Publikation lässt viele Fragen zur Methodik und zur Auswertung offen. Es gibt keine Angaben zur Durchführung und zu den Inhalten der Befragung bezüglich der Mobiltelefonbenutzung (Dauer, Intensität, Art des Telefons, Benutzung von Freisprechanlagen, Lokalisation im Standby-Betrieb?). Auch der erstaunliche hohe Anteil von Nichtbenutzern (53%) wird nicht kommentiert. Zudem ist das Durchschnittsalter in den beiden Gruppen nicht angegeben, so dass ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Spermienbefund und dem Alter nicht beurteilt werden kann. Da Angaben über soziodemographische und physiologische Charakteristika der Teilnehmer in den beiden Gruppen fehlen, lässt sich auch ihre Vergleichbarkeit insgesamt nicht beurteilen. Zudem wird nicht erwähnt, ob mögliche Einflussfaktoren in der statistischen Auswertung berücksichtigt wurden. Ebenfalls unklar ist, ob die Untersucher bei der Auswertung der Spermiogramme den Benutzerstatus der Teilnehmer kannten oder verblindet waren. Die Testosteron- und LH-Werte im Blut (Mittelwert oder Median?) unterschieden sich nur marginal zwischen den Gruppen und lagen für beide im unteren Normbereich. Insgesamt ist die Aussagekraft der Studie gering.

Finanzierung: Keine Angaben

Avendano C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF.

Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation.

Fertil Steril 2012; 97 (1): 39-45.e2

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Wireless LAN, Wi-Fi

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle, zellbiologische Studie zu Auswirkungen der Hochfrequenzexposition durch Laptops mit drahtloser Internetverbindung (WLAN oder Wi-Fi) auf menschliche Spermien im Reagenzglas (in vitro). Untersucht wurde die Lebensfähigkeit (Viabilität), die Beweglichkeit und die DNA-Fragmentierung der Spermien.

Kollektiv: Samenproben von 29 gesunden Probanden. Jede Spermienprobe wurde in zwei Fraktionen unterteilt (A und B) und davon jeweils 400 µl in zwei Petrischalen kultiviert. Die Schalen mit Proben der Fraktion B wurden unter einem Laptop mit aktiver Internetverbindung inkubiert. Der Abstand zwischen dem Laptop und den Petrischalen betrug 3 cm. Die Petrischalen mit Proben der Fraktion A wurden in einem Raum ohne Computer inkubiert. Die Temperatur wurde in beiden Fällen konstant bei 25 °C gehalten.

Exposition: Die Hochfrequenzexposition wurde von einem Laptop (Toshiba Satellite M305D-S4829) mit drahtloser Internetverbindung generiert, das während der vierstündigen Expositionsphase kontinuierlich Informationen aus dem Internet herablud oder dorthin übertrug. Die Frequenz des Hochfrequenzsignals lag bei 2.4 GHz. Felder im Bereich von 0.5 MHz bis 3 GHz wurden gemessen und als Leistungsdichte zwischen 0.001 und 2.0 µW/cm² ausgedrückt (Messgerät: Alphalab). Registriert wurde die horizontal polarisierte Feldkomponente, weil die Messwerte höher waren als für die vertikale Feldkomponente.

Methode: Die Spermienbeweglichkeit wurde gemäss WHO-Kriterien beurteilt. Die DNA-Untersuchung erfolgte mittels TUNEL-Assay ("terminal transferase dUTP nick end labeling"), bei dem DNA-Bruchstücke mit Hilfe eines Fluoreszenz-Farbstoffs sichtbar gemacht werden. Der statistische Vergleich der Mittelwerte erfolgte mittels Mann-Whitney-Test.

Resultat: Das Alter der Probanden lag zwischen 26 und 45 Jahren (Mittelwert: 34.1 +/- 5.6 Jahre). Die Spermienqualität waren bei vielen Proben normal. Bei 4 Proben war das Volumen zu klein, und bei drei Proben war der Anteil morphologisch normaler Spermien vermindert (=Teratozoospermie). In der Expositionsbedingung variierte die von dem Laptop mit aktiver Internetverbindung generierte Leistungsdichte zwischen 0.005 und 0.011 W/m². Wenn keine Internetverbindung bestand, wurden 0.001 bis 0.003 W/m² gemessen. Ohne Laptop lag die Hintergrundbelastung bei maximal 0.001 W/m². Die Auswertungen ergaben keinen Unterschied zwischen den exponierten und den nichtexponierten Proben bezüglich der Lebensfähigkeit der Spermien (Anteil nicht lebendiger Spermien: 9.5 +/- 3.3% vs. 8.9 +/- 3.3%, p>0.05). Der Anteil progressiv beweglicher Spermien war in der exponierten Gruppe statistisch signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe (68.7 +/- 8.8% vs. 80.9 +/- 7.5%, p<0.01), und der Anteil unbeweglicher Spermien war höher (24.5 +/- 7.6% vs. 13.6 +/- 5.6%, p<0.01). Bezüglich nichtprogressiv beweglicher Spermien zeigte sich kein Unterschied zwischen den Gruppen. Der Anteil an Spermien mit fragmentierter DNA war in den exponierten Proben statistisch signifikant höher als in den Kontrollproben (8.6 +/- 6.6% vs. 3.3 +/- 6.0%, p<0.01).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen Hinweise auf schädliche Auswirkungen auf die Spermienqualität durch die Hochfrequenzstrahlung von Laptops mit drahtloser Internetverbindung.

Bemerkungen: Der Untersuchungsansatz ist interessant, und die Resultate sollten in unabhängigen Studien überprüft werden. Hinsichtlich der Exposition ist unklar, wie hoch die Leistungsdichte auf Höhe der Petrischalen tatsächlich war. Es werden keine Durchschnittswerte angegeben, sondern nur der Bereich, in dem die Messwerte variierten. Auch die Übertragbarkeit der Befunde auf die Expositionssituation "in vivo" muss noch evaluiert werden. Ebenfalls unklar ist, ob die 7 Samenproben, bei denen bereits vor der Exposition abnorme Werte bestanden, gemeinsam mit den anderen ausgewertet wurden. Zudem enthält die Publikation keine Angaben darüber, ob die Auswertung der Samenproben ohne Kenntnis des jeweiligen Expositionsstatus erfolgte (Verblindung).

Finanzierung: Keine Angaben

Redmayne M, Smith E, Abramson MJ.

Adolescent in-school cellphone habits: a census of rules, survey of their effectiveness, and fertility implications.
Reprod Toxicol 2011; 3 (32): 354-359

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	<u>Zielgrösse:</u> Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte Physiologische oder biochemische Parameter Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt
	<u>Wirkungsdauer:</u> Nicht bestimmt	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: 1) Untersuchung der Regeln zur Mobiltelefonbenutzung an Schulen in Neuseeland, 2) Zusammenstellung der wissenschaftlichen Literatur über biologische Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf die Gesundheit von Jugendlichen.

Kollektiv: Im Jahr 2009 wurde eine Telefonumfrage bei allen 139 Schulen mit Schulklassen im 7. und 8. Jahr in der Region Wellington, Neuseeland, durchgeführt. Die meisten Schüler waren zu Beginn des Schuljahres 10 bis 12 Jahre alt. Die Umfrage richtete sich an die Schulleitung und diente dazu, die Regeln zur Mobiltelefonbenutzung an der jeweiligen Schule zu eruieren. In einer zusätzlichen Querschnittsbefragung mit schriftlichem Fragebogen wurde die Umsetzung der Regeln an einer repräsentativen Stichprobe von 373 Schülern, davon 207 Jungen, aus 16 Schulen evaluiert (Durchschnittsalter: 12.3 +/- 0.6 Jahre).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung von Jugendlichen während der Schulzeit.

Methode: Zusätzlich zu der Umfrage bei Schulleitern und Schülern wurde eine Literatursuche durchgeführt, um Studien zu biologischen Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Fortpflanzung zu erfassen. Die Literatursuche enthielt wissenschaftlich publizierte Studien an Menschen oder menschlichen Zellen, die seit 2000 auf Englisch publiziert worden waren.

Resultat: An der Umfrage beteiligten sich 98.5% der kontaktierten Schulen. In den meisten Schulen war die Benutzung von Mobiltelefonen während der Schulzeit verboten (87%, n=110), an 14 Schulen war sie in den Pausen erlaubt (11%). Die Konsequenzen bei Nichtbeachtung der Regeln waren unterschiedlich. Von den

zusätzlich befragten 373 Schülern besaßen 285 (76%) ein eigenes Mobiltelefon und 330 (88.5%) gaben an, mindestens einmal pro Woche ein Handy zu benutzen. Regeln zur Abgabe der Mobiltelefone während der Schulzeit wurden von 43% der Schüler nicht eingehalten und beeinflussten den tatsächlichen Gebrauch nicht. Von den Schülern mit eigenem Handy trugen 30% das Telefon mehr als 10 Stunden pro Woche eingeschaltet in der Hosentasche, weitere 24% gaben 6 bis 10 Stunden pro Woche an. Häufig schrieben die Jugendlichen auch SMS-Nachrichten in der Tasche. Insgesamt wurden 20% der Jugendlichen als "hoch exponiert" eingestuft. Die Literatursuche ergab mehrere Zellstudien, in denen Einflüsse der experimentellen Mobiltelefonexposition auf Samenzellen beobachtet wurden. Einige epidemiologische Studien berichten über Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung und der Spermienqualität. Bei diesen Studien bestanden methodische Schwächen. Einflüsse der Mobiltelefonexposition auf die Fruchtbarkeit von Frauen wurden bisher noch nicht untersucht.

Schlussfolgerung: Die Autoren resümieren, dass mögliche Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die reproduktive Gesundheit noch unzureichend erforscht sind. Da sie in der wissenschaftlichen Literatur erste Hinweise auf einen Zusammenhang sehen, empfehlen sie strengere Regeln für Mobiltelefonverbote während der Schulzeit.

Bemerkungen: Die Expositionsabschätzung beruht ausschliesslich auf den Angaben der Schüler, und es fehlen Informationen über die Häufigkeit und Dauer der Mobiltelefonbenutzung sowie über die Einstufung des Expositionsgrades. Die Daten zu möglichen Auswirkungen auf die reproduktive Gesundheit stammen aus diversen wissenschaftlichen Publikationen, die nichts mit der Studienpopulation zu tun haben, teilweise aus Zellstudien. Die Literatursuche war nicht systematisch, unter anderem fehlen wesentliche Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche und zur Anzahl der identifizierten Studien. Insgesamt lassen sich aus dieser Publikation keine Schlussfolgerungen über mögliche Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die Fruchtbarkeit ableiten.

Finanzierung: MR gratefully acknowledges scholarship funding from the Dominion Post, which is a Wellington daily newspaper. Mary Redmayne and Euan Smith have no competing interests to declare. Michael Abramson holds small parcels of shares in Telstra and SingTel which operate cell telephone networks in Australia.

Röösli M, Frei P, Bolliger-Salzmänn H, Barth J, Hlavica M, Huss A.
Umweltmedizinisches Beratungsnetzwerk von Hausärzten: ein Schweizer Pilotprojekt.
Umweltmed Forsch Prax 2011; 16 (3): 123-132

Stichwörter Exposition: Bahnstrom Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Fernseh- und Radiosender Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Studientyp: Mobilfunk allgemein Epi: Panel-, Zeitreihenstudie Epidemiologische Studien	Kollektiv: Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Zielgrösse: Elektrohypersensibilität, Beschwerden Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Physiologische oder biochemische Parameter Schlafphasen und Schlafqualität Seh- und Hörstörungen Land: Zentralnervensystem Europa
	Wirkungsdauer: Nicht bestimmt	

Zusammenfassung

Ziel: Evaluation eines Umweltmedizinischen Beratungsnetzwerks (UMBN) für Personen mit gesundheitlichen Beschwerden im Zusammenhang mit EMF oder anderen Belastungen aus der Umwelt. Das UMBN wird vom Verein "Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz" (AefU) der Schweiz getragen. Wissenschaftlich begleitet wurde die Aufbauphase in den ersten 2.5 Jahren der Implementierung.

Kollektiv: Zwischen dem 1. Januar 2008 und dem 30. Juni 2010 meldeten sich insgesamt 255 Personen bei der zentralen telefonischen Anlaufstelle des UMBN. Darunter waren 185 Anfragen von Patienten, die ihre Symptome einem oder mehreren Umweltfaktoren zuschrieben. Eine Vermittlung an eine Netzarzt-Praxis zur weiteren Abklärung erfolgte bei 73 Patienten (38%), von denen 49 diese Möglichkeit tatsächlich in Anspruch nahmen. 37 Personen waren bereit, an der wissenschaftlichen Begleitstudie teilzunehmen.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder in der alltäglichen Umgebung.

Methode: Bei Personen, die sich für eine ärztliche Konsultation entschieden, erfolgte eine Basiserhebung mittels Patienten- und Umweltfragebogen zur Erfassung der Symptome und der damit in Verbindung gebrachten Umweltbelastungen. Nach der Konsultation erfolgte eine Befragung sowohl der Person als auch des/der behandelnden Arztes/Ärztin. Ungefähr ein Jahr nach der Beratung wurde bei den Patienten eine schriftliche Nachbefragung durchgeführt. Der Patientenfragebogen enthielt unter anderem den "SF-12" mit 12 Fragen zur körperlichen und psychischen Gesundheit, den "von Zerssen-Score" zur Erfassung der Symptome und einige Fragen zur Schlafqualität aus der Schweizerischen Gesundheitsbefragung. Zusätzlich fand im August 2010 ein Fokusgruppen-Treffen mit 13 am UMBN beteiligten Fachleuten statt. Die Auswertung der Daten war in erster Linie deskriptiv. Gruppenvergleiche oder Korrelationen wurden nichtparametrisch durchgeführt, z.B. mittels

Rangkorrelation oder Rangsummentests.

Resultat: Von den Patientenfragen betrafen insgesamt 84% Probleme im Zusammenhang mit elektromagnetischen Feldern. Die am häufigsten genannten Beschwerden waren Schlafstörungen (41%) und Kopfschmerzen (23%). Weitere Symptome waren Müdigkeit, Konzentrationsstörungen und Herz-/Kreislaufbeschwerden. Von den 37 Personen, die an der Begleitstudie teilnahmen, führten 31 ihre Symptome auf elektromagnetische Felder zurück. Unter den 31 EMF-Patienten befanden sich 18 Frauen, das Durchschnittsalter lag bei 53 Jahren (Bereich: 28 bis 75 J.). Vollständige Daten zum Patienten- und zum Arztfragebogen lagen von 23 Patienten mit EMF-bezogenen Beschwerden vor. An der Nachbefragung nach einem Jahr nahmen 19 Patienten teil. Der mittlere körperliche Gesundheitsscore der EMF-Patienten betrug gemäss SF-12 39.4 Einheiten und war damit deutlich niedriger als bei (gesunden) Europäern in einer Erhebung des Bundesamts für Statistik aus dem Jahr 2010 (Mittelwerte zwischen 49.4 und 51.2). Auch der psychische Gesundheitszustand lag mit 38.9 Punkten deutlich unterhalb der europäischen Norm (47.8-52.9). Bezüglich Symptom-Score und Schlafstörungen hatten die EMF-Patienten ebenfalls schlechtere Werte als Vergleichskollektive. Bei der Nachbefragung nach einem Jahr war der selbstberichtete Gesundheitszustand im Durchschnitt praktisch unverändert mit einer leichten Tendenz zur Verbesserung. Das Ausmass der Sorgen und der Beeinträchtigung war ähnlich wie in der Basiserhebung. Das Gefühl der Selbstkontrolle hatte etwas zugenommen. Der Anteil der Personen, die das UMBN als hilfreich bezeichneten, hatte abgenommen (32% vs. 57% zu Beginn). Die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant. Eine Weiterführung des Projekts befürworteten fast alle Patienten, und 70% würden es weiterempfehlen. Bei 9 Personen wurde im Rahmen eines Hausbesuchs die Hochfrequenzexposition gemessen. Die durchschnittlichen Belastungen variierten zwischen <0.05 und 0.2 V/m und lagen damit weit unterhalb der Schweizer Grenzwerte. Es zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten oder Verschwinden von Symptomen und unterschiedlich hohen Belastungen in verschiedenen Wohnbereichen. Von den Ärzten wurden eher mehrere Faktoren als ursächlich für die Beschwerden betrachtet, bei den Patienten bestand dagegen häufig eine monokausale Sichtweise mit Einengung auf ihre Umwelthypothese. Wenn sich diese Hypothese anhand der Hausbesuche mit Exposimetrie nicht bestätigte, führte dies teilweise zu Verunsicherung und Enttäuschung.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass das Angebot eines Umweltmedizinischen Beratungsnetzwerkes grundsätzlich einem Bedarf von Patienten, zuweisenden Ärzten, Fachstellen und anderen Interessenten entspricht. Die Beratungsstruktur mit zentraler Kontaktstelle und interdisziplinärem Netzwerk von Ärzten, Umweltspezialisten und Psychologen hat sich als praktikabel erwiesen. Für die langfristige Begleitung der Patienten ist auch eine enge Kooperation mit Hausärzten/-ärztinnen erforderlich.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, kann bei langjährigen, komplexen Beschwerdebildern wahrscheinlich nicht bereits nach einem Beratungsgespräch eine umfassende Verbesserung des Befindens erwartet werden. Diesbezüglich und auch hinsichtlich der Exposimeter-Messungen ist sicher eine entsprechende Aufklärung und Information bereits im Vorfeld sehr wichtig. Die Ergebnisse des ersten Basler Pilotprojekts zur umweltmedizinischen Beratungsstelle sind publiziert in: Huss et al.: Elektromagnetische Felder und Gesundheitsbelastungen - Interdisziplinäre Fallabklärungen im Rahmen eines umweltmedizinischen Beratungsprojektes. Umweltmed Forsch Prax 2005; 10 (1), 21-28.

Finanzierung: Forschungsstiftung Mobilkommunikation (FSM)

Hug K, Rössli M.

Therapeutic Effects of Whole-Body Devices Applying Pulsed Electromagnetic Fields (PEMF): A Systematic Literature Review.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (2): 95-105

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Melatonin und andere Hormone

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Physiologische oder biochemische

Land:
Parameter

Europa

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Genuis SJ, Lipp CT.

Electromagnetic hypersensitivity: Fact or fiction?.

Sci Total Environ 2012; (414): 103-112

Stichwörter

Exposition:

Bahnstrom

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Studientyp:

Mobilfunkbasisstationen

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schlafphasen und Schlafqualität

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zur wissenschaftlichen Literatur bezüglich elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS).

Kollektiv: Personen mit EHS in verschiedenen Studien.

Exposition: Hoch- oder niederfrequente elektromagnetische Felder von verschiedenen Quellen in der Alltagsumgebung.

Methode: Übersichtsarbeit und Empfehlungen zur Beratung/Therapie bei EHS-Personen. Diskutiert werden auch verschiedene Erklärungsansätze und mögliche Mechanismen für die Entstehung von EHS.

Resultat: EHS wird mit anderen Syndromen ohne klare Ursache verglichen, z.B. Multiple Chemikalien-Sensitivität, Fibromyalgie und Chronic-Fatigue-Syndrom. Als ein Entstehungsmechanismus wird das Zusammenwirken von verschiedenen Antigenen wie Chemikalien, Luftschadstoffen usw. diskutiert, das dann zu einem Toleranzverlust gegenüber bestimmten Triggern, z.B. EMF, führt und eine Reaktion des Immunsystems auslöst. Durch diese Reaktion entstehen Beschwerden im Bereich verschiedener Organsysteme. Andere Erklärungsansätze sind die Fehlregulation des Katecholamin-Stoffwechsels oder die chronische Schwermetallvergiftung. Als Behandlungsoptionen schlagen die Autoren vor, die EMF-Expositionen im Alltag so weit wie möglich zu reduzieren, den Ernährungsstatus zu korrigieren und andere Noxen wie Chemikalien, Amalgamfüllungen und Schimmel zu beseitigen. Weitere Optionen seien die Behandlung bestehender somatischer Erkrankungen, das Abschirmen der EMF-Exposition und eine bestimmte kognitive Therapie ("neural re-training"). In einer Fallbeschreibung wird eine 35-jährige Patientin geschildert, bei der nach dem Umzug in ein neu renoviertes Haus innerhalb von 3 Wochen starke Beschwerden auftraten. Neben einer Chemikalienbelastung durch Farbe befand sich auch ein Elektrizitätswerk in der Nähe des Hauses. Durch einen erneuten Umzug und

Expositionsreduktion gingen die Beschwerden zurück. Es wird darauf hingewiesen, dass die Reaktionen von EHS-Personen und die Eigenschaften der auslösenden Felder sehr unterschiedlich sein können. EHS wird mit allergischen Reaktionen verglichen, bei denen grosse individuelle Unterschiede in der Empfindlichkeit bestehen. Ausserdem wird auf andere Krankheitsbilder hingewiesen, deren Ursachen erst nach einiger Zeit aufgeklärt wurden, z.B. Magengeschwüre und Morbus Parkinson.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die pathophysiologischen und/oder pathopsychologischen Faktoren, die zu EHS führen, noch nicht aufgeklärt sind. Sie gehen aber von objektiv messbaren, physiologischen Veränderungen aus und empfehlen individuelle Behandlungsmethoden und Public-Health-Massnahmen zur Verbesserung der Situation.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Literaturübersicht, da keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche und zur Vollständigkeit vorhanden sind. Einige Vergleiche mit ähnlichen Krankheitsbildern könnten zu neuen Forschungsansätzen führen. Anhand der Fallbeschreibung lässt sich nicht beurteilen, welche Rolle die EMF-Belastung bei der Symptomentstehung gespielt hat, weil keine Messungen an den verschiedenen Wohnorten durchgeführt wurden.

Kim DW, Choi JL, Nam KC, Yang DI, Kwon MK.

Origins of electromagnetic hypersensitivity to 60 Hz magnetic fields: A provocation study.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (4): 326-333

doi: 10.1002/bem.20711

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Doppelblindstudie zu Auswirkungen der niederfrequenten Magnetfeldexposition auf physiologische Parameter und subjektive Beschwerden bei Personen mit Elektrohypersensibilität (EHS).

Kollektiv: 15 Personen mit EHS (10 Männer und 5 Frauen), die ihre Beschwerden auf elektrische Geräte und/oder Hochspannungsleitungen zurückführten, und 16 Personen ohne EHS (11 Männer und 5 Frauen). Als Definition für EHS galt ein Punktwert über 26 in einem Fragebogen mit 57 Symptomen und einer jeweils fünfstufigen Skala (vgl. Eltiti et al. 2007). Personen mit einer chronischen Erkrankung, die die Beschwerden erklären könnte, wurden nicht aufgenommen. Das Durchschnittsalter lag in der EHS-Gruppe bei 26.2 +/- 2.7 Jahren und in der Kontrollgruppe bei 25.6 +/- 3.1 Jahren. Die beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich Zigarettenrauchen, BMI, Mobiltelefon- oder Computerbenutzung und Fernsehkonsum.

Exposition: Die Probanden sassen auf einem Stuhl, die zylinderförmige Magnetspule befand sich 20 cm über ihrem Kopf. Die Magnetfeldstärke im Bereich des Kopfes betrug 12.5 μ T, die Frequenz lag bei 60 Hz. Die Exposition respektive Scheinexposition dauerte 30 Minuten und erfolgte in zufälliger und ausgeglichener Reihenfolge.

Methode: Während des Experiments wurden die Probanden im Abstand von 5 Minuten insgesamt 9 Mal nach der Feldwahrnehmung gefragt: einmal vor Expositionsbeginn, 5 Mal während der Exposition und 3 Mal danach. Die 8 Symptome (Herzklopfen, Juckreiz, Wärmegefühl, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit und Herzrasen) wurden 4 Mal erfragt: vor der Exposition, nach 11 und 27 Minuten Expositionsdauer sowie 15 Minuten nach der Exposition. Die Messung der physiologischen Parameter dauerte jeweils 5 Minuten und erfolgte in der Ruhephase vor der Exposition (Stadium I), nach 11 Minuten Exposition (Stadium II), nach 27 Minuten (Stadium III) und 11 Minuten nach Expositionsende (Stadium IV). Registriert wurde das EKG

(Elektrokardiogramm) und die Atemfrequenz. Anhand des EKGs wurde die Herzfrequenzvariabilität (HRV) evaluiert und der Quotient zwischen nieder- und hochfrequenter Aktivität der HRV berechnet (LFP/HFP). Dieser Quotient galt als Index für das Gleichgewicht des autonomen Nervensystems. Als Referenz diente der Ausgangswert jedes Probanden in der Ruhephase vor der Exposition (=100%). Verglichen wurde die prozentuale Veränderung des Quotienten in den vier Teststadien. Die statistische Auswertung der physiologischen Parameter erfolgte mittels Zwei-Weg-Varianzanalyse. Bezüglich des Quotienten wurde post-hoc ein Bonferroni-Test durchgeführt. Die Symptome und die Feldwahrnehmung wurden mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtests analysiert.

Resultat: Der Mittelwert auf der Symptomskala lag in der EHS-Gruppe bei 32.5 +/- 12.2 und in der Kontrollgruppe bei 5.9 +/- 5.3 Punkten. Die von den EHS-Personen am häufigsten genannten Beschwerden waren Müdigkeit (n=15), Konzentrationsschwierigkeiten, Schwindel, benebeltes Denken und Schweregefühl im Kopf (jeweils n=14). Für die Kontrollgruppe ergaben die Auswertungen der physiologischen Parameter (Herz-, Atemfrequenz, LFP/HFP) keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Expositionsbedingungen oder zwischen den vier Teststadien. Bei den EHS-Personen bestanden ebenfalls keine expositionsabhängigen Unterschiede bezüglich Herz- oder Atemfrequenz. Der HRV-Quotient (LFP/HFP) unterschied sich in der EHS-Gruppe nicht signifikant zwischen den Expositionsbedingungen ($p=0.782$), aber es bestanden signifikante Unterschiede zwischen den vier Stadien: Bei Magnetfeldbelastung stieg der Quotient im Verlauf der Testung kontinuierlich an ($p=0.001$). Bei Scheinexposition war ebenfalls ein Anstieg zu beobachten, der aber nicht linear war und sich nur in Stadium 2 und 4 signifikant vom Ausgangswert unterschied. Zwischen den beiden Probandengruppen war der HRV-Quotient nur bei realer Exposition signifikant verschieden ($p=0.002$), nicht bei Scheinexposition ($p=0.057$). Zusätzlich bestand für den Quotienten eine signifikante Interaktion zwischen Stadium und Gruppe ($p=0.003$).

Bezüglich der 8 subjektiven Beschwerden zeigten sich in keiner der beiden Gruppen statistisch signifikante Unterschiede zwischen Exposition und Scheinexposition oder zwischen den vier Stadien. Auch die Feldwahrnehmung unterschied sich in keiner Gruppe signifikant zwischen den beiden Expositionsbedingungen. Personen mit EHS gingen aber zu allen Zeitpunkten häufiger von einer tatsächlichen Magnetfeldbelastung aus als Kontrollpersonen. Dieser Unterschied zwischen den Gruppen war für jeweils 3 Erhebungszeitpunkte statistisch signifikant, hatte aber keinen Zusammenhang mit der Exposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass ein 60-Hz-Magnetfeld mit einer Stärke von 12.5 μT in dieser Studie keinen Einfluss auf die Herz- oder Atemfrequenz, die Herzfrequenzvariabilität oder auf subjektive Symptome bei Personen mit oder ohne EHS hatte. Sie sehen keinen Hinweis darauf, dass EHS-Personen niederfrequente Magnetfelder besser wahrnehmen können als Personen ohne EHS.

Bemerkungen: Insgesamt sprechen die Ergebnisse nicht für einen Expositionseffekt. Die Veränderungen des HRV-Quotienten sind nicht ganz eindeutig, zeigen aber innerhalb der EHS-Gruppe kaum Unterschiede zwischen realer Befeldung und Scheinexposition. Am ehesten sprechen sie für ein Zunahme der Sympathikusaktivität im Sinne einer Stressreaktion im Verlauf des Experiments in dieser Gruppe. Es ist aber nicht auszuschliessen, dass in dieser Gruppe auch geringe Unterschiede zwischen den Expositionsbedingungen bestanden. Die Resultate zu subjektiven Symptomen werden nur sehr kurz dargestellt, ohne Angabe von Mittelwerten oder Differenzen. Nicht angegeben ist, ob es eine Power-Berechnung gab und ob die Stichprobengrösse ausreichte, um geringe Unterschiede nachzuweisen.

Finanzierung: Power Generation & Electricity Delivery of the Korea; Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) funded by Ministry of Knowledge Economy of the Korea government.

Dendy PP.

Mobile phones and the illusory pursuit of safety.

Lancet 2000; 356 (9244): 1782-1783

Kollektiv:

Alle, generell

Zielgrösse:

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Methode: Kommentar zu den Studien von Rothman und Hyland, publiziert im selben Heft (Lancet 2000; 356, S.1833 und 1837)

Schlussfolgerung: Absolute Sicherheit ist methodisch nicht beweisbar. Ionisierende Strahlung wurde zuerst auch als nicht gefährlich eingestuft. Deshalb sollte man auch bei nichtionisierender Strahlung mit Unbedenklichkeitserklärungen vorsichtig sein. Die Effekte, die auf Resonanz basieren, könnten mit gezielten experimentellen Studien verifiziert werden. Es sollte ein Konsens über die wahrscheinlichsten Wirkungsmechanismen-Hypothesen gefunden werden, die dann mit experimentellen Studien gezielt geprüft werden könnten. Zur Zeit ist es schwierig, logisch zu begründen, wieso die Exposition gegenüber pulsierender Mikrowellenstrahlung gesetzlich vermindert werden sollte. Die Risikoakzeptanz in der Gesellschaft hängt generell stark vom erwarteten Nutzen einer technischen Errungenschaft ab.

Deltour I, Auvinen A, Feychting M, Johansen C, Klaeboe L, Sankila R, Schüz J.
Mobile Phone Use and Incidence of Glioma in the Nordic Countries 1979-2008: Consistency Check.
Epidemiology 2012; 23 (2): 301-307

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobiltelefone

<u>Wirkungsdauer:</u> Langzeit	<u>Land:</u> Europa

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: 1) Aktualisierung einer früheren Registerstudie zur Untersuchung der Hirntumor-Erkrankungsraten in Dänemark, Finnland, Norwegen und Schweden bis 2003 (Deltour et al., J Natl Cancer Inst 2009;101(24):1721-1724). 2) Simulationsstudie zur Untersuchung, ob sich das in einigen Fall-Kontrollstudien beobachtete, erhöhte Gliomrisiko bei Personen mit langjähriger und intensiver Mobiltelefonbenutzung auch in den Inzidenzraten der skandinavischen Krebsregister beobachten lässt.

Kollektiv: Personen, die zwischen 1979 und 2008 im Alter von 20 bis 79 Jahren an einem Gliom erkrankt und in einem Krebsregister von Dänemark, Finnland, Norwegen oder Schweden erfasst waren. Die zugrunde liegenden Bevölkerungszahlen für jedes Kalenderjahr (Personen mit Erkrankungsrisiko in 5-Jahres-Gruppen) stammten aus den nationalen Bevölkerungsregistern.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Die Prävalenz der Mobiltelefonbenutzung basierte auf den Angaben der Kontrollpersonen in der INTERPHONE-Studie, die eine Stichprobe der skandinavischen Allgemeinbevölkerung darstellten. Als regelmässige Benutzer galten Personen, die seit mehr als einem halben Jahr mindestens einmal Woche mit dem Handy telefonierten. Als starke Benutzer galten Teilnehmer, die insgesamt bereits mindestens 1640 Stunden mobiltelefoniert hatten. Da die Befragung für die INTERPHONE-Studie im Jahr 2002/3 endete, wurde für die folgenden Jahre bis 2008 ein jährlicher Zuwachs der Handybenutzung in der Bevölkerung von 3% angenommen.

Methode: Unter Berücksichtigung der Altersverteilung in den Ländern wurden für jedes Jahr standardisierte Inzidenzraten pro 100'000 Personen für Frauen und Männer getrennt berechnet. Die Analysen bezogen sich auch auf verschiedene Altersgruppen und Länder. Um Zeittrends und prozentuale Veränderungen in den

Erkrankungsraten zwischen 1979 und 2008 zu erkennen, wurde ein log-lineares Modell benutzt, das auch als Joinpoint-Analyse bezeichnet wird. In der Simulationsstudie wurden Datensätze für verschiedene Szenarien generiert, z.B. bei Annahme eines verdoppelten Risiko nach 10-jähriger Mobiltelefonbenutzung. Für jeden hypothetischen Risikoschätzer wurden Modelle mit 95%-Vertrauensintervallen berechnet. Der Anteil der Datensätze mit statistisch signifikant erhöhten Gliomrisiken galt als Mass für die Fähigkeit, für jedes Szenario in den Erkrankungsraten ein erhöhtes Gliomrisiko festzustellen. Als allgemeines Erkrankungsrisiko bei nichtexponierten Personen wurde eine Inzidenzrate von 8.88 Fällen pro 100'000 Personen-Jahre angenommen. Zusätzlich beinhaltete jedes Szenario einen angenommenen Risikoschätzer (RR von 0.8, 1.1, 1.2, 1.5 oder 2.0), das mit dem allgemeinen Erkrankungsrisiko für alle (oder starke) Mobiltelefonbenutzer multipliziert wurde. Ausserdem nahmen die Autoren verschiedene Induktionszeiten für die Entstehung der Tumorerkrankung bis zur Diagnose an: 1, 5, 10 oder 15 Jahre. Für jedes Szenario wurden 10'000 Datensätze generiert, und der Anteil an statistisch signifikanten Ergebnissen pro Szenario ermittelt.

Resultat: Für die Analyse der Inzidenztrends lagen Daten von 35'250 Personen im Alter zwischen 20 und 79 Jahren mit einer Gliomerkrankung im Zeitraum von 1979 bis 2008 vor. Die altersstandardisierten Neuerkrankungsraten betrugen für Männer 8.6 pro 100'000 und für Frauen 6.0 pro 100'000 Personen-Jahre. Sie stiegen mit zunehmendem Alter an, unterschieden sich aber kaum zwischen den vier skandinavischen Ländern. Im Beobachtungszeitraum zeigte sich kein starker Anstieg in den Erkrankungsraten, weder für eine bestimmte Alters- oder Geschlechtsgruppe noch für ein Land. Die Mobiltelefonbenutzung bei Männern zwischen 40 und 59 Jahren lag 1980 bei 2% und stieg bis 2002 auf 79% an. Für 2008 wurde eine Verbreitung der Mobiltelefonie von 98% in dieser Bevölkerungsgruppe extrapoliert. Der Anteil an Personen mit starker Mobiltelefonbenutzung stieg von 0.2% im Jahr 1988 auf 16% im Jahr 2002 und 33% im Jahr 2008. Wenn diese Zahlen mit den verschiedenen Induktionszeiten kombiniert und mit Hilfe eines statistischen Modells auf die beobachteten Inzidenzraten angewendet wurden, ergaben sich keine erhöhten Erkrankungsrisiken. Alle relativen Risiken (RRs) lagen unter 1.09 und waren statistisch nicht signifikant. Die Simulationsstudie ergab bei Annahme von kürzeren Induktionszeiten und höheren RRs mit grösserer Wahrscheinlichkeit statistisch signifikant erhöhte Tumorrisiken. Die Annahme eines RR von 1.5 nach 15-jähriger Mobiltelefonbenutzung resultierte zum Beispiel bei 84% der simulierten Datensätze in statistisch signifikant erhöhten Risiken. Eine 100%ige Wahrscheinlichkeit für ein erhöhtes Tumorrisiko ergab sich bei Annahme eines RR von 2.0 für alle Induktionszeiten, bei RR=1.5 für maximal 10 Jahre und bei RR=1.2 für maximal 5 Jahre. Bei Annahme eines RR von 1.5 bei starken Mobiltelefonbenutzern und einer Induktionszeit von einem Jahr waren in 98% der Datensätze statistisch signifikant erhöhte Tumorrisiken zu erwarten. Da in den beobachteten Inzidenzraten kein Anstieg zu erkennen war, ergab sich eine Wahrscheinlichkeit von lediglich 2%, dass es sich um eine wahre, kausale Erhöhung des Risikos um 50% handelte.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sich in den Daten keine Auswirkungen der Mobiltelefonbenutzung auf die Gliom-Erkrankungsraten in den vier skandinavischen Ländern zeigen. Das Fehlen eines Inzidenzanstiegs bei Männern im mittleren Alter erscheint nicht mit den in einigen früheren Fall-Kontrollstudien beobachteten erhöhten Tumorrisiken vereinbar. Mögliche Erklärungen für diese Diskrepanz sind längere Induktionszeiten als bisher angenommen, geringere Unterschiede zwischen den Erkrankungsrisiken oder das Fehlen eines Zusammenhangs.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, beruht die Simulationsstudie auf diversen Annahmen, z.B. bezüglich der Induktionszeit bis zur Diagnose eines Tumors und bezüglich der Höhe des Risikoanstiegs. Wenn

man von geringeren Zunahmen, beispielsweise einem RR von 1.1 ausgeht, nimmt die Wahrscheinlichkeit für statistisch nicht signifikante Ergebnisse deutlich zu, z.B. ca. 54% bei einer Induktionszeit von 10 Jahren. Allerdings sind einige Resultate der früheren Fall-Kontrollstudien höchstwahrscheinlich auf systematische Fehler (Bias) zurückzuführen.

Finanzierung: Supported by the Danish Strategic Research Council.

Lindholm H, Alanko T, Rintamaki H, Kannala S, Toivonen T, Sistonen H, Tiikkaja M, Halonen J, Makinen T, Hietanen M.

Thermal effects of mobile phone RF fields on children: a provocation study.

Prog Biophys Mol Biol 2011; 107 (3): 399-403

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Provokationsstudie zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Hauttemperatur rund um den Kopf, auf den oberflächlichen zerebralen Blutfluss und auf die Regulation des Autonomen Nervensystems bei Jugendlichen.

Kollektiv: 26 Jugendliche (14-15 Jahre), alle männlich. Durchschnittsalter: 14.7 Jahre. Die Probanden wurden von zwei Schulen in Helsinki rekrutiert. Wegen technischer Defekte bei 3 Schülern kamen die Daten von 23 Teilnehmern zur Auswertung.

Exposition: An beiden Seiten des Kopfes wurde ein modifiziertes GSM-Mobiltelefon (Nokia 6110) in einem Abstand von 4 mm zum Ohreingang platziert. Nur das Mobiltelefon auf der rechten Seite war aktiv, links befand sich ein funktionsloses Telefon. Auf das rechte Mobiltelefon wurde per Koaxial-Kabel kontinuierlich ein typisches GSM-Anrufsignal übertragen. Pulsdauer: 0.577 ms, Trägerfrequenz: 902.4 MHz, alle 4.615 ms wiederholt. Angestrebte spezifische Absorptionsrate (SAR) gemittelt über 10g: 2 W/kg. Die SAR-Verteilung im Gehirn wurde mit einer FDTD-basierten Software berechnet, und das Modell wurde experimentell validiert. Das modifizierte Mobiltelefon enthielt keinen Akku und berührte die Hautoberfläche nicht, um einen dadurch bedingten Anstieg der Hauttemperatur zu vermeiden.

Methode: Doppelblindstudie mit Scheinexposition. Die Messungen wurden in einer Klimakammer bei 26°C und bei einer relativen Feuchtigkeit von 30% durchgeführt. Die Jugendlichen befanden sich in einer halb sitzenden Position mit dem Kopf in einem 45°-Winkel nach oben. Nach einer 5-minütigen Baseline-Periode zur Aufzeichnung der Ausgangswerte folgten in zufälliger Reihenfolge eine 15-minütige Exposition oder Scheinexposition. Zwischen der Expositions- und der Scheinexpositionsperiode gab es eine 5-minütige Auswaschphase. Die Session endete mit einer 5-minütigen Regeneration. Die physiologischen Parameter wurden

kontinuierlich während allen Perioden gemessen. Die Temperatur wurde bilateral im Gehörgang (in 7 und 17 mm Tiefe) gemessen. Im Gesicht erfolgte die Messung der Hauttemperatur an der Stirn, an den Wangen, in der Mitte des äusseren Augenwinkels und am Mundwinkel. Das Messintervall betrug 60 Sekunden. Zusätzlich wurde die Hauttemperatur des Gesichts kontinuierlich mit einer Infrarotkamera überprüft (Messintervall: 30 Sekunden). Der Blutfluss an der Oberfläche des Gehirns wurde anhand einer Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) ermittelt. Diese Methode erfasst die Veränderung der Hämoglobinkonzentration und -zusammensetzung im Blut. Verglichen wurden jeweils die Mittelwerte der ersten und letzten 2 Minuten während der Exposition respektive Scheinexposition. Die periphere Blutzirkulation wurde kontinuierlich mit einem Elektrokardiogramm (EKG) und mit einem digitalen Blutdruckmessgerät überprüft. Die Gruppendifferenzen zwischen der Expositions- und der Scheinexpositionsperiode wurden mittels Mann-Whitney-U-Test analysiert, die Veränderungen innerhalb der Gruppen mittels Varianzanalyse.

Resultat: Der SAR-Wert gemittelt über 10g Hirngewebe betrug 0.66 W/kg, und der grösste Energieanteil wurde im rechten Temporallappen absorbiert. Die Temperatur im Gehörgang stieg weder während der Exposition noch während der Scheinexposition signifikant an. Die Hauttemperatur an verschiedenen Stellen des Kopfes ist während den Testphasen leicht gesunken, wobei kein Unterschied zwischen Exposition und Scheinexposition auszumachen war. Der durchschnittliche Temperaturunterschied an der rechten Stirnseite betrug -0.4°C (bei Exposition zu Beginn) und -0.03°C (bei Scheinexposition zu Beginn). Der Temperaturunterschied an der rechten Wange betrug -0.02°C in beiden Fällen. Die Nahinfrarot-Spektroskopie ergab keine statistisch signifikanten Veränderungen des Gesamthämoglobingehalts im regionalen Blutfluss der frontalen und parietalen Bereiche des Gehirns. Der Anteil an Oxyhämoglobin und Desoxyhämoglobin veränderte sich während der Expositions- und Scheinexpositionsperioden weder im Frontalbereich ($p=0.488$), noch im Parietalbereich ($p=0.629$) signifikant. Weder der mittlere arterielle Blutdruck, noch die Herzfrequenzvariabilität veränderte sich in Abhängigkeit von der Exposition. Es gab keine signifikante Korrelation zwischen Veränderungen von mittlerem arteriellem Blutdruck und zerebralem Gesamthämoglobin ($r=0.102$, $p=0.661$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass dieses Experiment weder eine signifikante Erhöhung von lokalen Temperaturen des Gehörgangs, noch eine signifikante Veränderung des oberflächlichen zerebralen Blutflusses bei männlichen Jugendlichen nach einer kurzfristigen, 15-minütigen Exposition durch ein GSM-Mobiltelefon gezeigt hat. Es wurden keine autonome Reflexe beobachtet, die typischerweise durch einen Anstieg der Temperatur im Gehirn ausgelöst werden.

Bemerkungen: Als Einschränkungen der Studie erwähnen die Autoren die grosse inter-individuelle Variation in den physiologischen Reaktionen der Jugendlichen und die kurze Dauer der Exposition. Daneben ist unklar, warum die Temperaturwerte am Gehörgang und im Gesicht nicht statistisch ausgewertet wurden, sondern nur der Zeitverlauf graphisch dargestellt wird. Zudem erfolgten keine statistischen Vergleiche zwischen exponierten und scheinexponierten Testphasen über beide Gruppen mit unterschiedlicher Reihenfolge hinweg. Auch für den zerebralen Blutfluss und die Parameter des autonomen Nervensystems (Herzfrequenz, Blutdruck, Baroreflex und Herzfrequenzvariabilität) erfolgten keine derartigen Analysen. Durch eine gemeinsame Auswertung hätte auch die Abnahme der Stichprobengrösse auf 11 respektive 12 Teilnehmer pro Expositionsschema vermieden werden können. Ebenfalls nicht kommentiert werden die bereits in den Ausgangswerten bestehenden Temperaturdifferenzen an einigen Gehörgangslokalisationen, z.B.: linksseitig in 17 mm Tiefe 37.0°C in der Gruppe, die zuerst exponiert wurde, und 36.4°C in der anderen Gruppe. Dieser Unterschied ist wesentlich grösser als die Veränderungen im Verlauf des Experiments. Ebenfalls fraglich ist, ob eine Auswaschphase von 5

Minuten ausreicht, um eventuelle Expositionseffekte zu nivellieren.

Finanzierung: Tekes (Finnish Funding Agency for Technology and Innovation)

Marcilio I, Gouveia N, Pereira Filho ML, Kheifets L.

Adult mortality from leukemia, brain cancer, amyotrophic lateral sclerosis and magnetic fields from power lines: a case-control study in Brazil.

Rev Bras Epidemiol 2011; 14 (4): 580-588

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Sterblichkeit (allgemein)

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Entfernung bis zur nächsten Stromleitung bzw. der berechneten Magnetfeldbelastung am Wohnort und der Sterblichkeit an Leukämie, Hirntumor oder Amyotropher Lateralsklerose (ALS).

Kollektiv: Die Auswertungen basierten auf dem Sterberegister der Grossstadtregion von Sao Paulo, Brasilien, die 39 Bezirke mit circa 20 Millionen Einwohner umfasst. Analysiert wurden alle Todesfälle bei Erwachsenen über 40 Jahren im Zeitraum von 2001 bis 2005 mit den Todesursachen Leukämie, Hirntumor oder ALS. Als Kontrollpersonen dienten verstorbene Personen, die aus dem selben Register zufällig ausgewählt wurden. Nicht berücksichtigt wurden Personen, die an Erkrankungen gestorben waren, die ebenfalls bereits im Zusammenhang mit der Magnetfeldbelastung untersucht wurden: Brustkrebs, Prostatakrebs, Ovarialkarzinom, Lymphome, neurodegenerative Erkrankungen, Selbstmord, ischämische Herzerkrankung, Herzrhythmusstörungen und zerebrovaskuläre Erkrankungen. Für die Stadt Sao Paulo wurden Patienten und Kontrollpersonen individuell gematcht, für die anderen 38 Bezirke erfolgte ein Häufigkeitsmatching nach Altersgruppe, Geschlecht und Wohnort resp. Stadtviertel.

Exposition: Das Stromleitungsnetz in der Studienregion erstreckt sich über ungefähr 2571 km. Berücksichtigt wurden alle Freileitungen mit 88, 138, 230, 345 und 440 kV. Die Daten stammten von den Stromproduzenten und enthielten auch historische Informationen über die Phasenlage, Lokalisation der Masten und Umspannanlagen, Anzahl der Schaltkreise, Bauweise und Stromlast für jedes Jahr. Aus diesen Angaben wurde die Magnetfeldbelastung für das Haus berechnet, in dem die Personen zum Zeitpunkt ihres Todes gewohnt hatten.

Methode: Die Distanz bis zur nächsten Stromleitung wurde analog zu früheren Studien in 4 Kategorien unterteilt,

als Referenzgruppe galten Anwohner mit mehr als 400 m Entfernung. Aus der berechneten Magnetfeldbelastung wurden 3 Kategorien gebildet, in der Referenzgruppe lag sie unter $0.1 \mu\text{T}$. Die statistische Auswertung erfolgte mittels nicht konditionaler logistischer Regression, in multivariaten Modellen wurden soziodemographische Charakteristika als Einflussfaktoren untersucht.

Resultat: Zur Auswertung kamen Daten von 1857 Personen, die an Leukämie gestorben waren (40.5%), und 2357 Personen mit einem Hirntumor als Todesursache (51.5%). An ALS waren im Studienzeitraum 367 Personen gestorben (8%). Für die insgesamt 4581 Patienten standen 4706 passende Kontrollpersonen zur Verfügung. Von der ursprünglichen Anzahl an Patienten und Kontrollpersonen konnten jeweils weniger als 10% wegen fehlender Daten nicht geokodiert werden. Die Alters- und Geschlechtsverteilung war durch das Matching in beiden Gruppen ähnlich (Bereich: 40 bis 106 Jahre). Personen mit besserer Schulbildung hatten für alle drei Zielgrößen ein höheres Risiko als Personen ohne Schulbildung. Bei Personen ohne weisse Hautfarbe war das Erkrankungsrisiko niedriger als bei Weissen. Für die Gruppe mit Magnetfeldbelastungen über $0.3 \mu\text{T}$ ergab sich nach Korrektur für Ethnie, Schulbildung und Zivilstand ein statistisch nicht signifikant erhöhtes Leukämie-Sterberisiko mit einer Odds Ratio von 1.61 (95%-CI: 0.91-2.86). Ein ähnliches Bild ergab sich für die Distanz bis zur nächsten Freileitung: Bei Entfernungen unter 50 m lag die adjustierte OR bei 1.47 (95%-CI: 0.99-2.18), es bestand ein leicht ansteigender Trend mit abnehmender Distanz. Das Risiko, an einem Hirntumor zu sterben, zeigte keinen Zusammenhang mit der berechneten Magnetfeldbelastung (OR für $>0.3 \mu\text{T}$: 1.16, 95%-CI: 0.6 -2.07) oder mit der Distanz (OR $<50\text{m}$: 1.1, 95%-CI: 0.74-1.64). Das ALS-Sterberisiko bei Magnetfeldbelastungen über 0.1 oder $0.3 \mu\text{T}$ war nicht auswertbar, weil alle Personen bis auf eine zur Referenzkategorie gehörten. Die Distanzanalyse ergab ebenfalls keinen Zusammenhang mit dem ALS-Sterberisiko. In einer Subgruppenanalyse zeigte sich, dass der beobachtete Zusammenhang zwischen der Distanz und dem Leukämierisiko nur bei Stromleitungen mit Spannungen unter 200 kV bestand.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass sie ein erhöhtes Leukämie-Sterberisiko bei Personen in der direkten Umgebung von Freileitungen beobachtet haben ($<50 \text{ m}$). In Bezug auf Hirntumoren und ALS zeigte sich kein Zusammenhang.

Bemerkungen: Da es sich um eine Auswertung von Registerdaten handelt, bestand keine Gefahr einer Verzerrung durch Selektions- oder Erinnerungsbias. Die Autoren weisen einschränkend darauf hin, dass keine Informationen über die berufliche Magnetfeldbelastung der Personen vorlag und dass in den meisten anderen Studien kein Zusammenhang zwischen Magnetfeldbelastung und Leukämie bei Erwachsenen beobachtet wurde. Hinweise auf eine Assoziation ergaben sich nur in den Studien von Feychting et al. 1994 und Li et al. 1997. Eine weitere Einschränkung ist, dass die Fallzahlen in den oberen Belastungskategorien klein waren ($>0.3 \mu\text{T}$: $n=24$ für Leukämie, $n=22$ für Hirntumoren und $n=1$ für ALS).

Finanzierung: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

Pölzl C.

EMF recommendations specific for children?.

Prog Biophys Mol Biol 2011; 107 (3): 467-472

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Augner C, Gnambs T, Winker R, Barth A.

Acute effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on subjective well-being and physiological reactions: A meta-analysis.

Sci Total Environ 2012; 424: 11-15

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Experimentelle Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Review und Metaanalyse zu Auswirkungen der kurzfristigen Mobiltelefonexposition auf subjektive und objektive Parameter des Wohlbefindens.

Kollektiv: Probanden mit oder ohne selbstdeklarierte elektromagnetische Hypersensibilität (EHS), die an experimentellen Studien zu Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf das Befinden teilgenommen hatten.

Exposition: Die experimentelle Exposition bestand aus Mobiltelefonsignalen des GSM-Standards mit Trägerfrequenzen von 900 oder 1800 MHz.

Methode: Berücksichtigt wurden Studien mit einfacher oder doppelter Verblindung und mindestens zwei Expositionsbedingungen (Mobiltelefon- vs. Scheinexposition). Die Literatursuche in PubMed ergab bis 1.1.2011 englischsprachige Publikationen von 26 Studien. Nach Ausschluss von Artikeln, die nicht alle Einschlusskriterien erfüllten, kamen 17 Studien zur Auswertung (Publikationszeitraum: 2001 bis 2011). Insgesamt hatten 1174 Personen daran teilgenommen, der Median der Teilnehmerzahl lag bei 32. Untersucht wurden: Kopfschmerzen, Übelkeit, Müdigkeit, Schwindel, Hautreizungen, Feldwahrnehmungsfähigkeit und als physiologische Parameter des Wohlbefindens: Blutdruck, Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität, Hautwiderstand, Atmung. Die meisten Zielgrössen wurden in einen standardisierten Mittelwert für die Differenz zwischen den beiden Expositionsgruppen transformiert. Die durchschnittlichen Expositionseffekte für verschiedene Studien wurden mit einem metaanalytischen Modell mit festen Effekt berechnet. Die Annahme eines zugrunde liegenden, gemeinsamen Populationseffekts wurde mittels Homogenitätsstatistik Q überprüft.

Resultat: Die Metaanalysen ergaben für keine der untersuchten Variablen einen signifikanten Expositionseffekt. Die Anzahl der Effektschätzer für die einzelnen Zielgrössen variierte zwischen 3 und 12. Es bestand keine signifikante Heterogenität, und die Werte der Effektschätzer variierten zwischen -0.25 (für die Atmung), 0.00 (für die Feldwahrnehmungsfähigkeit) und 0.14 (für den Hautwiderstand), keiner war statistisch signifikant. Der Effektschätzer für Kopfschmerzen basierte auf 8 Studien und lag bei 0.08 (95%-CI: -0.02 bis 0.18). Gemäss den Autoren sind weitere Studien zu dieser Frage empfehlenswert.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass diese Metaanalyse gegen einen Einfluss der kurzfristigen Mobiltelefonexposition auf das Wohlbefinden und damit zusammenhängende physiologische Parameter spricht. Ausserdem bestand kein Hinweis auf eine Feldwahrnehmungsfähigkeit unter Doppelblindbedingungen. Sie empfehlen weitere Studien, in denen längere Expositionsdauern untersucht und Nozeboeffekte vermieden werden sollten, zum Beispiel durch kontrollierte Exposition zu Hause.

Bemerkungen: Die Schlussfolgerungen stimmen mit den Ergebnissen anderer systematischer Übersichtsarbeiten überein (zum Beispiel Rubin et al. 2010 und 2011, SCENIHR 2009, Rösli 2008 und 2011). Einschränkungen ergeben sich aus der kleinen Anzahl an Studien für einige Zielgrössen und den bestehenden Unterschieden in ihrer Methodik, auch wenn keine statistisch signifikante Heterogenität bestand.

Finanzierung: Keine Angaben.

Baliatsas C, Van Kamp I, Bolte J, Schipper M, Yzermans J, Lebre E.

Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: can we get more specific? A systematic review.

Environ Int 2012; 41: 15-28

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Hautreaktionen

Risikowahrnehmung

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Systematische Übersicht und Metaanalyse über epidemiologische Studien zum Zusammenhang zwischen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung und unspezifischen Beschwerden in der Gesamtbevölkerung.

Kollektiv: Berücksichtigt wurden alle nichtexperimentellen, beobachtenden Studien an gesunden Personen ab 12 Jahren. Nicht ausgewertet wurden Studien, an denen nur Personen mit selbstdeklariierter elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) teilgenommen hatten.

Exposition: Belastung der Bevölkerung durch Hochfrequenzstrahlung unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte im Frequenzbereich von GSM, UMTS, FM-Radio, TDAB, WiMax/LTE, analogem TV, DVB-T, TETRA, DECT und WLAN/WIFI. Das Ausmass der Exposition wurde in den Studien entweder objektiv gemessen oder basierte auf der Einschätzung und den Angaben der Teilnehmer.

Methode: Zur Auswertung kamen Studien zum Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzbelastung und selbstberichteten körperlichen Beschwerden ohne erklärenden pathologischen Befund. Analysen zu psychischen Symptomen oder chronischen Krankheiten wurden nicht berücksichtigt. Die Studien mussten bestimmte grundlegende Qualitätskriterien erfüllen, unter anderem ausreichende Angaben zur Erfassung der Exposition und der Zielgrösse(n) sowie zur statistischen Methode und zur Korrektur der wichtigsten Einflussfaktoren wie Alter und Geschlecht (Confounder). Die metaanalytische Auswertung beschränkte sich auf Studien mit objektiver Expositionserfassung, z.B. mit Messungen, computergestützten Modellierungen oder geokodierter Distanz zu Basisstationen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Zufallseffekt-Metaanalyse.

Resultat: In die engere Auswahl kamen 41 Publikationen, 20 von ihnen erfüllten auch die qualitativen

Einschlusskriterien und wurden in die Review aufgenommen. Sie bezogen sich auf 22 Studien, darunter 18 Querschnitts-, 3 Longitudinal- und eine Fall-Kontrollstudie. Zehn Studien betrafen die tatsächliche Exposition (vor allem von Basisstationen), 9 die selbst eingeschätzte Belastung (vor allem durch Mobiltelefone), und 3 Studien berücksichtigten beide Aspekte. Die Stichprobengrößen variierten zwischen 54 und 420'095 Personen. Insgesamt zeigten die Studien keine einheitliche Beziehung zwischen der tatsächlichen Hochfrequenzexposition und dem Auftreten von unspezifischen Beschwerden in der Allgemeinbevölkerung. Bezogen auf Müdigkeitssymptome und Konzentrationsschwierigkeiten ergaben die meisten Studien keinen Zusammenhang mit dem Ausmass der Belastung. Hinsichtlich Schwindel, Schlafstörungen und Kopfschmerzen waren die Resultate widersprüchlich. Studien mit grösseren methodischen Mängeln, z.B. bezüglich Expositionserfassung oder Stichprobenauswahl resultierten häufiger in statistisch signifikanten Assoziationen als bessere Untersuchungen. In Studien zur selbst eingeschätzten Hochfrequenzbelastung zeigten sich stärkere Zusammenhänge mit Konzentrationsschwierigkeiten und Kopfschmerzen. Die Mehrheit dieser Studien ergab keine Assoziation oder widersprüchliche Resultate für Schlafprobleme, Schwindel, Müdigkeit und Tinnitus. Die Metaanalysen der Untersuchungen mit objektiver Expositionserfassung zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich Häufigkeit oder Schweregrad der Beschwerden.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Studien insgesamt keinen Hinweis auf einen direkten Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzbelastung und dem Auftreten oder der Häufigkeit von unspezifischen Symptomen in der Allgemeinbevölkerung. Sie empfehlen weitere epidemiologische Studien mit vergleichbaren Methoden. Darin sollten auch Interaktionen zwischen tatsächlicher Exposition, Wahrnehmung und psychologischen Faktoren evaluiert werden.

Bemerkungen: Die Ergebnisse dieser Übersichtsarbeit stimmen mit anderen systematischen Reviews überein, zum Beispiel Rubin et al. 2010, Rösli & Hug 2011.

Finanzierung: The Netherlands Organisation for Health Research and Development (ZonMW).

Baste V, Moen BE, Oftedal G, Strand LA, Bjorge L, Mild KH.

Pregnancy Outcomes After Paternal Radiofrequency Field Exposure Aboard Fast Patrol Boats.

J Occup Environ Med 2012; 54 (4): 431-438

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Radar

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Patienten-, Registerdaten

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Register-Kohortenstudie an Männern, die bei der norwegischen Marine angestellt waren, zu Auswirkungen der beruflichen Hochfrequenzexposition auf die Fruchtbarkeit und das Risiko angeborener Fehlbildung bei Kindern. Vorgängerstudie: Mageroy et al.: A higher risk of congenital anomalies in the offspring of personnel who served aboard a Norwegian missile torpedo boat. Occup Environ Med 2006;63(2):92-97.

Kollektiv: 28'337 männliche Angestellte der norwegischen Marine mit 264'065 identifizierbaren Dienstperioden, sowohl an Bord von Schiffen als auch an Land. Durch Verbindung der Daten mit dem norwegischen Geburtsregister lagen Informationen über alle Schwangerschaften und Geburten ab der 16. Schwangerschaftswoche zwischen 1967 und 2008 vor (n=37'920). Nicht berücksichtigt wurden Kinder, deren Mütter ebenfalls bei der Marine gearbeitet hatten (n=287). Für 1129 Schwangerschaften lagen nicht genügend Daten zum Beruf des Vaters vor.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Radargeräte und Sendeanlagen an Bord von norwegischen Marinebooten. Frequenzbereich der Antennen: 2.1 bis 4 MHz, die maximale Sendeleistung betrug 250 W, lag aber überwiegend zwischen 10 und 50 W. Auf jedem Boot befanden sich zusätzlich 2 Radargeräte mit Sendefrequenzen von 9.1 bis 9.4 GHz und maximaler Leistung von 25 kW. Ausschlaggebend für die Expositionsabschätzung war die Anstellungsdauer des Vaters bei der Marine vor der Konzeption des Kindes. Als "akute Exposition" galt der Zeitraum von 3 Monaten vor dem Konzeptionstermin, länger zurückliegende Belastungen wurden als "nicht akut" bezeichnet. Zusätzlich wurden 3 Expositionsklassifizierungen verwendet: 1) Dienst auf einem Marineboot, verglichen mit Landpersonal; 2) Arbeit auf einem "fast patrol boat" (FPB, ausgerüstet für elektronische Kriegsführung), verglichen mit der Arbeit auf anderen Schiffen während eines entsprechenden Zeitraums und 3) Hochfrequenzbelastung an Bord eines FPB gemäss einer Expositionsmatrix mit

berechneten Werten. Die Berechnung beruhte auf Messungen der elektrischen Feldstärke an verschiedenen Stellen auf FPBs (1998 bis 2005). Daraus wurde ein frequenzgewichteter Durchschnittswert ermittelt und als quadratischer Prozentsatz des ICNIRP-Referenzwerts ausgedrückt. Ebenfalls berücksichtigt wurden die verschiedenen Messorte (Mittelwert aller Geräte am jeweiligen Ort). Sowohl die Teilnehmer mit "akuter" als auch mit "nicht akuter" Exposition wurden in drei gleich grosse Gruppen unterteilt. Zusätzlich zur Expositionskategorisierung erfolgte die Unterteilung in drei Berufsgruppen gemäss Tätigkeiten und Aufenthaltsorten an Bord.

Methode: Als Zielgrössen analysiert wurden alle angeborenen Fehlbildungen gemäss ICD, ausserdem das Geschlechterverhältnis (Jungen:Mädchen), niedriges Geburtsgewicht (<2500 g), Frühgeburt (<37 Wochen), Geburtsgewicht <10. Perzentile des entsprechenden Gestationsalters ("small for gestational age", SGA) und Schwangerschaften mit Präeklampsie (=Schwangerschaftsvergiftung). Zur Berechnung der relativen Risiken diente ein log-binomiales Regressionsmodell unter Berücksichtigung des Geburtsjahrs und des Alters beider Eltern. Die Auswertung des Eklampsie-Risikos enthielt zudem eine Korrektur für die Anzahl früherer Geburten der Mutter.

Resultat: Die Väter von 18'360 der insgesamt 37'920 Kinder hatten nur Landdienst geleistet. Eine Exposition innerhalb von drei Monaten vor dem Konzeptionstermin ("akut") lag bei 660 Männern vor, eine "nicht akute" Belastung bei 4456 Teilnehmern. Das Durchschnittsalter der Väter mit "akuter Exposition" durch die Arbeit auf FPBs oder anderen Booten war niedriger als in den beiden anderen Gruppen (26.4 Jahre; Teilnehmer mit nicht akuter Exposition: 31.6 Jahre; Referenzgruppe mit Landdienst: 31.1 Jahre). Verglichen mit dem Landdienst war sowohl die "akute", als auch die "nicht akute" Belastung durch Dienst auf einem Marineboot statistisch signifikant mit einem erhöhten Risiko für Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht verbunden (ORs: 1.29, 95%-CI: 1.07-1.56 resp. 1.20, 95%-CI: 1.07-1.35). Für die sechs weiteren Reproduktionsparameter zeigten diese Auswertungen kein erhöhtes Risiko. Bei Kindern von Vätern mit "akuter" Exposition durch Arbeit auf einem FPB bestanden signifikant erhöhte Risiken für Präeklampsie in der Schwangerschaft (1.57, 95%-CI: 1.03-2.41) und perinatale Sterblichkeit (2.23, 95%-CI: 1.08-4.62). Dabei dienten Teilnehmer, die auf anderen Marinebooten gearbeitet hatten, als Referenzgruppe. Die Auswertung der berechneten Hochfrequenzdosis durch Arbeit auf einem FPB innerhalb von drei Monaten vor dem Konzeptionstermin ergab statistisch signifikante Zusammenhänge mit der perinatalen Sterblichkeit (für die mittlere Expositionskategorie) und mit dem Präeklampsie-Risiko (für die unterste und die oberste Expositionskategorie). Bei Vätern mit "nicht akuter" Exposition durch FPBs mindestens drei Monate vor dem Konzeptionstermin war keiner der untersuchten Reproduktionsparameter mit der Hochfrequenzbelastung assoziiert.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass in dieser Studie die Arbeit auf einem FPB innerhalb von drei Monaten vor der Konzeption mit dem Präeklampsie-Risiko und mit der perinatalen Sterblichkeit der Kinder assoziiert war. Zusätzlich bestand ein schwacher linearer Risikoanstieg mit zunehmender Hochfrequenzbelastung. Es zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen der Exposition und dem Geschlechterverhältnis der Kinder, angeborenen Fehlbildungen, niedrigem Geburtsgewicht, Frühgeburtlichkeit oder SGA (=zu niedriges Geburtsgewicht für die jeweilige Schwangerschaftsdauer).

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls einschränkend anmerken, wurden im Untersuchungszeitraum nur 14 Kinder von Vätern mit starker Hochfrequenzbelastung durch Arbeit auf einem FPB geboren. Da in dieser Kategorie kein Fall von perinataler Sterblichkeit auftrat, war dazu keine Auswertung möglich. Auch die

Ergebnisse zu den anderen Reproduktionsparametern sind wegen der kleinen Fallzahlen statistisch instabil. Plausibel erscheint, dass die statistisch signifikanten Zusammenhänge eher bei Teilnehmern mit "akuter Exposition" beobachtet wurden. Einige Lebensstilfaktoren, die einen Einfluss auf die Reproduktion haben könnten, z.B. Tabak- und Alkoholkonsum, wurden nur durch die Verwendung von anderen Marine-Angestellten als Referenzgruppe berücksichtigt. Auf FPBs ist allerdings mit einer stärkeren Belastung durch Dieselabgase und Vibration zu rechnen als auf anderen Booten.

Finanzierung: The study was funded by the Ministry of Defence as a part of the research program Electromagnetic Field and Reproductive Health

Little MP, Rajaraman P, Curtis RE, Devesa SS, Inskip PD, Check DP, Linet MS.

Mobile phone use and glioma risk: comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States.

BMJ 2012; 344: e1147 (online publication)

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Zielgrösse: Tumoren: Hirntumoren
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Nichteuropäische Länder
Studientyp: Epi: Register-Kohorte Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Vergleich der beobachteten Inzidenzraten für Gliome in den USA zwischen 1992 und 2008 mit hypothetischen Inzidenzraten unter Anwendung der relativen Risiken, die in zwei grossen Fall-Kontrollstudien beobachtet worden waren (INTERPHONE Study Group, Int J Epi 2010; 39(3):675-694 und Hardell et al., Int J Onc 2011; 38(5):1465-1474). Dabei wurden auch hypothetische Latenzzeiten bis zur Tumordiagnose, die genaue Lokalisation im Gehirn, der Malignitätsgrad des Tumors und die Veränderung der Mobiltelefonbenutzung während des Beobachtungszeitraums berücksichtigt.

Kollektiv: Die Auswertungen basierten auf Daten zur Gliom-Inzidenz von 12 Krebsregistern in den USA, die im Rahmen des so genannten SEER-Programms kontinuierlich gesammelt werden. Für die Analyse berücksichtigt wurden nur Personen mit weisser Hautfarbe (nicht-hispanischer Herkunft), bei denen zwischen 1992 und 2008 im Alter von mindestens 18 Jahren ein Gliom diagnostiziert worden war.

Exposition: Die Expositionsabschätzung basierte auf den Daten der "Cellular Telecommunications International Association" über die Anzahl der Mobiltelefonabonnements in den USA pro Jahr, die auf der entsprechenden Internetseite veröffentlicht werden. Unter der Annahme einer Latenzperiode bis zur Tumordiagnose von mindestens 10 Jahren wurden die Abonnements seit 1982 mit den Gliominzidenzen ab 1992 in Beziehung gesetzt. Um die Anzahl der Abonnements pro Kopf zu berechnen, wurde die Anzahl der Abos insgesamt durch die Gesamtbevölkerung in dem entsprechenden Jahr geteilt.

Methode: Da sich die Mobiltelefonbenutzung in den USA seit ca. 1995 verbreitet hat, wurde ein statistisches Modell für die Jahre 1992 bis 1996 gemeinsam erstellt und dann von 1997 bis 2008 für jedes Jahr einzeln. Es handelte sich um Poisson maximum likelihood-Modelle unter Berücksichtigung von Altersgruppe, spezifischem

SEER-Register und Geschlecht. Durch die Kombination der Gliom-Inzidenzraten von 1992 bis 1996, der Anzahl Mobiltelefonabos pro Kopf sowie diversen Risikoschätzern und Latenzzeiten für den möglichen Einfluss der Mobiltelefonbenutzung wurden die zu erwartenden Veränderungen in der Inzidenz für verschiedene Szenarien berechnet. Anschliessend erfolgten Vergleiche zwischen den berechneten Inzidenzen, die auf Risikoschätzern der Interphone-Studie oder der schwedischen Studie von Hardell et al. (2011) basierten, und den tatsächlich beobachteten Erkrankungsraten.

Resultat: Aus den 12 Krebsregistern wurden 24'813 Personen identifiziert, bei denen zwischen 1992 und 2008 ein Gliom diagnostiziert worden war. Die altersspezifischen Erkrankungsraten veränderten sich in diesem Zeitraum kaum (pro Jahr ca. -0.02%, 95%-CI: -0.28 bis 0.25%). Nur die Tumoren mit geringem Malignitätsgrad oder unklarer Lokalisation nahmen tendenziell ab, dagegen nahmen Tumoren im Schläfenlappen des Gehirns oder an anderen spezifizierten Stellen leicht zu (pro Jahr um 0.73% (95%-CI: 0.23 bis 1.23%) bzw. 0.79% (95%-CI: 0.4 bis 1.19%). Es bestand aber kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Erkrankungsraten vor 1996 und im Zeitraum danach. Auch eine Abnahme der Inzidenz um ca. 20%, wie sie aufgrund der Interphone-Resultate mit Risikoschätzern von 0.8 zu erwarten wäre, war nicht zu beobachten. Wenn man den Modellen die Ergebnisse der schwedischen Studie zugrunde legte, resultierten deutlich höhere Erkrankungsraten als in den Krebsregistern tatsächlich vorhanden. Zum Beispiel ergab sich für das Jahr 2008 unter Annahme der Risikoschätzer in der schwedischen Studie eine berechnete Inzidenz von 25.5 Gliomerkrankungen pro 100'000 Personen-Jahre (95%-CI: 24.2 - 27.0), während die tatsächlich beobachtete Inzidenz bei 17.7 Neuerkrankungen pro 100'000 Personen-Jahre (95%-CI: 16.5 - 19.0) lag. Wenn den Berechnungen die Interphone-Ergebnisse zugrunde gelegt wurden, unterschieden sich die berechneten Erkrankungsraten nicht signifikant von den beobachteten.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass die Gliom-Erkrankungsraten höher sein müssten als die tatsächlich zwischen 1992 und 2008 in den USA beobachteten Inzidenzen, wenn die Mobiltelefonbenutzung zu einem starken Anstieg des Gliomrisikos führen würde. Sie weisen darauf hin, dass die beobachteten Erkrankungsraten mit einem mässigen Risikoanstieg, wie er in der Interphone-Studie für Personen mit intensiver Mobiltelefonbenutzung beobachtet wurde, vereinbar seien. Ausserdem führen sie aus, dass der Anstieg der Gliome im Schläfenlappen nach 1996 stärker ausgeprägt sein müsste als in den Jahren vorher, wenn die Mobiltelefonbenutzung zu diesem Anstieg geführt hätte. Dies sei aber in den Registerdaten nicht zu beobachten gewesen.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, basierte die Expositionsabschätzung in dieser Simulationsstudie auf der Anzahl der Mobiltelefonverträge in der Gesamtbevölkerung. Dadurch war eine individuelle Zuordnung der Mobiltelefonbenutzung zu Personen mit oder ohne Gliomerkrankung nicht möglich. Eine weitere Einschränkung ist, dass die Latenzzeit bis zur Tumordiagnose in den statistischen Modellen maximal 10 Jahre betrug. Zudem dienten die Erkrankungsraten zwischen 1992 und 1996 als Vergleichswert, und es lässt sich nicht beurteilen, ob und wie sich diese Raten auch ohne das Aufkommen der Mobiltelefonie in den Jahren bis 2008 verändert hätten. Ausserdem ist davon auszugehen, dass der Anteil an Personen mit intensiver Mobiltelefonbenutzung inzwischen höher ist als zum Zeitpunkt der Datenerhebung der Interphone-Studie (2000-2004) oder der schwedischen Studie (1997-2003). Nach der Publikation dieser Simulationsstudie wurden zwei Kommentare mit Kritik an den statistischen Methoden veröffentlicht (Davis et al., BMJ 2012;344:e3083, und Kundi, BMJ 2012;344:e3078). Die Antwort der Autoren ist zu finden in: Little et al., BMJ 2012; 344:e3088.

Finanzierung: This work was supported by the Intramural Research Program of the National Institutes of Health, and the National Cancer Institute, Division of Cancer Epidemiology and Genetics.

Agarwal A, Singh A, Hamada A, Kesari K.

Cell phones and male infertility: a review of recent innovations in technology and consequences.

Int Braz J Urol 2011; 37 (4): 432-454

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Schwangere Frauen

Tiere

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersicht über wissenschaftliche Studien zur Untersuchung von Auswirkungen der Mobilfunkstrahlung auf die Fruchtbarkeit von Männern. Diskutiert werden neben Untersuchungen am Menschen auch Zell- und Tierstudien.

Kollektiv: Diverse Kollektive in experimentellen und epidemiologischen Studien. Ebenfalls beschrieben werden Tierstudien, überwiegend an Mäusen oder Ratten.

Exposition: Mobiltelefonähnliche Exposition in experimentellen Studien; teilweise erfolgte die Exposition der Spermien im Reagenzglas. In beobachtenden Studien diente die Mobiltelefonbenutzung als Kriterium für die Hochfrequenzbelastung der Studienteilnehmer.

Methode: Beschreibende Übersichtsarbeit ohne Metaanalyse.

Resultat: Die bisher vorliegenden Studien haben widersprüchliche Resultate bezüglich nichtthermischer Auswirkungen auf die männliche Fruchtbarkeit ergeben. Als Wirkungsmechanismus wird unter anderem die Entstehung von oxidativem Stress durch die Mobiltelefonstrahlung diskutiert. Eine andere Hypothese sind Veränderungen des Zellstoffwechsels oder der Regulation des natürlichen Zelltodes (Apoptose). Ebenfalls untersucht wurden DNA- oder Chromatinschäden in den Spermienzellen sowie Einflüsse auf den Hormonhaushalt durch Mobiltelefonexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studien widersprüchlich sind. Sie sehen aber einige Hinweise auf negative Auswirkungen der Mobiltelefonexposition und fordern daher

standardisierte Untersuchungsbedingungen für weitere Studien.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Übersichtsarbeit, weil keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche und zur Vollständigkeit der Literatur vorhanden sind. Auch die Resultate werden nur exemplarisch, nicht systematisch dargestellt. Eine entscheidende Frage bei der Interpretation ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse von Laborstudien, auch wenn sie an menschlichen Spermien durchgeführt wurden. Unter anderem ist fraglich, wie gut die Expositionsbedingungen im Labor die tatsächliche Belastung widerspiegeln.

Finanzierung: Center for Reproductive Medicine, Cleveland Clinic, Ohio (USA)

Joseph W, Frei P, Rösli M, Vermeeren G, Bolte J, Thuroczy G, Gajsek P, Treck T, Mohler E, Juhasz P, Finta V, Martens L.

Between-country comparison of whole-body SAR from personal exposure data in Urban areas.

Bioelectromagnetics (epub ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Studientyp:

Wireless LAN, Wi-Fi

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Lauer O, Neubauer G, Rösli M, Riederer M, Frei P, Mohler E, Fröhlich J.
Measurement setup and protocol for characterizing and testing radio frequency personal exposure meters.
Bioelectromagnetics 2012; 33 (1): 75-85

<i>Stichwörter</i>	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell Erwachsene (alle)	Messungen, Dosimetrie, Grenzwerte

Exposition:
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Fernseh- und Radiosender
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone
Schnurlostelefone

Studientyp:
Wireless LAN, Wi-Fi
Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Langzeit	Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Merhi ZO.

Challenging cell phone impact on reproduction: a review.

J Assist Reprod Genet 2012; 29 (4): 293-297

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Schwangere Frauen

Tiere

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Ziel: Übersichtsarbeit zu Studien an Menschen und Tieren, in denen Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Fruchtbarkeit untersucht wurden.

Kollektiv: Diverse Kollektive in experimentellen und beobachtenden Studien an Menschen und Tieren.

Exposition: Mobiltelefonexposition im Labor oder Mobiltelefonbenutzung im Alltag.

Methode: Beschreibende Übersichtsarbeit ohne Metaanalyse.

Resultat: Die Studien zur Fruchtbarkeit von Männern ergeben kein einheitliches Bild, so dass die Frage nach negativen Auswirkungen von Mobiltelefonen in der Hosentasche noch nicht beantwortet werden kann. Zu Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit von Frauen oder die Entwicklung des Embryos während der Schwangerschaft gibt es ebenfalls keine einheitlichen Ergebnisse. Ausserdem wurden sehr unterschiedliche Parameter untersucht.

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die bisherigen Studien keine abschliessende Beurteilung erlauben. Sie weisen darauf hin, dass zu dieser Fragestellung zur Zeit hauptsächlich Tierstudien vorliegen. Bei den Untersuchungen an Menschen handelt es sich mehrheitlich um Fall-Kontroll- oder Zeitreihenstudien. Kohortenstudien gibt es kaum, und in den meisten Studien fehlen nichtexponierte Kontrollgruppen. Zudem bezweifeln die Autoren die Übertragbarkeit der Expositionsbedingungen im Labor und empfehlen realistischere Studien.

Bemerkungen: Es handelt sich nicht um eine systematische Übersichtsarbeit, weil keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche und zur Vollständigkeit der Erfassung gemacht werden.

Finanzierung: Einzige Angabe: no conflict of interest.

Mohler E, Frei P, Fröhlich J, Braun-Fahrlander C, Röösli M.

Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields and Sleep Quality: A Prospective Cohort Study.

PLoS One 2012; 7 (5): e37455

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Schlafphasen und Schlafqualität

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie im Rahmen der QUALIFEX-Studie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Hochfrequenzbelastung im Alltag und der Schlafqualität. Für diese Fragestellung lagen objektive Messwerte zur Hochfrequenzbelastung und Teilnehmerangaben zur Schlafqualität vor. Zusätzlich wurde überprüft, ob eine in die Kohortenstudie eingebettete Studie mit einer kleineren Stichprobe und objektiv gemessenen Schlafparametern zu ähnlichen Ergebnissen führte. Die Ergebnisse der Kohortenstudie zum Auftreten von unspezifischen Symptomen und Tinnitus sind publiziert in: Frei et al., Environ Int 2012; 1 (38): 29-36.

Kollektiv: Im Mai 2008 wurden aus Einwohnerregistern der Region Basel 3763 Personen zwischen 30 und 60 Jahren zufällig ausgewählt und per Fragebogen kontaktiert. Ein Jahr später erhielten die Teilnehmer den selben Fragebogen erneut. Die Fragen betrafen die Schlafqualität, Expositionsparameter wie Mobil- und Telefonbenutzung sowie mögliche weitere Einflussfaktoren. Personen mit regelmässiger Einnahme von Schlafmitteln oder Schichtarbeit wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Aus den Teilnehmern der Kohortenstudie wurden 120 Personen für die eingebettete Studie ausgewählt. Diese Personen erhielten ein Gerät zur Bewegungsmessung (Actigraph), das sie 2 Wochen lang nachts am Handgelenk trugen. Zusätzlich führten die Probanden ein Schlaftagebuch.

Exposition: Hochfrequenzexposition durch Sendeanlagen des Mobilfunks und des Rundfunks sowie durch die Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen. Die Abschätzung der Fernfeldbelastung durch Sendeanlagen beruhte auf Messwerten, auf erfragten Expositionsparametern und dem dreidimensionalen Ausbreitungsmodell aus der QUALIFEX-Studie (vgl. Frei et al.: A prediction model for personal radio frequency electromagnetic field exposure. Sci Total Environ 2009; 408 (1): 102-108). Zur Abschätzung der Nahfeldexposition dienten folgende Parameter: 1) selbstberichtete Mobiltelefonbenutzung (Häufigkeit und Dauer pro Tag), 2)

selbstberichtete Benutzung von Schnurlostelefonen (DECT-Telefone, Gesprächsdauer pro Tag) und 3) Daten über ein- und ausgehende Anrufe in den letzten 6 Monaten von den Netzbetreibern, falls die entsprechende Genehmigung der Teilnehmer vorlag.

Methode: Der schriftliche Fragebogen enthielt 7 Aspekte der "Epworth Sleepiness Scale", aus denen sich Punktwerte zwischen 0 und 21 errechnen liessen. Zusätzlich kamen 4 Fragen der "Schweizerischen Gesundheitsbefragung" zu Schlafstörungen zur Anwendung (jeweils auf einer Likert-Skala mit 4 Punkten). Ebenfalls erfragt wurden soziodemographische Charakteristika und ob sich die Teilnehmer selbst als elektrohypersensibel beurteilten. In der Kohortenanalyse wurde die Hochfrequenzexposition zum ersten Erhebungszeitpunkt mit der Entwicklung der Schlafqualität bis zur Follow-up-Untersuchung nach einem Jahr in Beziehung gesetzt. Dafür wurden 3 Expositionskategorien gebildet: unterhalb des Medians (Referenzgruppe), 50. bis 90. Perzentil und >90. Perzentil. Die Veränderungsanalyse betraf die Frage, ob eine Veränderung der Exposition während des einjährigen Beobachtungszeitraums auch mit einer Veränderung der Schlafqualität einherging. Dabei wurden die 20% der Teilnehmer mit dem grössten Anstieg oder der grössten Abnahme der Exposition den 60% mit geringeren Veränderungen gegenübergestellt. Die statistische Auswertung der Kohortenstudie erfolgte mittels linearer Regression unter Berücksichtigung der soziodemographischen Charakteristika, Lebensstilfaktoren und Umgebungsbedingungen. In der eingebetteten Studie kamen die gleichen Expositionskategorien zur Anwendung, die Auswertung erfolgte mittels "Random Intercept"-Regressionsmodell mit Autokorrelationsterm (für die Exposition am Vortag).

Resultat: Für die Kohortenstudie standen Daten von 955 Personen zur Verfügung, das Durchschnittsalter lag bei 47 Jahren. Die Teilnahmerate an der ersten Erhebung lag bei 35%, in der Follow-up-Untersuchung bei 82%. Die eingebettete Studie umfasste objektive Schlafparameter von 120 Teilnehmern resp. 1680 Nächten. Die soziodemographischen Charakteristika beider Teilnehmergruppen waren vergleichbar. In beiden Gruppen bezeichneten sich ca. 20% der Personen als hypersensibel oder führten Beschwerden auf EMF-Belastungen zurück. Der Mittelwert der alltäglichen Hochfrequenzexposition betrug zu Beginn der Kohortenstudie 0.12 W/m^2 (0.21 V/m). In der kleineren Studie wurden durchschnittlich 0.11 W/m^2 in den Schlafzimmern gemessen. Der Mittelwert der an einem typischen Arbeitstag gemessenen Belastung lag bei 0.35 W/m^2 (0.36 V/m). Bei der ersten Erhebung benutzten die Teilnehmer im Durchschnitt 61.6 Minuten pro Woche ein Mobiltelefon und 73.8 Minuten ein Schnurlostelefon. In der Kohortenstudie ergaben von den 48 Auswertungen zur Tagesschläfrigkeit und zu Schlafstörungen 6 Analysen statistisch signifikante Resultate. Sie zeigten kein einheitliches Muster, das auf eine geringere Schlafqualität bei stärkerer Hochfrequenzbelastung oder auf einen Zusammenhang mit Expositionsveränderungen innerhalb eines Jahres hinwies. In der eingebetteten Studie bestanden keine statistisch signifikanten Assoziationen zwischen der Belastung am Tag oder in der Nacht mit der objektiv gemessenen Schlafdauer oder Schlafeffizienz. Auch die Angaben der Teilnehmer zur Erholbarkeit des Schlafes hingen nicht mit der Belastung zusammen. Es zeigten sich keine Unterschiede zwischen Personen mit und ohne elektromagnetische Hypersensibilität (EHS).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzbelastung im Alltag und Schlafstörungen oder übermässiger Tagesschläfrigkeit beobachtet wurde. Diese Ergebnisse liessen sich in einer kleineren Studie mit objektiver Messung der Exposition und der Schlafqualität bestätigen.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, gab es bisher noch keine Kohortenstudie zu dieser

Fragestellung. Weitere Stärken der Studie sind die objektiven Messungen der Hochfrequenzbelastung und einiger Schlafparameter. Etwas fraglich ist allerdings, ob sich eventuelle Auswirkungen der Exposition auf den Schlaf bereits innerhalb eines Jahres manifestieren würden. Ausserdem war das Ausmass der Belastung und ihre Veränderung während des Beobachtungszeitraums gering, damit auch die zu erwartenden Veränderungen der Schlafqualität.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation.

Parlett LE, Bowman JD, van Wijngaarden E.

Evaluation of occupational exposure to magnetic fields and motor neuron disease mortality in a population-based cohort.

J Occup Environ Med 2011; 53 (12): 1447-1451

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Gye MC, Park CJ.

Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system.

Clin Exp Reprod Med 2012; 39 (1): 1-9

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:
Mobiltelefone

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Tiere

Zielgrösse:

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Zusammenfassende Darstellung von Studien an Tieren und Menschen zu Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf die Fruchtbarkeit.

Kollektiv: Diverse Kollektive in experimentellen und beobachtenden Studien an Tieren und Menschen.

Exposition: Hoch- und niederfrequente elektromagnetische Felder in diversen Settings.

Methode: Beschreibende Literaturübersicht ohne Metaanalyse.

Resultat: Es liegen zahlreiche Tierstudien zu unterschiedlichen EMF-Belastungen und Zielgrössen vor. Die Ergebnisse sind nicht einheitlich. Einige epidemiologische Studien aus den 1980er Jahren wiesen auf negative Auswirkungen der Computerarbeit auf den Schwangerschaftsverlauf hin. Untersuchungen bei jungen, nicht schwangeren Frauen gibt es nur wenige. Insgesamt wird die Evidenz für Auswirkungen niederfrequenter Magnetfelder auf die Embryonalentwicklung kontrovers beurteilt, in einigen Tierstudien wurden aber negative Auswirkungen beobachtet. Daher wird empfohlen, die EMF-Belastung während der Schwangerschaft zu minimieren.

Schlussfolgerung: Die Autoren schliessen aus den Studien auf Gesundheitsrisiken beim Menschen und empfehlen Massnahmen zur Verminderung der EMF-Exposition.

Bemerkungen: Die Systematik und Vollständigkeit der Übersicht lässt sich nicht beurteilen, da keine Angaben zum Vorgehen bei der Literatursuche gemacht werden. Überwiegend werden Tierstudien angeführt, ausserdem

mehrere Untersuchungen zu Krebs oder anderen Krankheiten, die nicht mit der Fruchtbarkeit in Zusammenhang stehen. Einige epidemiologische Untersuchungen zu Auswirkungen auf die Reproduktionsfähigkeit des Menschen fehlen in der Übersicht.

Finanzierung: Einzige Angabe: "No potential conflict of interest relevant to this article was reported."

Mollerlokken OJ, Moen BE, Baste V, Mageroy N, Oftedal G, Neto E, Ersland L, Bjorge L, Torjesen PA, Mild KH.

No effects of MRI scan on male reproduction hormones.

Reprod Toxicol 2012; 34 (1): 133-139

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Melatonin und andere Hormone Physiologische oder biochemische Parameter Schwangerschaft, Fertilität, Fehlgeburt
Exposition: Elektrische Geräte Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Frequenz: statisch	Wirkungsdauer: Kurz (Tage bis Wochen)	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Cross-over-Studie zu Auswirkungen der EMF-Exposition bei MRI-Untersuchungen ("Magnetic Resonance Imaging", Magnetresonanztomographie) auf den Hormonhaushalt von Männern.

Kollektiv: 24 gesunde Männer im Alter von 19 bis 25 Jahren (Durchschnitt: 21 J.), rekrutiert an der Medizinischen Fakultät der Universität Bergen (Norwegen). Ausschlusskriterien waren Tabakkonsum und frühere Exposition gegenüber Lösungsmitteln, Öldämpfen oder hochfrequenten elektromagnetischen Feldern im Beruf. Ausserdem durften keine Ausschlussgründe gegen die Durchführung einer MRI-Untersuchung vorliegen. Der Body Mass Index (BMI) der Probanden lag zwischen 19 und 30 kg/m².

Exposition: Statische, niederfrequente und hochfrequente Felder des MRI-Gerätes. Gescannt wurde nur der Kopf der Probanden, die Exposition betraf den ganzen Körper. Jeder Untersuchungsdurchgang bestand aus 9 Sequenzen und dauerte ungefähr 20 Minuten. Die Stärke des statischen Feldes betrug 1.5 T. Die Frequenz des hochfrequenten Feldes lag bei 63.4 MHz. Der Mittelwert der spezifischen Absorptionsrate (SAR) lag bei 0.29 W/kg (basierend auf 7 Sequenzen).

Methode: Alle Probanden durchliefen einen Durchgang mit realer MRI-Untersuchung und einen mit Scheinexposition. Vor und nach beiden Sessions wurden Blutproben abgenommen. Die Expositionsreihenfolge war zufällig und ausgeglichen. An einer dritten Session erfolgte eine erneute Blutabnahme. Der Abstand zwischen den Durchgängen betrug zwischen einem und 29 Tagen, im Durchschnitt 11 Tage. Die meisten Intervalle dauerten mindestens 6 Tage. Untersucht wurden: Luteinisierendes Hormon (LH), Follikelstimulierendes Hormon (FSH), Testosteron, Geschlechtshormonbindendes Globulin (SHBG), Prolaktin (PRL), Östrogen (E2), Inhibin B und Thyreotropin (TSH). Inhibin B korreliert mit der Gesamtzahl an Spermien und reguliert die Produktion der anderen Reproduktionshormone. Zusätzlich füllten die Probanden Fragebögen

aus. Die statistischen Auswertungen erfolgten mittels t-Tests für gepaarte Daten. Verglichen wurden die Blutwerte am Anfang und am Ende der Studie sowie vor und nach den einzelnen Expositionsdurchgängen. Ein weiterer Vergleich betraf die Veränderung der Blutwerte zwischen den beiden Blutentnahmen innerhalb einer Session und zwischen den Sessions.

Resultat: Alle gemessenen Hormonkonzentrationen lagen innerhalb der Normbereiche. Der Vergleich der Blutwerte am Anfang und Ende der Studie sowie vor und nach den einzelnen Expositionsdurchgängen oder Intervallen ergab für keines der untersuchten Hormone statistisch signifikante Unterschiede. Dies galt sowohl für die reale MRI-Exposition als auch für die Scheinexposition. Auch zwischen den Differenzen zu den verschiedenen Messzeitpunkten bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Die Autoren folgern, dass in dieser Studie keine Auswirkungen einer 20-minütigen MRI-Untersuchung auf die Konzentration der fortpflanzungsrelevanten Hormone von Männern beobachtet wurden.

Bemerkungen: Bei den statistischen Methoden wird nicht erwähnt, ob die Blutwerte normalverteilt waren und die Anwendung der t-Tests dadurch gerechtfertigt war. Die Berechnung der statistischen Power bezieht sich nur auf Inhibin B, für die anderen Hormone fehlen entsprechende Angaben. Aus logistischen Gründen konnten der geplante Abstand von jeweils 7 Tagen zwischen den drei Studienphasen nicht realisiert werden (Schwankungsbereich: 1 bis 29 Tage).

Finanzierung: Einzige Angabe: "no conflicts of interest".

Harbo Poulsen A, Stenager E, Johansen C, Bentzen J, Friis S, Schüz J.
Mobile phones and multiple sclerosis - a nationwide cohort study in denmark.
PLoS One 2012; 7 (4): e34453

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle)	Neurodegenerative Erkrankungen,
	Mobiltelefonbenutzer	z.B. Demenz
<u>Exposition:</u>	Patienten-, Registerdaten	Zentralnervensystem
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Landesweite Kohortenstudie in Dänemark zum Zusammenhang zwischen der Benutzung von Mobiltelefonen und dem Risiko, an Multipler Sklerose (MS) zu erkranken. In einer früheren Auswertung der selben Kohorte wurde das Risiko verschiedener Erkrankungen des Gehirns oder des Rückenmarks evaluiert: Schüz et al., PLoS ONE 2009; 4 (2): e4389. Die aktuelle Auswertung basiert auf einem anderen Krankheitsregister mit Informationen über Symptome und Krankheitsverlauf.

Kollektiv: Die Studienpopulation umfasste die Gesamtbevölkerung Dänemarks im Zeitraum zwischen 1987 und 2004. Die Informationen über MS-Patienten stammten vom Dänischen Multiple-Sklerose-Register. Registriert wurde das Jahr, in dem die ersten Symptome auftraten. Bezogen auf die Mobiltelefonbenutzung lagen für den Zeitraum von 1982 bis 1995 Daten der Mobilfunkanbieter für 723'421 Abonnenten vor. Nach Ausschluss von Firmenverträgen und unvollständigen Abos kamen 420'086 Privatpersonen mit Mobiltelefonabonnement zur Auswertung. Als nichtexponierte Referenzgruppe diente die Gesamtbevölkerung im Alter von 18 bis 65 Jahren abzüglich der MS-Patienten und der Mobiltelefonabonnenten.

Exposition: Für die Auswertungen zum MS-Erkrankungsrisiko wurde die Vertragsdauer in sechs Kategorien unterteilt: <1, 1-3, 4-6, 10-12, >13 Jahre seit dem ersten Abschluss. Die Analyse des Sterberisikos bei MS-Patienten basierte auf fünf Kategorien: <1, 1-3, 4-6, 7-9, >10 Jahre seit der Diagnose oder seit Vertragsbeginn. Für diese Auswertung standen Daten von 7420 MS-Patienten zur Verfügung, darunter 717 Mobiltelefonbenutzer.

Methode: Verglichen wurden die Erkrankungs- und Sterberaten bei Personen mit und ohne Mobiltelefonabonnement (IRR resp. MRR). Die statistische Auswertung erfolgte mittels loglinearer Poisson-Regression unter Berücksichtigung von Geschlecht, Alter und Kalenderjahr.

Resultat: Im Jahr 1990 besaßen in Dänemark 0.1% der Frauen und 1.9% der Männer im Alter von 18 bis 65 Jahren einen Mobiltelefonvertrag. Im Jahr 1995 waren es 3.6% aller Frauen und bei den 19- bis 47-jährigen Männern bereits über 20%. Die Beobachtungszeit der Studie belief sich bei insgesamt 405'971 Abonnenten auf 4'063'040 Jahre (durchschnittlich 10 Jahre, maximal 18 Jahre). Das relative Risiko an MS zu erkranken, betrug bezogen auf alle exponierten Frauen 1.02 (95%-CI: 0.83-1.24), auf exponierte Männer 1.11 (95%-CI: 0.98-1.26). Für Männer mit ein- bis neunjähriger Vertragsdauer ergaben sich um 10 bis 20% erhöhte Erkrankungsrisiken (statistisch nicht signifikant). Für Männer mit kürzerer oder längerer Vertragsdauer (<1 oder >10 Jahre) war das Risiko nicht erhöht. Bei Frauen war im ersten Vertragsjahr und nach mehr als 10-jähriger Vertragsdauer ein Risikoanstieg zu beobachten: 1.61 (95%-CI: 0.93-2.79, n=13) resp. 2.08 (95%-CI: 1.08-4.01, n=9). Für Frauen mit Verträgen zwischen einem und neun Jahren war das MS-Erkrankungsrisiko nicht erhöht. Bei einer Vertragsdauer von mehr als 13 Jahren, die nur 2 Frauen mit MS aufzuweisen hatten, lag das relative Risiko bei 3.43 (95%-CI: 0.86-13.72). Bezogen auf die Erstsymptomatik zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen Exponierten und Nichtexponierten: Doppelbilder waren bei Männern und Frauen mit Mobiltelefonvertrag häufiger (IRR: 1.38, 95%-CI: 1.02-1.86), Müdigkeit nur bei Frauen (3.02, 95%-CI: 1.45-6.28) und Optikusneuritis nur bei Männern (1.38, 95%-CI: 1.03-1.86). Das Sterberisiko hing bei MS-Patienten insgesamt nicht mit dem Vertragsstatus zusammen (MRR: 0.91, 95%-CI: 0.7-1.19). Bei exponierten Frauen mit MS war das Sterberisiko tendenziell erhöht (1.27, 95%-CI: 0.77-2.09, n=16), in der Gruppe der Patientinnen mit 7- bis 9-jähriger Vertragsdauer war es statistisch signifikant erhöht (2.44, 95%-CI: 1.2-4.98, n=8).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Kohortenstudie insgesamt kein erhöhtes MS-Risiko bei Personen mit Mobiltelefonabonnement beobachtet wurde. Dies galt sowohl für die Krankheitsdiagnose als auch für das erste Auftreten von Symptomen. Die Autoren sehen in den Resultaten für das Gesamtkollektiv wenig Hinweise auf ein erhöhtes Sterberisiko bei MS-Patienten, die ein Mobiltelefon benutzen. Die symptomspezifischen Auswertungen ergaben bei Abonnenten ein höheres Risiko für Erstsymptome, die bereits in früheren Studien mit der Mobiltelefonbenutzung in Verbindung gebracht wurden. Daher empfehlen die Autoren zu dieser Fragestellung detaillierte Analysen, z.B. im Rahmen der laufenden COSMOS-Studie. Dasselbe gilt für das erhöhte Erkrankungs- oder Sterberisiko in einigen Untergruppen von Frauen mit längerer Vertragsdauer. Diese Auswertungen basierten auf kleinen Fallzahlen.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lagen in dieser registerbasierten Kohortenstudie umfassende Daten zur Erkrankung und zu den Symptomen der MS-Patienten vor. Da keine aktive Beteiligung der Personen erforderlich war, konnten Probleme wie Selektions- und Erinnerungsbias vermieden werden. Die Expositionsabschätzung erfolgte allerdings nur anhand der Mobiltelefonverträge, die keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Benutzung des Mobiltelefons durch die jeweilige Person erlauben. Zudem wurden Personen, die ein Firmen-Handy benutzten, als nicht exponiert eingestuft. Beides könnte zu Fehlklassifizierungen und Unterschätzung des tatsächlichen Zusammenhangs geführt haben. Eher gegen das Vorliegen einer Assoziation spricht, dass bei Männern mit mehr als 10- oder 13-jähriger Vertragsdauer kein erhöhtes Erkrankungs- oder Sterberisiko beobachtet wurde.

Finanzierung: AHP was supported by a stipend for PhD students from the Danish Graduate School in Public Health Science. All other authors contributed to this work based on their respective core budget positions. The establishment of the original cohort of subscription holders was supported by Sonofon and TeleDenmark Mobile. The Danish MS Registry is funded by the Danish Multiple Sclerosis Society. The funders had no role in study

design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Eskander EF, Estefan SF, Abd-Rabou AA.

How does long term exposure to base stations and mobile phones affect human hormone profiles?.

Clin Biochem 2012; 45 (1-2): 157-161

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Schwangerschaft, Fertilität,

Fehlgeburt

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Fallbeschreibungen

Zusammenfassung

Ziel: Auswirkungen der Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen oder Basisstationen auf die Konzentration verschiedener Hormone im Blut.

Kollektiv: Untersucht wurden 2 Gruppen von Probanden: Mobiltelefonbenutzer und Anwohner in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen. Von Mobiltelefonbenutzern gehörten jeweils 41 Personen zu den Altersgruppen 14 bis 22 und 25 bis 60 Jahre. Als Kontrollgruppe dienten 20 Personen. Bei den Anwohnern von Basisstationen gehörten jeweils 17 Probanden zu jeder Altersgruppe. Einige lebten in Entfernungen von 20 bis 100 m, die anderen hatten Distanzen von 100 bis 500 m (genaue Zahlen sind nicht angegeben). Weitere 10 Personen pro Altersgruppe wohnten mehr als 500 m von einer Basisstation entfernt und dienten als Kontrollgruppe.

Exposition: Von den 41 Mobiltelefonbenutzern in beiden Altersgruppen gaben 13 eine Verwendungsdauer von mehr als 60 Min./Tag an. Neun Personen telefonierte 30 bis 60 Min. und 19 Personen weniger als 10 Min. täglich. Für Mobiltelefonbenutzer und Anwohner von Basisstationen bestand die Exposition aus einem GSM-Signal mit 950 MHz.

Methode: Da keine Angaben zur Rekrutierung bzw. Auswahl der Teilnehmer gemacht werden, handelt es sich am ehesten um eine Zeitreihenstudie. Die Bestimmung der Hormonkonzentrationen erfolgte in Blutproben der Probanden nach einem, drei und sechs Jahren. Bestimmt wurden die Hormone: ACTH (=Adrenokortikotropes Hormon), Kortison, Prolaktin, Progesteron, Testosteron und die Schilddrüsenhormone T3 und T4. Die statistischen Methoden sind in der Publikation ebenfalls nicht angegeben.

Resultat: Die Vergleiche der durchschnittlichen Hormonkonzentrationen in den verschiedenen Expositionsgruppen zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit den Mittelwerten der jeweiligen Referenzgruppen ergaben zahlreiche statistisch signifikante Unterschiede ($p < 0.01$). Unter anderem waren die ACTH- und Kortisonspiegel sowie die Schilddrüsenhormone (T3, T4) der Mobiltelefonbenutzer und Basisstationsanwohner in der Auswertung nach 6 Jahren signifikant niedriger. Die Prolaktinspiegel waren bei den jüngeren Frauen niedriger, bei den älteren höher. Für Progesteron bestanden keine statistisch signifikanten Veränderungen. Bei den Männern war das Testosteron in allen exponierten Gruppen nach 6 Jahren signifikant niedriger als in den jeweiligen Kontrollgruppen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise auf expositionsbedingte Veränderungen der Hormonspiegel.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen entscheidende Informationen, insbesondere zur Auswahl und Zusammensetzung der beiden Probandengruppen. Weder die Anzahl von Frauen und Männern ist erwähnt, noch die Verteilung in den verschiedenen Gruppen. Bei der Auswertung zur Basisstation ist auch die Gruppengrösse unklar. Ausserdem fehlen Angaben zu Vorerkrankungen der Probanden und anderen Einflussfaktoren auf den Hormonhaushalt, z.B. Schwangerschaft, Menstruationszyklus oder Medikamenteneinnahme. Auch in der statistischen Auswertung (welche Methode?) wurden offenbar keinerlei zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt. Ebenfalls unklar ist, ob sich das Ausmass der Mobiltelefonbenutzung oder der Basisstationsexposition bei manchen Probanden während der 6 Jahre verändert hat. Zudem sagt die geschätzte Distanz bis zur nächsten Basisstation wenig über die tatsächliche Hochfrequenzbelastung am Wohnort aus. Fraglich ist auch, ob eine Altersgruppe von 14 bis 22 Jahren in Bezug auf den Hormonhaushalt sinnvoll ist. Insgesamt lassen sich aus dieser Untersuchung keine Schlussfolgerungen bezüglich Auswirkungen der Hochfrequenzexposition auf die Hormonproduktion ableiten.

Finanzierung: Keine Angaben.

Schmid MR, Murbach M, Lustenberger C, Maire M, Kuster N, Achermann P, Loughran SP.
Sleep EEG alterations: effects of pulsed magnetic fields versus pulse-modulated radio frequency
electromagnetic fields.
J Sleep Res (epub ahead of print) 2012;

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: Hirnströme (EEG), Stoffwechsel Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Langzeit	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie mit zwei Fragestellungen: 1) Treten die wiederholt beobachteten Veränderungen der Hirnströme im Schlaf-EEG nur bei hochfrequenten Feldern mit Modulationsfrequenzen von mehr als 20 Hz auf? 2) Lassen sich die gleichen Effekte durch niederfrequente Magnetfelder mit der selben Pulsmodulation auslösen (Demodulationshypothese)?

Kollektiv: 25 Männer im Alter zwischen 20 und 26 Jahren (Durchschnitt: 23.2), alle Rechtshänder und Nichtraucher. Die Rekrutierung erfolgte an der Universität und der ETH Zürich. Alle Teilnehmer benutzten regelmässig Mobiltelefone (<2 Std./Woche, Durchschnitt: 48.5 Min.). Ausgeschlossen wurden Personen mit Medikamenteneinnahme, Schlaf-Apnoe oder anderen Schlafstörungen.

Exposition: Die Exposition erfolgte direkt vor dem Zubettgehen und dauerte 30 Minuten. Die EEG-Aufzeichnung begann 10 Minuten nach Expositionsende und wurde die ganze Nacht fortgesetzt (8 Stunden). Alle Probanden durchliefen drei verschiedene Expositionsbedingungen: a) pulsmoduliertes Hochfrequenzsignal mit 900 MHz und einem räumlichen Spitzenwert der spezifische Absorptionsrate (SAR) von 2 W/kg, b) gepulstes niederfrequentes Magnetfeld, c) Scheinexposition. Die beiden Signale hatten eine Basis-Modulationsfrequenz von 2 Hz und eine Amplitude mit einem Crest-Faktor von 4. Um höhere harmonische Schwingungen zu vermindern, wurden Gauss-Filter eingesetzt. Während der Testung mit dem Hochfrequenzsignal befand sich der Kopf des Probanden zwischen zwei planaren Antennen (Entfernung: 11.5 cm), die Exposition erfolgte immer auf der linken Kopfseite. Das gepulste Magnetfeld wurde durch Helmholtz-ähnliche Spulen generiert, die sich auf beiden Seiten des Kopfes befanden und ca. 26 cm von einander entfernt waren. Bezogen auf das Gehirn betrug die durchschnittliche elektrische Feldstärke 140 A/m und entsprach einem Magnetfeld von 0.176 mT. Die jeweiligen Spitzenwerte lagen bei 560 A/m und 0.7 mT. Diese Magnetfeldbelastung ist ungefähr 10 Mal höher als die durch ein Mobiltelefon generierte und liegt bei 85.7% des ICNIRP-Grenzwerts für die

Allgemeinbevölkerung.

Methode: Doppelt verblindete Studie mit Cross-over-Design. Im Abstand von je einer Woche verbrachten die Probanden dreimal zwei Nächte im Schlaflabor. Die erste Nacht diente der Adaptation, in der nächsten Nacht folgte eine der beiden realen Belastungen oder Scheinexposition. Nach jeder Testung wurden die Probanden gefragt, ob sie ein Feld wahrnehmen konnten und wenn ja, auf welcher Kopfseite (5-Punkte-Skala). Ausserdem füllten sie am Abend und am Morgen nach der Testnacht einen Fragebogen zum Befinden aus. Zusätzlich wurde die Herzfrequenz registriert, und die Probanden absolvierten während der Exposition drei Hirnleistungstests (Reaktionszeit, Wahlreaktionszeit und Arbeitsgedächtnis). Die statistische Auswertung des EEGs erfolgte mit linearen gemischten Modellen. Der Zeitverlauf der Effekte und die Schlafvariablen wurden in Varianzanalysen ausgewertet. Zur Analyse der kognitiven Tests kamen Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtests unter Korrektur für multiple Testung zur Anwendung ($p < 0.015$).

Resultat: Vollständige Daten lagen von 23 Probanden vor. Die visuell analysierten Schlafparameter zeigten keine statistisch signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit von der Exposition, weder für das Hochfrequenzsignal noch das Magnetfeld. Lediglich der Anteil des REM-Schlafs (Rapid Eye Movement) in der zweiten Schlafphase war nach der Hochfrequenzbelastung signifikant geringer als nach der Scheinexposition ($p < 0.03$). Die Spektralanalyse ergab ebenfalls nur nach dem Hochfrequenzsignal eine signifikant höhere Aktivität im Frequenzbereich der Schlafspindeln (13.75 bis 15.25 Hz) für den Non-REM-Schlaf und das Schlafstadium 2 ($p < 0.03$ resp. 0.04). Am deutlichsten war dieser Unterschied bei 14 Hz. Zusätzlich wurde nach beiden Feldarten eine Aktivitätszunahme im Delta- und Theta-Frequenzbereich (1.25 bis 9.0 Hz) beobachtet ($p < 0.05$ für Non-REM und Stadium 2). Auch bezogen auf den REM-Schlaf zeigten sich nach beiden Belastungen statistisch signifikante Veränderungen in verschiedenen EEG-Bereichen: im Alpha-Bereich nur beim Hochfrequenzsignal, im Delta-Bereich nach beiden Feldarten. Die Auswertung der individuellen EEGs ergab, dass die EEG-Aktivität bei den meisten Teilnehmern anstieg, aber bei einigen auch abnahm (inter-individuelle Variabilität). Keine Expositionseffekte bestanden bezüglich Herzfrequenz, Wohlbefinden, Schlafarchitektur oder -qualität. Zudem waren die Teilnehmer nicht in der Lage, die Felder wahrzunehmen. Die Hirnleistungstests ergaben während der Magnetfeldbelastung einen statistisch signifikanten Anstieg der Reaktionszeit in einem von drei Tests (einfache Reaktionszeit, $p < 0.015$).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie sowohl pulsmodulierte Hochfrequenzfelder als auch gepulste Magnetfelder einen Einfluss auf die Hirnströme hatten. Es bestand aber kein Hinweis darauf, dass die Veränderungen nur durch eine Demodulierung des Signals entstehen, weil sich die Aktivität im Bereich der Schlafspindeln nur nach der Hochfrequenzbelastung veränderte. Zudem weisen die Autoren darauf hin, dass pulsmodulierte Signale mit Komponenten bei 2, 8, 14 oder 217 Hz vergleichbare Effekte hervorrufen. Die Modulationsfrequenz scheint also keine entscheidende Rolle zu spielen. Da im Gegensatz zu den meisten früheren Studien nach dem Hochfrequenzsignal auch EEG-Veränderungen während des REM-Schlafs beobachtet wurden, empfehlen die Autoren eine Überprüfung dieser Ergebnisse.

Bemerkungen: In der Publikation wird nicht erwähnt, ob die Reihenfolge der Expositionsbedingungen in der Teilnehmergruppe ausgeglichen war. In der statistischen Auswertung wurde aber der Faktor "Reihenfolge" berücksichtigt. Interessant wäre eventuell noch ein Vergleich der Resultate von Studien mit und ohne Hirnleistungstests während der Exposition.

Finanzierung: Swiss National Science Foundation (National Research Programme 57: 'Non-Ionizing Radiation - Health and Environment')

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Rösli M.

Childhood brain tumours and use of mobile phones: comparison of a case-control study with incidence data.

Environ Health 2012; 11: 35

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Ziel: Antwort auf einen Kommentar zur CEFALO-Studie, in der Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Hirntumorrisiko bei Kindern und Jugendlichen untersucht wurden (Söderqvist et al., Env Health 2011, 10:106).

Kollektiv: An der Fall-Kontrollstudie nahmen Kinder und Jugendliche im Alter von 7 bis 19 Jahren aus verschiedenen Ländern teil. Sie umfasste den Zeitraum von 2004 bis 2008 (vgl. Aydin et al., J Natl Cancer Inst 2011; 103 (16): 1264-1276).

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag gemäss Angaben der Kinder und Jugendlichen. Als "regelmässige Mobiltelefonbenutzer" galten Kinder und Jugendliche, die über einen Zeitraum von mindestens 6 Monaten durchschnittlich mindestens ein Telefonat pro Woche getätigt hatten.

Methode: Als Referenzgruppe dienten Teilnehmer ohne regelmässige Benutzung oder ganz ohne Mobiltelefon.

Resultat: Söderqvist et al. (2011) sehen in den Ergebnissen der CEFALO-Studie Hinweise auf ein erhöhtes Hirntumorrisiko. Gemäss den Autoren der Studie sprechen die Resultate der Hauptauswertung nicht für ein statistisch signifikant erhöhtes Hirntumorrisiko bei Kindern im Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung. In ihrem Kommentar weisen die Autoren auf die Daten der skandinavischen Krebsregister hin, die keinen Anstieg der Neuerkrankungen seit der Einführung und Verbreitung der Mobiltelefone in letzten zwei Jahrzehnten zeigen. Diese Inzidenzzahlen sind nicht mit einer deutlichen Zunahme des Tumorrisikos vereinbar. Zudem spricht die fehlende Dosis-Wirkungsbeziehung gegen einen Kausalzusammenhang. Allerdings kann ein geringer Anstieg des Risikos, das z.B. auf Vieltelefonierer, sehr frühe Expositionen oder seltene Tumortypen beschränkt ist, nicht

ausgeschlossen werden. Daher empfehlen die Autoren weitere Studien mit objektiver Expositionserfassung oder fortlaufender Sammlung von Belastungsdaten.

Schlussfolgerung: Bis zum Vorliegen von prospektiven Studiendaten empfehlen die Autoren eine vorsichtige Interpretation der Ergebnisse von Fall-Kontrollstudien unter Berücksichtigung der methodischen Einschränkungen.

Mortavazi S, Habib A, Ganj-Karami A, Samimi-Doost R, Pour-Abedi A, Babaie A (Erstautor falsch gedruckt, korrekt: Mortazavi SMJ).

Alterations in TSH and Thyroid Hormones following Mobile Phone Use.

Oman Med J 2009; 24 (4): 274-278

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Zentralnervensystem

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf die Blutwerte der Schilddrüsenhormone (T3, T4) und des TSH (schilddrüsenstimulierendes Hormon).

Kollektiv: Das Kollektiv bestand aus 77 Studenten (23 Männer, 54 Frauen) ohne Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahme oder Schwangerschaft. Das Durchschnittsalter lag bei 22.82 +/- 2.52 Jahren. Die Probanden wurden über ein Zufallsverfahren rekrutiert.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung im Alltag. Die Expositionskategorien waren: 5 bis 20 Min. Gespräch/Tag (n=25) und >120 Min. (n=31). Als Kontrollgruppe dienten Personen ohne Mobiltelefon (n=21).

Methode: Die Probanden beantworteten einen Fragebogen zu ihrer Mobiltelefonbenutzung und anderen Quellen der Hochfrequenzbelastung, zur medizinischen Anamnese und zum Lebensstil. Die Blutwerte von T3, T4 und TSH wurden einmal bestimmt und mittels Varianzanalyse (ANOVA), t-Test und Regressionsmodellen verglichen.

Resultat: Die durchschnittliche Anzahl Mobiltelefonate lag in Kategorie 1 bei 3.39 und in Kategorie 2 bei 6.54 pro Tag. Die Telefonate dauerten im Mittel 4.23 in Kategorie 1 und 31.96 Minuten in Kategorie 2. Die Mittelwerte der Schilddrüsenhormone betrugen in Kategorie 1: 1.25 ng/ml für T3, 7.76 µg/dl für T4 und 4.25 µu/l für TSH. In Kategorie 2 lagen die entsprechenden Werte bei: 1.18 ng/ml, 7.75 µg/dl und 3.75 µu/l. In der Kontrollgruppe wurden 1.15 ng/ml, 8.42 µg/dl und 4.25 µu/l gemessen. Für T3 und T4 ergaben die Auswertungen mittels Varianzanalyse oder t-Test keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Das TSH war dagegen in beiden Benutzergruppen statistisch signifikant höher als in der

Kontrollgruppe ($p < 0.05$, ANOVA und t-Test). Die Regressionsanalyse zeigte keinen Zusammenhang zwischen der täglichen Anrufdauer oder der Anzahl Jahre der Mobiltelefonbenutzung und den Schilddrüsenparametern.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten Hinweise darauf, dass die Mobiltelefonbenutzung sich auf die Schilddrüsenfunktion auswirkt. Das leicht erhöhte TSH bei normalen T3- und T4-Werten könnte für eine diskrete Schilddrüsenunterfunktion sprechen. Sie empfehlen die Überprüfung der Ergebnisse in grösseren Studien.

Bemerkungen: Die Aussagekraft der Studie wird dadurch abgeschwächt, dass bei der statistischen Auswertung keine anderen potenziellen Einflussfaktoren wie Alter und Geschlecht berücksichtigt wurden. Ausserdem ist die Variabilität der TSH-Werte mit Standardabweichungen von ca. $2 \mu\text{U/l}$ in allen drei Gruppen hoch, und es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung (Kategorie 2 niedriger als Kategorie 1). Zudem waren 25 Teilnehmer (33%) in der Ausbildung als Radiologen. Dadurch könnten sie einer stärkeren Exposition gegenüber ionisierender Strahlung ausgesetzt sein.

Der Name des Erstautors ist in der Publikation falsch gedruckt, laut Korrespondenzadresse heisst er "Mortazavi". Unter diesem Namen wurde bereits ein Artikel zu EMF publiziert (Mortazavi et al.: Prevalence of subjective poor health symptoms associated with exposure to electromagnetic fields among university students. Bioelectromagnetics 2007; 28 (4): 326-330).

Finanzierung: Shiraz University of Medical Science, Iran

Dominici L, Villarini M, Fatigoni C, Monarca S, Moretti M.

Genotoxic hazard evaluation in welders occupationally exposed to extremely low-frequency magnetic fields (ELF-MF).

Int J Hyg Environ Health 2011; 215 (1): 68-75

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Kavet R, Hooper C, Buffler P, Does M.

The relationship between residential magnetic fields and contact voltage: a pooled analysis.

Radiat Res 2011; 176 (6): 807-815

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Bellieni CV, Tei M, Iacoponi F, Tataranno ML, Negro S, Proietti F, Longini M, Perrone S, Buonocore G.
Is newborn melatonin production influenced by magnetic fields produced by incubators?.
Early Hum Dev 2012; 88 (8): 707-710

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Christ A, Guldemann R, Buhlmann B, Zefferer M, Bakker JF, van Rhoon GC, Kuster N.
Exposure of the Human Body to Professional and Domestic Induction Cooktops Compared to the Basic Restrictions.
Bioelectromagnetics (online ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Grell K, Meersohn A, Schüz J, Johansen C.

Risk of neurological diseases among survivors of electric shocks: A nationwide cohort study, Denmark, 1968-2008.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (6): 459-465

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Elektrounfällen und neurologischen Erkrankungen.

Kollektiv: Personen in Dänemark, die zwischen 1968 und 2008 einen Elektrounfall erlitten und überlebt hatten. Vollständige Informationen lagen für 3133 Personen (84.1%) mit Elektrounfällen vor. Als Vergleichsgruppe diente die dänische Gesamtbevölkerung.

Exposition: Für jeden Elektrounfall der Kohorte waren Informationen über die Spannungsebene vorhanden. Als Niederspannung galten Werte bis 1000 V. Die berufliche Tätigkeit war für 85% der Personen mit Elektrounfällen bekannt.

Methode: Die Anzahl der Elektrounfälle im Studienzeitraum wurde rückblickend aus verschiedenen Registern ermittelt. Die Informationen stammten von einer zentralen Institution, bei der Meldungen von Arbeitsunfällen durch Arbeitgeber, praktizierende Ärzte und Ambulanzen gesammelt werden. Die Identifizierung der Personen mit einem Elektrounfall erfolgte über das nationale Bevölkerungsregister. Anhand des dänischen Patientenregisters, bzw. der Dokumentation von Klinikentlassungen oder ambulanten Behandlungen, wurden die neurologischen Erkrankungen dieser Personen in den Jahren nach dem Unfall festgestellt. Diese Angaben lagen für den Zeitraum vom 1. April 1968 bis 31. Dezember 2008 vor, mit Ausnahme des Jahres 1999. Berücksichtigt wurden Erkrankungen an Alzheimer oder vaskulärer Demenz, an Parkinson-Krankheit, Epilepsie, Migräne, Multipler Sklerose, Amyotropher Lateralsklerose (ALS), Schwindel oder peripheren neurologischen Erkrankungen wie Polyneuropathien. Die Erkrankungsraten in der dänischen Gesamtbevölkerung wurden berechnet als Quotient aus der Anzahl von Personen, die mit einer neurologischen Krankheit in einer Klinik

behandelt wurden, und der durchschnittlichen Bevölkerungsanzahl mit entsprechendem Geschlecht, Altersgruppe und Kalenderperiode (jeweils in 5-Jahresgruppen). Darauf basierend wurde die Anzahl der erwarteten Erkrankungen für die Personen mit Elektrounfällen ermittelt. Der Vergleich mit den tatsächlich beobachteten Erkrankungsraten erfolgte unter der Annahme einer Poisson-Verteilung mit Hilfe von standardisierten Hospitalisierungsverhältnissen ("standardized hospitalization ratios", SHR).

Resultat: Die Beobachtungszeit der 3133 Personen mit Elektrounfällen (2472 Männer und 661 Frauen) umfasste insgesamt 62'982 Personen-Jahre. Bei 2891 Personen (92.3%) handelte es sich um einen Niederspannungsunfall (<999 V), bei 242 Personen (7.7%) um einen Hochspannungsunfall. Im Vergleich zur dänischen Gesamtbevölkerung hatten Personen nach einem Nieder- oder Hochspannungsunfall statistisch signifikant erhöhte Risiken für periphere Nervenerkrankungen (SHR: 1.66, 95%-CI: 1.22-2.22, n=46), Migräne (SHR: 1.80, 95%-CI: 1.23-2.54, n=32), Schwindel (SHR: 1.60, 95%-CI: 1.22-2.05, n=61) und Epilepsie (SHR: 1.45, 95%-CI: 1.11-1.85, n=63). Bezüglich der anderen Krankheiten waren die statistischen Ergebnisse instabil, weil im Beobachtungszeitraum nur einzelne Personen nach einem Elektrounfall daran erkrankt waren (n=1 bis 7). Die Auswertung des Zeitverlaufs ergab ein fast dreifach erhöhtes Risiko für periphere neurologische Erkrankungen in den ersten 4 Jahren nach dem Unfall (SHR: 2.96, 95%-CI: 1.47-5.29). Nach mehr als zehn Jahren war das Risiko noch ca. 30% höher als in der Allgemeinbevölkerung (SHR: 1.34, 95%-CI: 0.90-1.92). Das Risiko, an Schwindel zu leiden, war im Zeitraum von 5 bis 9 Jahren statistisch signifikant erhöht (SHR: 2.13, 95%-CI: 1.06-3.81), nach mehr als 10 Jahren lag es noch bei 1.33 (95%-CI: 0.98-1.78). Für Epilepsie und Migräne waren die Risikoschätzer nach mehr als 10 Jahren grenzwertig signifikant und betrugen 1.32 (95%-CI: 0.94-1.80) respektive 1.65 (95%-CI: 0.98-2.61).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Kohortenstudie statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen Elektrounfällen und dem Risiko von peripheren neurologischen Erkrankungen, Migräne, Schwindel und Epilepsie beobachtet wurden. Sie weisen darauf hin, dass auch wiederholte, schwache elektrische Schläge für diese Assoziation verantwortlich sein könnten, und empfehlen die Überprüfung der Resultate in weiteren Studien.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lassen sich die Auswirkungen von elektrischen Schlägen und Elektrounfällen schlecht auseinander halten, weil in bestimmten Berufen beide Ereignisse häufiger auftreten, z.B. bei Elektrikern. Das gleiche gilt für überdurchschnittliche Belastungen mit niederfrequenten Magnetfeldern. Zudem konnten in der Studie keine zusätzlichen Einflussfaktoren berücksichtigt werden, die die Entwicklung neurologischer Krankheiten begünstigen könnten, zum Beispiel Vorerkrankungen oder Medikamenteneinnahme. Da solche Faktoren gleichzeitig das Risiko für Elektrounfälle und für neurologische Erkrankungen erhöhen könnten, ist eine Überschätzung des Zusammenhangs zwischen Elektrounfällen und diesen Erkrankungen in der Studie nicht auszuschliessen.

Finanzierung: Danish Cancer Society

Köteles F, Szemerszky R, Gubanyi M, Kormendi J, Szekrenyesi C, Lloyd R, Molnar L, Drozdovszky O, Bardos G.

Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) and electrosensitivity (ES) - Are they connected?.

Int J Hyg Environ Health (online ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Studientyp:

Experimentelle Studien

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Li DK, Ferber JR, Odouli R, Quesenberry CP, Jr..

A Prospective Study of In-utero Exposure to Magnetic Fields and the Risk of Childhood Obesity.

Sci Rep (online publication) 2012; 2: 540; doi: 10.1038/srep00540

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie an Frauen in der Schwangerschaft zur Untersuchung, ob die Magnetfeldbelastung mit einem erhöhten Risiko für Übergewicht bei den Kindern verbunden ist. Die Ergebnisse der Kohortenstudie zum Risiko von Fehlgeburten sind publiziert in: Li et al., A population-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. Epidemiology 2002; 13 (1), 9-20. Resultate zum Asthmarisiko der Kinder sind zu finden in: Li et al., Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. Arch Pediatr Adolesc Med 2011; 10 (165): 945-950.

Kollektiv: Die Teilnehmerinnen wurden unter den Mitgliedern der "Kaiser Permanente Northern California" (KPNC) in San Francisco zwischen 1996 und 1998 rekrutiert. Zu Beginn der Studie befanden sie sich in der 5. bis 13. Schwangerschaftswoche. Von insgesamt 1063 rekrutierten Frauen bekamen 829 ein lebendgeborenes Kind.

Exposition: Die Teilnehmerinnen trugen während 24 Std. einen EMDEX-II-Monitor, der alle 10 Sekunden die Magnetfeldbelastungen im Bereich von 40 bis 800 Hz aufzeichnete. Zusätzlich führten sie ein Aktivitätstagebuch. Bei über 90% der Frauen fand die Messung im ersten Trimester der Schwangerschaft statt. Als Trennpunkt für die Expositions klassifizierung diente die 90%-Perzentile (0.15 μ T). Die kategorielle Analyse basierte auf den Belastungstertilen, niedrig: $\leq 0.15 \mu$ T, mittel: 0.15 bis 0.25 μ T und hoch: $>0.25 \mu$ T.

Methode: Die Daten zur Grösse und zum Gewicht der Kinder stammten aus medizinischen Akten. Der Beobachtungszeitraum betrug maximal 13 Jahre und umfasste durchschnittlich 33 Messungen pro Kind (Ende: 31. Juni 2010). Die Mütter wurden in persönlichen Interviews zur Schwangerschaft, Vorerkrankungen und potenziellen Störfaktoren befragt. Als übergewichtig galten Kinder, deren Gewicht über der 97.5%-Perzentile der

amerikanischen Wachstumskurven lag. Die statistische Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression für wiederholte Messungen unter Berücksichtigung der potenziellen Störfaktoren (Alter und Geschlecht des Kindes; Alter, Ausbildung und Ethnie der Mutter; BMI der Mutter vor der Schwangerschaft, Rauchen während der Schwangerschaft, Stillen).

Resultat: Vollständige Daten lagen zu 733 Mutter-Kind-Paaren vor. Als übergewichtig ($>97.5\%$ -Perzentile des altersspezifischen Gewichts) wurden 12.9% der Kinder klassifiziert. Die Regressionsanalyse ergab ein statistisch signifikant erhöhtes Übergewichtsrisiko bei Kindern, deren Mütter in der Frühschwangerschaft eine Magnetfeldbelastung über $0.15\ \mu\text{T}$ gehabt hatten ($n=494$). Die adjustierte Odds Ratio betrug 1.69 (95%-CI: 1.01-2.84). Auf eine Dosis-Wirkungsbeziehung wies das erhöhte Risiko in der Gruppe der Mütter mit Magnetfeldbelastungen über $0.25\ \mu\text{T}$ hin (OR: 1.84; 95%-CI: 1.05-3.22, $n=276$). Eine Subgruppenanalyse zeigte, dass die Assoziation nur bei Kindern mit länger bestehendem Übergewicht ($n=236$) zu beobachten war, nicht bei Kindern mit vorübergehender Gewichtserhöhung ($n=273$). Eine andere Subgruppenanalyse betraf Kinder >6 Jahre, für die BMI-Werte berechnet werden konnten. Für diese Gruppe ($n=469$) zeigte sich ein nicht signifikant erhöhtes Risiko für Übergewicht mit einer Odds Ratio von 1.87 (95%-CI: 0.90-3.86). Bei Müttern mit BMI $>25\ \text{kg/m}^2$ vor der Schwangerschaft oder Diabetes war die Assoziation mit der Magnetfeldbelastung stärker als bei anderen Frauen. Dies spricht für eine synergistische Interaktion der Magnetfeldbelastung mit den beiden bekannten Risikofaktoren für Übergewicht bei Kindern.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Resultate für einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung in der Schwangerschaft und Übergewicht bei Kindern sprechen. Sie weisen darauf hin, dass dieser Zusammenhang bisher noch nicht untersucht wurde und empfehlen daher weitere Studien zur Überprüfung der Ergebnisse.

Bemerkungen: Stärken der Studie sind das prospektive Design und die objektive Messung der Magnetfeldbelastung und der gesundheitlichen Zielgrößen. Ausserdem wurden viele potenzielle Einflussfaktoren berücksichtigt und Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Als Schwächen sind die kurze Dauer der Expositionsmessung und das Fehlen von Messungen nach der Geburt der Kinder zu nennen. Auch die Unterschiede zwischen den Belastungskategorien sind gering, es werden keine Ergebnisse für Expositionen über 0.4 oder $1\ \mu\text{T}$ angegeben. Insgesamt ist von einem niedrigen Niveau der pränatalen Belastung für die meisten Kinder auszugehen. Zudem ist unklar, warum nicht relative Risiken statt Odds Ratios angegeben werden.

Finanzierung: Supported in part by a grant from the California Public Health Foundation.

Redmayne M, Smith E, Abramson MJ.

A forecasting method to reduce estimation bias in self-reported cell phone data.

J Expo Sci Environ Epidemiol (online ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Studiendesign, Statistik

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L.

Review of four publications on the Danish cohort study on mobile phone subscribers and risk of brain tumors.

Rev Environ Health 2012; 27 (1): 51-58

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Kommentar oder Diskussion

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Söderqvist F, Carlberg M, Hardell L.

Use of wireless phones and the risk of salivary gland tumours: a case-control study.

Eur J Cancer Prev (online ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Vanderstraeten J, Verschaeve L, Burda H, Bouland C, de Brouwer C.

Health effects of extremely low-frequency magnetic fields: reconsidering the melatonin hypothesis in the light of current data on magnetoreception.

J Appl Toxicol (online ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Mortazavi SM, Mahbudi A, Atefi M, Bagheri S, Bahaedini N, Besharati A.

An old issue and a new look: electromagnetic hypersensitivity caused by radiations emitted by GSM mobile phones.

Technol Health Care 2011; 19 (6): 435-443

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Physiologische oder biochemische
Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Studie mit zwei Fragestellungen: 1) Können Personen mit elektromagnetischer Hypersensibilität (EHS) schwache Felder wahrnehmen? 2) Bestehen bei EHS-Personen Veränderungen der Herzfrequenz, der Atmung oder des Blutdrucks während der Exposition? Die erste Studienphase bestand aus einer Befragung zu unspezifischen Beschwerden bei elektrohypersensiblen Personen mit/ohne Mobiltelefonbenutzung. In der zweiten Phase wurden Auswirkungen der Mobiltelefonexposition auf Herz-/Kreislaufparameter in einer Doppelblindstudie untersucht.

Kollektiv: Erste Studienphase: 700 iranische Studenten, darunter 350 Frauen, Durchschnittsalter: 21.67 +/- 2.69 Jahre. Zweite Phase: Von den 700 Studenten bezeichneten sich 52 als hypersensibel. Davon wurden 28 zur Teilnahme an den beiden Experimenten eingeladen. Zur Auswertung kamen Daten von jeweils 20 Teilnehmern im Alter von 18 bis 28 Jahren (71.4%).

Exposition: In der ersten Studienphase beantworteten die Teilnehmer Fragen zu ihrer Symptomen und zur Mobiltelefonbenutzung. In der experimentellen Phase bestand die Exposition aus einem Mobiltelefon (nicht näher spezifiziert).

Methode: In der Doppelblindstudie wurden alle Probanden exponiert und scheinexponiert (Crossover-Design). Die Reihenfolge der Expositionsarten war ausgeglichen. Die Exposition respektive Scheinexposition dauerte jeweils 10 Minuten, dazwischen lag eine zwanzigminütige Pause. Während der Expositionsphasen wurden Blutdruck, Herz- und Atemfrequenz sowie die Körpertemperatur gemessen. Ausserdem wurde nach jeder Phase die Feldwahrnehmung und das Auftreten von unspezifischen Beschwerden registriert. Die statistische

Auswertung erfolgte mittels t- und Chi2-Tests.

Resultat: Ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit der Mobiltelefonbenutzung bestand nur für Konzentrationsschwierigkeiten und Rückenschmerzen (jeweils $p < 0.05$). Bei 111 Teilnehmern waren die Beschwerden leicht ausgeprägt (15.9%), bei 251 mässig (35.9%), bei 261 stark (37.3%) und bei 64 sehr stark (9.1%). Es zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Schweregrad der Beschwerden, allerdings gaben nur 8.5% der Mobiltelefonbenutzer sehr starke Symptome an, dagegen 18% der Nichtbenutzer. Auf die Frage nach der Feldwahrnehmung antworteten 5 von 20 Teilnehmern (25%) in beiden Expositionssituationen richtig. Die experimentelle Studie ergab keine statistisch signifikanten Veränderungen der Herzkreislaufparameter oder der Körpertemperatur in Abhängigkeit von der Mobiltelefonexposition.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten eine Unterstützung früherer Provokationsstudien, die auf die Bedeutung von psychologischen Faktoren bei der Entstehung der EHS hinwiesen.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen Angaben dazu, wo und in welchem Modus sich das Mobiltelefon während der Testung befand und welches Funksignal verwendet wurde. Auch zur Sendeleistung oder der spezifischen Absorptionsrate gibt es keine Informationen. Zudem wurden bei den Auswertungen der unspezifischen Beschwerden keine anderen Faktoren berücksichtigt, die ebenfalls die Unterschiede zwischen Benutzern und Nichtbenutzern erklären könnten (z.B. Alter, Geschlecht). Auch die Richtung des beobachteten Zusammenhangs ist nicht klar: Es werden keine Odds Ratios angegeben, sondern lediglich p-Werte für die Gesamttabelle mit verschiedenen Kategorien. Aus den angegebenen Zahlen lässt sich zumindest für Rückenschmerzen kein erhöhtes Risiko bei Mobiltelefonbenutzern errechnen (Odds Ratios bei 0.5). Insgesamt sind die Ergebnisse wegen der methodischen Mängel wenig aussagekräftig.

Finanzierung: Keine Angaben.

Li CY, Liu CC, Chang YH, Chou LP, Ko MC.

A population-based case-control study of radiofrequency exposure in relation to childhood neoplasm.
Sci Total Environ 2012; 435-436: 472-478

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u> Kinder und Jugendliche Mobiltelefonbenutzer	<u>Zielgrösse:</u> Tumoren: Hirntumoren Tumoren: Leukämien, Lymphome Tumoren: weitere Zentralnervensystem
	<u>Exposition:</u> Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen	<u>Land:</u> Nichteuropäische Länder
<u>Studientyp:</u> Epi: Fall-Kontrollstudie Epidemiologische Studien		

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen der Hochfrequenzbelastung durch Mobilfunkbasisstationen und dem Risiko von Tumorerkrankungen bei Kindern in Taiwan.

Kollektiv: Für die Fallgruppe wurden Kinder und Jugendliche bis 15 Jahre rekrutiert, bei denen zwischen 2003 und 2007 eine Tumorerkrankung diagnostiziert worden war. Zur Auswertung kamen Daten von 2606 Kindern, darunter 939 mit Leukämie (36%) und 394 mit Hirntumoren (15%). Als Kontrollgruppe dienten Kinder ohne Tumorerkrankung (1998-2007). Für jeden Patienten wurden 30 Kontrollkinder mit passendem Geburtsjahr identifiziert. Die Risikoanalyse bezüglich aller Erkrankungen basierte auf Daten von 78'180 Kontrollkindern, die Auswertung zur Leukämie auf 28'170 und die Hirntumor-Auswertung auf 11'820 Kontrollkindern.

Exposition: Die Daten der Mobilfunkbasisstationen stammten vom "Taiwan National Communication Council" und umfassten 71'185 Basisstationen, die zwischen 1998 und 2007 in Betrieb waren. Die Signalfrequenzen lagen zwischen 800 und 900 MHz oder 1800 und 2200 MHz. Zunächst wurde für jede Basisstation die summierte Sendeleistung als Produkt aus der Betriebsdauer und der Sendeleistung berechnet (in Watt-Jahren). Im zweiten Schritt wurde die jährliche Leistungsdichte in allen 367 Taiwanesischen Gemeinden ermittelt, indem man die summierten Sendeleistungen aller Basisstationen dieser Gemeinde durch deren Fläche teilte (in Watt-Jahren/km²). Dieses Belastungsmass galt als Schätzwert für die Exposition der Kinder und wurde für jeweils 5 Jahre vor dem Diagnosezeitpunkt ermittelt. Ausschlaggebend war der Wohnort zum Zeitpunkt der Diagnose oder der 1. Juli desselben Jahres für Kontrollkinder.

Methode: Die Personendaten stammten aus der "National Health Insurance Research Database", die ungefähr 96% der Taiwanesischen Bevölkerung umfasst. Diese Datenbank der nationalen Krankenversicherung enthält ein

Register mit Diagnosen der Klinikeinweisungen (für Patienten) und ein Register aller Leistungsberechtigten der Versicherung, aus dem die Kontrollkinder zufällig ausgewählt wurden. Die Assoziation zwischen der Hochfrequenzbelastung und dem Tumorrisiko wurde in multiplen, nichtkonditionalen logistischen Regressionsmodellen analysiert (mittels generalisierten Schätzgleichungen). Berücksichtigt wurde die Tatsache, dass mehrere Kinder aus der selben Gemeinde stammen konnten, und die Regressionsmodelle wurden für die folgenden potenziellen Störfaktoren korrigiert: Alter, Geschlecht, Kalenderjahr der Diagnose, Urbanisierungsgrad der Gemeinde (ländlich/städtisch) und Dichte der Hochspannungsleitungen in der Gemeinde (in %).

Resultat: Die Auswertungen ergaben, dass die Fall- und Kontrollkinder auch bezüglich des Urbanisierungsgrads und der Dichte der Hochspannungsleitungen in der Gemeinde gut vergleichbar waren. Der Anteil der Jungen war in der Fallgruppe etwas höher als in der Kontrollgruppe (56.3 vs. 52.5%). Die Auswertungen ergaben eine statistisch signifikant erhöhte Odds Ratio für Tumorerkrankungen bei Kindern, deren Hochfrequenzbelastung über dem Median von 167.02 Watt-Jahren/km² lag (OR: 1.13, 95%-CI: 1.01-1.28). Wenn die Kinder gemäss ihrer Exposition in drei gleich grosse Gruppen eingeteilt wurden, zeigte sich in beiden oberen Kategorien kein statistisch signifikanter Anstieg des Tumorrisikos: in der mittleren Kategorie (91.65 bis 392.86 WJ/km²) lag die Odds Ratio bei 1.02 (95%-CI: 0.89-1.17), in der höchsten Kategorie (>392.86 WJ/km²) bei 1.10 (95%-CI: 0.90-1.33). Bei Beschränkung auf Leukämie-Erkrankungen war das relative Risiko für Kinder mit Expositionen über dem Median erhöht und fast statistisch signifikant, die Odds Ratio betrug 1.23 (95%-CI: 0.99-1.52). Die Unterteilung in drei Belastungsgruppen ergab keinen Anstieg des Leukämierisikos in den beiden oberen Kategorien (0.85, 95%-CI: 0.68-1.07 resp. 0.82, 95%-CI: 0.59-1.13). Bezüglich Hirntumoren zeigte sich kein Zusammenhang mit der Hochfrequenzbelastung: die Odds Ratio für Kinder oberhalb des Medians betrug 1.14 (95%-CI: 0.83-1.55), für Kinder in der obersten Kategorie lag sie ebenfalls 1.14 (95%-CI: 0.70-1.85).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass diese Studie für Kinder mit überdurchschnittlicher Hochfrequenzbelastung durch Mobilfunkbasisstationen ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für eine Tumorerkrankung ergeben hat. Die separaten Auswertungen für Leukämie und Hirntumoren zeigten ebenfalls Assoziationen mit der Exposition, erreichten aber keine statistische Signifikanz. Zur Überprüfung der Resultate empfehlen die Autoren Studien mit verbesserter Expositionsabschätzung und Berücksichtigung anderer Hochfrequenzquellen.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, wurde die Hochfrequenzbelastung in dieser Studie nicht auf individuellem Niveau gemessen oder modelliert. Die Schätzwerte bezogen sich auf die Gemeinde, in der das Kind zum Zeitpunkt der Diagnose (oder dem entsprechenden Referenzdatum) wohnte. Sie basierten auf der Anzahl an Mobilfunkbasisstationen in der Gemeinde und deren Sendeleistung. Nicht berücksichtigt wurden die Beiträge anderer Hochfrequenzquellen, z.B. von Rundfunksendern, Drahtlosnetzwerken und Mobil- oder Schnurlostelefonen. Diese Schwächen in der Expositionsabschätzung könnten zu einer Unterschätzung des tatsächlichen Zusammenhangs geführt haben, weil sie wahrscheinlich gleichermassen Patienten und Kontrollkinder betrafen. Eine Stärke der Studie ist dagegen die Berücksichtigung der Hochspannungsleitungen in der Gemeinde. Andere potenzielle Einflussfaktoren konnten allerdings nicht einbezogen werden, z.B. der Sozialstatus oder mögliche Belastungen durch ionisierende Strahlung oder Chemikalien. In Abweichung von der Formulierung in der Publikation ist darauf hinzuweisen, dass der Risikoanstieg, der in der Gesamtauswertung beobachtet wurde, auf das erhöhte Leukämie-Risiko zurückzuführen war. Das Ergebnis für Hirntumoren weist nicht auf einen Assoziation hin. Die Einteilung in drei Expositions-kategorien ergab auch für das Leukämie-Risiko keine Dosis-Wirkungsbeziehung.

Interessant wären Informationen über die Kinder mit anderen Tumorerkrankungen als Leukämien oder Hirntumoren, die immerhin 49% der Fallgruppe ausmachten. Für sie gibt es weder Angaben zur Art der Tumoren, noch zu eventuellen Zusammenhängen mit der Exposition. Ebenfalls unklar ist, ob auch gutartige Tumoren in die Auswertungen eingeschlossen wurden.

Finanzierung: Bureau of Health Promotion, Department of Health and National Scientific Council, Taiwan.

Ding LX, Wang YX.

Increasing incidence of brain and nervous tumours in urban Shanghai, China, 1983-2007.

Asian Pac J Cancer Prev 2011; 12 (12): 3319-3322

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Panel-, Zeitreihenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Baliatsas C, Van Kamp I, Lebreton E, Rubin JG.

Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): A systematic review of identifying criteria.

BMC Public Health 2012; 12 (1): 643

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Studientyp:

Mobiltelefone

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Hamzany Y, Feinmesser R, Shpitzer T, Mizrachi A, Hilly O, Hod R, Bahar G, Otradnov I, Gavish M, Nagler RM.

Is human saliva an indicator of the adverse health effects of using mobile phones?.

Antioxid Redox Signal 2012;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Leitgeb N.

Improved classification of evidence for EMF health risks.

Health Phys 2012; 103 (2): 195-199

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Wirkungsdauer:

Langzeit

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Sorahan T.

Cancer incidence in UK electricity generation and transmission workers, 1973-2008.

Occup Med (Lond) (epub ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Stromleitungen

Transformatoren

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epi: Register-Kohorte

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Teepen JC, van Dijck JA.
Impact of high electromagnetic field levels on childhood leukemia incidence.
Int J Cancer 2012; 131 (4): 769-778

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobilfunkbasisstationen
Mobiltelefone

Studientyp:

Stromleitungen
Epidemiologische Studien
Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Malagoli C, Crespi CM, Rodolfi R, Signorelli C, Poli M, Zanichelli P, Fabbi S, Teggi S, Garavelli L, Astolfi G, Calzolari E, Lucenti C, Vinceti M.

Maternal exposure to magnetic fields from high-voltage power lines and the risk of birth defects.

Bioelectromagnetics 2012; 33 (5): 405-409

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Bevölkerungsbasierte Fall-Kontrollstudie zur Frage, ob die Magnetfeldbelastung der Mutter in der frühen Schwangerschaft das Risiko von angeborenen Missbildungen bei Kindern beeinflusst. Untersucht wurde die Magnetfeldbelastung am Wohnort durch Hochspannungsleitungen.

Kollektiv: Für die Fallgruppe wurden alle Frauen einbezogen, die von 1998 bis 2006 im norditalienischen Bezirk "Reggio Emilia" (150'000 Einwohner) wohnten und ein neugeborenes Kind mit einer Fehlbildung oder eine Fehlgeburt bekommen hatten. Die Fallzahlen basierten auf einem Register für angeborene Fehlbildungen, den Entlassungsbriefen der regionalen Kliniken und einem Verzeichnis für Schwangerschaftsabbrüche mit auffälligen Befunden aus dem Stadtkrankenhaus der Reggio Emilia. Für jeden "Fall" wurde ein neugeborenes Kind ohne angeborene Fehlbildungen zufällig ausgewählt, dessen Mutter im selben Bezirk wohnte. Kontrollkinder mussten mit den erkrankten Kindern bezüglich Alter der Mutter, Geburtsjahr und Klinik übereinstimmen.

Exposition: Die Informationen über den Wohnort der Mutter während des ersten Schwangerschaftstrimesters und über ihr Ausbildungsniveau stammten von der regionalen Meldebehörde. Die Adressen wurden geokodiert und Expositionskorridoren in der Umgebung von Hochspannungsleitungen (≥ 132 kV) zugeordnet. In Entfernungen von weniger als 20 m wurden zusätzliche Verfahren zur genauen Lokalisierung des jeweiligen Hauses angewendet. Die Korridore waren definiert als ≥ 0.1 bis < 0.2 μT , ≥ 0.2 bis < 0.4 μT und ≥ 0.4 μT . Die Magnetfeldbelastungen wurden nach einer validierten Methode modelliert, die in der Publikation von Malagoli et al. 2010 beschrieben ist. Als exponiert galten Mütter mit Belastungen ab 0.1 μT .

Methode: Die statistische Auswertung erfolgte mittels bedingter logistischer Regression unter Berücksichtigung der Matchingvariablen, entweder adjustiert oder nicht adjustiert für das Ausbildungsniveau der Mutter.

Resultat: Identifiziert wurden 228 Fälle von Kindern mit einer oder mehreren angeborenen Fehlbildungen. Sie betrafen 183 Lebend- oder Totgeburten und 45 Föten nach einem Schwangerschaftsabbruch. Das Alter der Mütter variierte zwischen 16 und 44 Jahren. Eine Magnetfeldbelastung von mindestens 0.1 μ T hatte bei einer Mutter mit krankem Kind und 5 Müttern mit gesunden Kindern bestanden. Daraus ergab sich eine verminderte, statistisch nicht signifikante Odds Ratio von 0.2 (95%-CI: 0.0-1.7) bei Magnetfeldbelastungen über 0.1 μ T.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Daten keinen Hinweis auf ein erhöhtes Risiko angeborener Fehlbildungen bei Müttern mit Magnetfeldbelastungen am Wohnort. Sie weisen darauf hin, dass die statistische Power limitiert war.

Bemerkungen: Wie bereits in der früheren Publikation (Malagoli et al. 2010) ist die Aussagekraft dieser Studie wegen der sehr kleinen Fallzahl gering. Der statistische Vergleich zwischen einem exponierten Kind mit einer Fehlbildung und 5 nicht exponierten Kontrollkindern lässt prinzipiell keine Schlussfolgerungen zu. Noch weniger aussagekräftig sind zusätzliche Subgruppenanalysen wie sie von den Autoren präsentiert werden. Stärken der Studie sind die detaillierte Expositionsmodellierung und die Berücksichtigung von potenziellen Störfaktoren.

Finanzierung: Pietro Manodori Foundation, the Reggio Emilia Municipality, ASEOP, and the Reggio Emilia Local Health Unit

Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szykowska A, Politanski P, Mamrot P, Szymczak W, Zmyslony M.
Subjective complaints of people living near mobile phone base stations in Poland.
Int J Occup Med Environ Health 2012; 25 (1): 31-40

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Alle, generell Erwachsene (alle) Personen mit Elektrohypersensibilität	Elektrohypersensibilität, Beschwerden
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobilfunkbasisstationen	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Hochfrequenzbelastung und unspezifischen Beschwerden bei Anwohnern in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen.

Kollektiv: Die Studie wurde in 5 Wohnsiedlungen in verschiedenen Regionen der polnischen Stadt Lodz durchgeführt. Nach mehreren Kriterien wurden Wohnungen in der Umgebung von Mobilfunkbasisstationen ausgewählt. Unter anderem mussten die Wohnungen zwischen 50 und 500 m von einer Basisstation entfernt sein, die Sendeleistung der Antenne musste 8 bis 25 W betragen und die Höhe der Antenne zwischen 27 und 40 m liegen. Die Abschätzung der Distanz basiert auf den Angaben im Siedlungsplan. In den ausgewählten Haushalten wohnten insgesamt 1154 erwachsene Personen. Aus jedem Haushalt wurde eine Person zufällig bestimmt und in persönlichen Interviews befragt (n=500).

Exposition: Für die Messungen wurden diejenigen Wohnungen ausgewählt, die sich in den höchsten Gebäuden und möglichst nah an der Basisstation mit der stärksten Sendeleistung befanden. In 195 Wohnungen wurden jeweils 3 Punktmessungen in den Wohn- und Schlafzimmern durchgeführt und die Mittelwerte der elektrischen Feldstärke berechnet. Anhand der Adressen wurden die Exposition zu den Studienteilnehmern zugeordnet.

Methode: Die Befragung der Teilnehmer umfasste Fragen nach unspezifischen Beschwerden, demographischen Charakteristika, beruflichen EMF-Belastungen und bestehenden Krankheiten. Die Teilnehmer wurden nicht darüber informiert, dass sich die Studie auf Mobilfunkstrahlung konzentrierte. Die statistische Auswertung erfolgte mittels multipler Regression unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht und EMF-Exposition am Arbeitsplatz oder im Haushalt.

Resultat: In 23 (12%) der 195 Wohnungen lagen die Mittelwerte der elektrische Feldstärke über 0.8 V/m, der Maximalwert betrug 3.2 V/m. Befragt wurden 181 Männer (36.2%) und 319 Frauen, das Durchschnittsalter lag bei 48.7 resp. 46.2 Jahren. Für den statistischen Vergleich wurden vier Gruppen mit unterschiedlichen Abständen von Mobilfunkbasisstationen gebildet: 1) 50 bis 100 m, 2) 101-150 m, 3) 151-200 m und 4) 201 bis 500 m. Die Auswertungen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den vier Gruppen für das Gesamtbefinden. Kopfschmerzen gaben insgesamt 57% der Befragten an, am häufigsten waren sie in der Gruppe der Personen mit 101 bis 150 m Entfernung (36.4%, $p=0.013$). Gedächtnisschwierigkeiten hatten ca. 25 bzw. 27% der Personen in den beiden Gruppen mit Distanzen über 150 m, und damit signifikant mehr als in den Gruppen in der Nähe der Basisstationen (jeweils ca. 15%, $p=0.004$). Auch die übrigen Symptome wie Hautveränderungen, Schlafstörungen, Schwindel und Kreislaufbeschwerden waren entweder in den mittleren Kategorien häufiger oder es bestanden keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass die Messungen der elektrischen Feldstärke nicht mit der Distanz der Wohnungen zur nächsten Mobilfunkbasisstation korrelierte. Für die unspezifischen Symptome sehen sie ebenfalls keine Korrelation mit den gemessenen Feldern, aber mit der Entfernung der Basisstation.

Bemerkungen: Die von den Autoren erwähnte Korrelation zwischen Distanz und Symptomen lässt sich anhand der Publikation nicht nachvollziehen. Es wird nicht beschrieben, dass der Anteil betroffener Personen für eines der erfragten Symptome in der Gruppe von 50 bis 100 m Entfernung am höchsten war. Allerdings sind nicht alle Prozentsätze angegeben, zum Beispiel fehlt die Häufigkeit von Kopfschmerzen bei Personen mit Entfernungen von 50 bis 100 m. Zudem fehlt die Anzahl der Teilnehmer in jeder Gruppe. Das Hauptproblem ist aber, dass die Entfernung von einer Basisstation kaum Rückschlüsse auf die tatsächliche Hochfrequenzbelastung erlaubt, wie auch die Messungen in der vorliegenden Studie erneut belegen.

Finanzierung: National Committee for Scientific Research (KBN) in Poland

Kato Y, Johansson O.

Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: A questionnaire survey.

Pathophysiology 2012; 19 (2): 95-100

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Mobiltelefone

Wireless LAN, Wi-Fi

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Stewart A, Rao JN, Middleton JD, Pearmain P, Evans T.

Mobile telecommunications and health: report of an investigation into an alleged cancer cluster in Sandwell, West Midlands.

Perspect Public Health 2012; 132 (6): 299-304

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Das Ziel einer Studie von Stewart et al. 2012 war die Abklärung einer von den Anwohnern berichteten Häufung von Krebserkrankungen im Jahr 1997 in der Nähe einer Mobilfunkbasisstation im britischen Bezirk Sandwell.

Kollektiv: Anhand von Registerdaten und Anwohnerangaben wurden 19 Personen identifiziert, die zwischen 1974 und 2010 an Krebs erkrankt waren und in der fraglichen Strasse wohnten.

Resultat: Da es sich um verschiedene Krebsarten handelte, waren die Kriterien für einen Cluster nicht erfüllt. Zusätzlich lagen die Raten für Neuerkrankungen und Todesfälle im ganzen Bezirk vor (Zeiträume: 1993–1995, 1999–2001, 2001–2003 und 2002–2004). Diese Zahlen wurden mit denjenigen der Gesamtregion («West Midlands») verglichen. Wenn alle Krebserkrankungen gemeinsam (nach Ausschluss von Hautkrebs) ausgewertet wurden, war die Sterblichkeitsrate im Zeitraum zwischen 2001 und 2003 bei Frauen statistisch signifikant erhöht (SMR: 1.38, 95% CI: 1.08–1.74), aber nicht bei Männern (SMR: 1.20, 95% CI: 0.92–1.55). In keinem Untersuchungszeitraum wurden signifikante Unterschiede bezüglich Darm-, Brust- oder Prostatakrebs beobachtet. Für weissen Hautkrebs (ohne Melanome) war das Erkrankungsrisiko in Sandwell niedriger als in der Region.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, sind Studien um einzelne Sendeanlagen herum im Allgemeinen nicht geeignet, um Kausalzusammenhänge zwischen Exposition und Krebsrisiko aufzuzeigen oder

auszuschliessen.

Finanzierung: National Institute for Health Research (NIHR) through the Collaborations for Leadership in Applied Health Research and Care for Birmingham and Black Country (CLAHRC-BBC) programme.

Kowall B, Breckenkamp J, Blettner M, Schlehofer B, Schüz J, Berg-Beckhoff G.

Determinants and stability over time of perception of health risks related to mobile phone base stations.

Int J Public Health 2012; 57 (4): 735-743

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Hallberg Ö, Morgan LL.

The Potential Impact of Mobile Phone Use on Trends in Brain and CNS Tumors.

J Neurol Neurophysiol (online publication) 2011; S5: doi 10.4172/2155-9562.S5-003

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Kommentar oder Diskussion

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Urbanello D, Rösli M.

Impact of one's own mobile phone in stand-by mode on personal radiofrequency electromagnetic field exposure.
J Expo Sci Environ Epidemiol (online publication) 2012; 1-4: doi 10.1038/jes.2012.97

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Corle C, Makale M, Kesari S.

Cell phones and glioma risk: a review of the evidence.

J Neurooncol 2012; 106 (1): 1-13

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Frederiksen K, Deltour I, Schüz J.

Estimating associations of mobile phone use and brain tumours taking into account laterality: a comparison and theoretical evaluation of applied methods.

Stat Med 2012; 31 (28): 3681-3692

Stichwörter

Exposition:

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Kwon MK, Choi JY, Kim SK, Yoo TK, Kim DW.

Effects of radiation emitted by WCDMA mobile phones on electromagnetic hypersensitive subjects.

Environ Health (online publication) 2012; 11: 69

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

HerzKreislaufsystem

Physiologische oder biochemische

Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Söderqvist F, Carlberg M, Zetterberg H, Hardell L.

Use of wireless phones and serum beta-trace protein in randomly recruited persons aged 18-65 years: a cross-sectional study.

Electromagn Biol Med 2012; 31 (4): 416-424

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Korpinen L, Pääkkönen R.
Mental symptoms and the use of new technical equipment.
Int J Occup Saf Ergon 2009; 15 (4): 385-400

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)
Mobiltelefonbenutzer

Wirkungsdauer:

Langzeit

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Zentralnervensystem

Land:

Europa

Gobba F, Bravo G, Rossi P, Contessa GM, Scaringi M.

Occupational and environmental exposure to extremely low frequency-magnetic fields: a personal monitoring study in a large group of workers in Italy.

J Expo Sci Environ Epidemiol 2011; 21 (6): 634-645

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Huss A, Vermeulen R, Bowman JD, Kheifets L, Kromhout H.
Electric shocks at work in Europe: development of a job exposure matrix.
Occup Environ Med 2012;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien
Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Jirik V, Pekarek L, Janout V, Tomaskova H.

Association between Childhood Leukaemia and Exposure to Power-frequency Magnetic Fields in Middle Europe.

Biomed Environ Sci 2012; 25 (5): 597-601

Stichwörter

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Fall-Kontrollstudie zum Zusammenhang zwischen häuslicher Magnetfeldbelastung und dem Leukämierisiko bei Kindern.

Kollektiv: Kinder unter 15 Jahren mit Wohnsitz in der tschechischen Republik. Die Rekrutierung erfolgte in verschiedenen Ortschaften und unterschiedlichen Wohngebieten im ganzen Land. Der zeitliche Abstand zwischen der ärztlichen Diagnose und dem Zeitpunkt der Studie variierte von einigen Wochen bis zu 5 Jahren. Zwei von insgesamt 5 Universitätskliniken stellten die Krankenakten zur Identifizierung von leukämiekranken Kindern zur Verfügung. Die Kontrollkinder waren an den selben Krankenhäusern wegen anderer Erkrankungen in Behandlung. Sie wurden den Patienten nach passendem Alter, Geschlecht und Wohnregion zugeordnet.

Exposition: Die Expositionsabschätzung beruhte auf individuellen Magnetfeldmessungen in den Häusern und in der Umgebung sowie in den Schulen der Kinder. Drei Kategorien von Gebäuden wurden unterschieden: Hochhäuser, Mehr- und Einfamilienhäuser). Die Expositionsdauer wurde anhand des Alters der Kinder abgeschätzt (1 bis 14 Jahre).

Methode: Die Studie dauerte ungefähr 3 Jahre. Die statistische Auswertung erfolgte mittels bedingter logistischer Regression und für verschiedene Belastungskategorien.

Resultat: Anhand der Krankenakten wurden 79 Leukämiepatienten und 79 passende Kontrollkinder identifiziert. Trennpunkte der Belastungskategorien waren 0.2 μ T, 0.3 μ T und 0.4 μ T. Die statistische Auswertung ergab kein erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern in Abhängigkeit von der Magnetfeldbelastung (Odds Ratios für alle Kategorien unter 1 und nicht signifikant).

Schlussfolgerung: Die Autoren halten fest, dass die Magnetfeldbelastung in dieser Studie etwas höher war als in früheren Untersuchungen zu diesem Thema. Es wurde keine Assoziation zwischen Magnetfeldbelastung und Leukämierisiko bei Kindern beobachtet.

Bemerkungen: In der Publikation fehlen Angaben zur Alters- und Geschlechtsverteilung in der Studienpopulation, und die Angaben zur Magnetfeldbelastung sind unklar. Damit lassen sich die Ergebnisse nicht nachvollziehen und die Studie ist nicht beurteilbar.

Finanzierung: Keine Angaben.

Kirschenlohr H, Ellis P, Hesketh R, Metcalfe J.

Gene expression profiles in white blood cells of volunteers exposed to a 50 Hz electromagnetic field.

Radiat Res 2012; 178 (3): 138-149

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Touitou Y, Djeridane Y, Lambrozo J, Camus F, Selmaoui B.

Long-term (up to 20 years) effects of 50-Hz magnetic field exposure on immune system and hematological parameters in healthy men.

Clin Biochem (epub ahead of print) 2012; doi: 10.1016/j.clinbiochem.2012.09.003

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Immunsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Swanson J, Kheifets L.

Could the geomagnetic field be an effect modifier for studies of power-frequency magnetic fields and childhood leukaemia?.

J Radiol Prot 2012; 32 (4): 413-418

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Studiendesign, Statistik

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Halgamuge MN.

Pineal Melatonin Level Disruption in Humans Due to Electromagnetic Fields and Icnirp Limits.

Radiat Prot Dosimetry 2012;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Experimentelle Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Kollektiv:

Alle, generell

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Wirkungsdauer:

Kurz (Tage bis Wochen)

Langzeit

Unmittelbar

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische
Parameter

Land:

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

de Vocht F, Wilen J, Hansson Mild K, van Nierop LE, Slottje P, Kromhout H.
Health effects and safety of magnetic resonance imaging.
J Med Syst 2012; 36 (3): 1779-1780

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Frequenz: statisch

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,

Grenzwerte

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Jaermann T, Suter F, Osterwalder D, Luechinger R.

Measurement and analysis of electromagnetic fields of pulsed magnetic field therapy systems for private use.

J Radiol Prot 2011; 31 (1): 107-116

Stichwörter

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz

Exposition:

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Gunnarsson LG, Lindberg G, Söderfeldt B, Axelson O.
Amyotrophic lateral sclerosis in Sweden in relation to occupation.
Acta Neurol Scand 1991; 83 (6): 394-398

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: mittel (300 Hz bis 100 kHz)

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Koeman T, Slottje P, Kromhout H, Schouten LJ, Goldbohm RA, van den Brandt PA, Vermeulen R.
Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort study.
Occup Environ Med 2013;

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte
Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte
Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Chen Q, Xu G, Lang L, Yang A, Li S, Yang L, Li C, Huang H, Li T.
ECG changes in factory workers exposed to 27.2 MHz radiofrequency radiation.
Bioelectromagnetics (online ahead of print) 2012; 10.1002/bem.21771

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Herz-Kreislaufsystem

Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Hardell L, Carlberg M.

Use of Mobile and Cordless Phones and Survival of Patients with Glioma.

Neuroepidemiology 2013; 40 (2): 101-108

Stichwörter

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Schnurlostelefone

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung der Frage, ob die Benutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen den Krankheitsverlauf bei Patienten mit Hirntumor beeinflusst.

Kollektiv: Das Kollektiv setzte sich aus Hirntumor-Patienten im Alter von 20 bis 80 Jahren zusammen, die an den früheren Studien der schwedischen Forschergruppe von Hardell et al. teilgenommen hatten. Die Tumordiagnosen waren zwischen 1997 und 2003 gestellt worden.

Exposition: Die Informationen zur Mobil- und Schnurlostelefonbenutzung wurden in schriftlichen Fragebögen gesammelt und mithilfe von Telefoninterviews vervollständigt. Dabei wurden nur Expositionen berücksichtigt, die mindestens ein Jahr vor dem Zeitpunkt der Diagnose stattgefunden hatten.

Methode: Die Krankheitsdaten stammten von regionalen Krebsregistern, die Sterberaten vom Schwedischen Bevölkerungsregister. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Cox-Proportional-Hazard-Modell, adjustiert für Alter, Geschlecht, Diagnosejahr, Sozialstatus und Studie. Der Beobachtungszeitraum dauerte von der Tumordiagnose bis 30. Mai 2012 oder bis zum Versterben des Patienten.

Resultat: Insgesamt lagen Daten von 1233 Personen mit einem bösartigen Hirntumor vor, die meisten von ihnen (n=1132, 92%) waren an einem Gliom erkrankt. Das Alter der exponierten Patienten war im Durchschnitt 9 Jahre niedriger als in der Gruppe der nichtexponierten Patienten (Median: 54 vs. 63 Jahre). Der Beobachtungszeitraum variierte zwischen 3088 und 5628 Tagen (Median: 4703 Tage). Die statistische Auswertung ergab kein erhöhtes Sterberisiko für die Gesamtgruppe der Gliompatienten, die ein Mobil- oder Schnurlostelefon benutzt hatten (Hazard Ratio: 1.1, 95%-CI: 0.9-1.2). Bei Gliompatienten, die länger als 10 Jahre ein Mobil- oder

Schnurlostelefon benutzten (n=147), war das Sterberisiko statistisch signifikant erhöht (HR: 1.2, 95%-CI: 1.002-1.5). Bei Personen mit mindestens 2000 Stunden Telefongebrauch (n=114) stieg die Risikozunahme auf 30% an (HR: 1.3, 95%-CI: 1.04-1.7).

In der Untergruppe der Patienten mit einem niedriggradigen Astrozytom (Grad I/II), die ein Mobil- oder Schnurlostelefone benutzten (n=92), war das Sterberisiko dagegen statistisch signifikant geringer als bei Nichtexponierten (HR: 0.5, 95%-CI: 0.3-0.9). In dieser Gruppe stieg das Risiko auch mit zunehmender Dauer oder Intensität der Telefonbenutzung nicht an. Für Patienten mit einem Glioblastom (=hochgradiges Astrozytom, Grad IV), die ein Mobil- oder Schnurlostelefon verwendeten (n=355), zeigte sich ein erhöhtes Sterberisiko von 1.1 (95%-CI: 0.95-1.4), das bei Personen mit über 10-jährigem Gebrauch statistisch signifikant war (HR: 1.3, 95%-CI: 1.03-1.7).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass exponierte Patienten mit hochgradigen Astrozytomen (=Glioblastomen) in dieser Studie ein erhöhtes Sterberisiko hatten. Bei Patienten mit niedriggradigen Astrozytomen (Grad I/II) war das Sterberisiko dagegen geringer als in der Kontrollgruppe ohne Mobil- oder Schnurlostelefon. Als Erklärungsansatz für diese Resultate erwähnen die Autoren die Möglichkeit, dass die Mobiltelefonbenutzung zu einem früheren Auftreten von Symptomen und damit zu einer früheren Diagnose geführt haben könnte.

Bemerkungen: In der Publikation wird weder im Text noch in den Tabellen deutlich, dass es sich bei Astrozytomen um eine Untergruppe der Gliome handelt. Die Gesamtauswertung aller Gliompatienten bezieht daher bereits die Patienten in den Subgruppen ein. Ebenfalls unklar bleibt, warum keine Auswertung für alle Astrozytom-Patienten gemeinsam (n=934) durchgeführt wurde. Das signifikant verminderte Sterberisiko in der Gruppe der Mobiltelefonbenutzer mit niedriggradigem Astrozytom könnte trotz der Altersadjustierung auch durch den beträchtlichen Altersunterschied zwischen Benutzern und Nichtbenutzern entstanden sein. Dafür spricht zumindest, dass die Differenz zwischen diesen beiden Subgruppen besonders gross war (Median bei Exponierten: 40 Jahre, bei Nichtexponierten: 52 Jahre).

Finanzierung: The study was supported by grants from "Cancer- och Allergifonden" and "Cancerhjälpen".

Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K.

Use of mobile phones and cordless phones is associated with increased risk for glioma and acoustic neuroma.

Pathophysiology (online ahead of print) 2012; 10.1016/j.pathophys.2012.11.001

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: weitere

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Ros-Llor I, Sanchez-Siles M, Camacho-Alonso F, Lopez-Jornet P.

Effect of mobile phones on micronucleus frequency in human exfoliated oral mucosal cells.

Oral Dis 2012; 18 (8): 786-792

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Zellbiologie, DNA-Schäden

Wirkungsdauer:

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Schüz J, Grell K, Kinsey S, Linet MS, Link MP, Mezei G, Pollock BH, Roman E, Zhang Y, McBride ML, Johansen C, Spix C, Hagihara J, Saito AM, Simpson J, Robison LL, Dockerty JD, Feychting M, Kheifets L, Frederiksen K.

Extremely low-frequency magnetic fields and survival from childhood acute lymphoblastic leukemia: an international follow-up study.

Blood Cancer J (online publication) 2012; 2: e98

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Zusammenfassung

Ziel: Multinationale Follow-up-Studie zur Untersuchung der Frage, ob leukämiekrankte Kinder mit höherer Magnetfeldbelastung am Wohnort einen schlechteren Krankheitsverlauf haben als weniger stark exponierte Kinder.

Kollektiv: Für die Auswertungen standen Daten von mehr als 3000 Kindern mit akuter lymphatischer Leukämie (ALL) aus Kanada, Dänemark, Deutschland, Japan, Grossbritannien und USA zur Verfügung. Die Kinder waren zwischen einem und 14 Jahre alt und wurden aufgrund ihres Blutbildes und ihres Alters in zwei Prognosegruppen unterteilt (hohes/niedriges Risiko).

Exposition: Für die gemeinsame Auswertung wurden Daten von Fall-Kontrollstudien verwendet, in denen die Magnetfeldbelastung am Wohnort während mindestens 24 Stunden gemessen worden war oder entsprechende Berechnungen vorlagen. Die Berechnungen beruhten auf Informationen über die historische Last der Stromleitungen und ihre Entfernung von umliegenden Gebäuden. Es wurden 4 Belastungskategorien gebildet: <0.1 , $0.1-0.2$, $0.2-0.3$ und >0.3 μT . Zusätzlich wurde evaluiert, ob ein linearer Zusammenhang zwischen Exposition und Zielgrösse bestand (Anstieg um jeweils 0.1 μT).

Methode: Neben der allgemeinen Überlebensrate wurde auch die ereignisfreie Überlebensrate analysiert. Als "Ereignisse" definiert waren Todesfälle, das Wiederauftreten der Leukämie oder das Auftreten einer zweiten bösartigen Erkrankung. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich vom Zeitpunkt der Diagnose bis zum Auftreten eines dieser Ereignisse oder bis zur Maximaldauer von 10 Jahren. Die Krankheitsdaten stammten von Krebsregistern oder klinischen Studien. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Cox proportional Hazard-

Modellen, stratifiziert nach Studie und Prognosegruppe, Geschlecht, Diagnosejahr und Alter bei Diagnose (1-4, 5-9 und 10-14 Jahre). Die ethnische Zugehörigkeit und der Sozialstatus wurden als zusätzliche Einflussfaktoren untersucht, es wurden aber keine Assoziationen festgestellt.

Resultat: Für die Auswertung der Überlebensrate standen Daten von 3073 Kindern mit ALL zur Verfügung. Die meisten Kinder (88%) gehörten zur gering exponierten Gruppe ($<0.1 \mu\text{T}$). In der höchsten Magnetfeldkategorie ($>0.3 \mu\text{T}$) befanden sich 68 Kinder (2%). Der Vergleich dieser beiden Gruppen ergab kein erhöhtes Sterberisiko für stärker exponierte Kinder, die Hazard Ratio (HR) als Mass für das relative Risiko lag bei 0.96 (95%-CI: 0.49-1.89). In den beiden mittleren Expositionskategorien waren die Risikoschätzer etwas höher: 1.42 (0.99-2.05) für $0.1-0.2 \mu\text{T}$ und 1.27 (0.65-2.50) für $0.2-0.3 \mu\text{T}$. Bezüglich des ereignisfreien Überlebens bestand ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der obersten und der untersten Belastungskategorie (HR: 0.76, 95%-CI: 0.44-1.33). Auch in der linearen Auswertung zeigte sich kein Risikoanstieg bei einer Zunahme der Magnetfeldbelastung um $0.1 \mu\text{T}$: für die allgemeine Überlebensrate lag diese HR bei 1.04 (0.97-1.07) und für die ereignisfreie Überlebensrate bei 1.0 (0.93-1.07).

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in ihren Resultaten keine Hinweise darauf, dass die Magnetfeldbelastung am Wohnort die Überlebens- oder Rückfallwahrscheinlichkeit von leukämiekranken Kindern beeinflusst.

Bemerkungen: Zwei frühere Studien mit kleineren Fallzahlen hatten auf einen Zusammenhang zwischen Magnetbelastung und Krankheitsverlauf von leukämiekranken Kindern hingewiesen (Foliart et al. 2006, Svendsen et al. 2007). In der kombinierten Auswertung von Studiendaten aus 8 Ländern war diese Assoziation nicht zu beobachten. Allerdings war die Anzahl an stark exponierten Kindern ($>0.3 \mu\text{T}$) trotz des grossen Kollektivs auch hier relativ klein. Da auch die krankheitsbedingten Ereignisse nicht häufig auftraten, war die statistische Power der Studie eingeschränkt. Für die Kinder in mittleren Belastungskategorien (mit grösseren Fallzahlen) wurden höhere Risikoschätzer berechnet. Sie waren teilweise grenzwertig signifikant, aber es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung.

Finanzierung: This project was supported by a research contract from the Electric Power Research Institute (EPRI) to the Institute of Cancer Epidemiology, The Danish Cancer Society.

Suhhova A, Bachmann M, Karai D, Lass J, Hinrikus H.

Effect of microwave radiation on human EEG at two different levels of exposure.

Bioelectromagnetics (online ahead of print) 2012;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Aerts S, Deschrijver D, Joseph W, Verloock L, Goeminne F, Martens L, Dhaene T.

Exposure assessment of mobile phone base station radiation in an outdoor environment using sequential surrogate modeling.

Bioelectromagnetics (epub ahead of print) 2013;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Beekhuizen J, Vermeulen R, Kromhout H, Bürgi A, Huss A.

Geospatial modelling of electromagnetic fields from mobile phone base stations.

Sci Total Environ 2013; 445-446C: 202-209

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Kein Kollektiv

Zielgrösse:

Messungen, Dosimetrie,
Grenzwerte

Wirkungsdauer:

Nicht bestimmt

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Exposition, Methodik

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung in Bearbeitung.

Elliott P, Shaddick G, Douglass M, de Hoogh K, Briggs DJ, Toledano MB.
Adult Cancers Near High-voltage Overhead Power Lines.
Epidemiology 2013; 24 (2): 184–190

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs
Tumoren: Hirntumoren
Tumoren: Leukämien, Lymphome
Tumoren: weitere
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Landesweite Fall-Kontrollstudie zur Häufigkeit von Krebserkrankungen bei Erwachsenen in der Umgebung von Hochspannungsleitungen in England und Wales. Untersucht wurden Zusammenhänge mit der Magnetfeldbelastung und mit der Distanz zwischen Wohnort und Stromleitung.

Kollektiv: Die Informationen über Krebserkrankungen und die Adressen der Patienten stammten aus dem nationalen Krebsregister. Die Adressangaben hatten eine Genauigkeit von 0.1 m. Die Krebspatienten waren zwischen 15 und 74 Jahre alt und lebten nicht weiter als 1000 m von einer Hochspannungsleitung entfernt. Die Diagnosen waren zwischen 1974 und 2008 gestellt worden, ausgewertet wurden Erkrankungen an Leukämie, Hirntumor, malignem Melanom und Brustkrebs. Die Kontrollpersonen stammten ebenfalls aus dem Krebsregister, waren aber an Tumoren erkrankt, der nicht mit der Magnetfeldbelastung in Zusammenhang gebracht werden. Dazu gehörten bösartige Magen-, Darm-, Leber-, Prostata- oder Gebärmuttertumoren. Nach dem Zufallsprinzip wurden 79'507 Kontrollpersonen ausgewählt. Die Zuordnung zu den Patienten in der Fallgruppe erfolgte gemäss Anzahl in den einzelnen Diagnosejahren und Regionen (1:1 für Brustkrebs, 1:3 für alle anderen Tumoren).

Exposition: Es lagen Informationen zu Lokalisation und Errichtungsdatum für ca. 21'800 Masten aller Hochspannungsleitungen (400 und 275 kV) in England und Wales vor. Für die Studienjahre 1974 bis 2008 wurden Zonen von 1000 m um diese Stromleitungen konstruiert. Diese Daten wurden mittels "Geographischem Informationssystem" (GIS) mit den Adressen der Studienteilnehmer verbunden. Berechnet wurden die Distanzen zwischen der nächsten Hochspannungsleitung und der Wohnadresse zum Zeitpunkt der Diagnose und 5 Jahre vorher. Wenn diese Distanz unter 200 m lag, erfolgte zusätzlich eine Berechnung der Magnetfeldbelastung. Für weiter entfernte Adressen wurde eine Belastung von weniger als 100 nT (0.1 µT) angenommen. Die Abschätzung

basierte auf der historischen Konfiguration der Freileitungen und ergab für 19.2% der Teilnehmer (n=1845) Werte über 100 nT. Für 79% der Personen lagen sie unter diesem Wert. Die Trennpunkte der 6 Expositionskategorien waren <100 (Referenz), 200, 300, 400 und 1000 nT.

Methode: Die statistische Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression. Dabei wurden folgende Faktoren berücksichtigt: Diagnosejahr, Region, Alter, Geschlecht, Stadt/Land und ein Index für den Wohlstand der Region. Es lagen keine individuellen Informationen über den Sozialstatus, das Migrationsverhalten oder das Rauchen vor. Wegen der grossen Anzahl an Brustkrebspatientinnen konnte nur für eine Zufallsauswahl von 50% die Magnetfeldbelastung bestimmt und ausgewertet werden.

Resultat: Maximal 1000 m von einer Hochspannungsleitung entfernt wohnten 7823 Patienten mit Leukämie, 6781 mit einem Hirntumor, 9153 mit einem malignen Melanom und 58'404 mit Brustkrebs. Die Personen in den Fallgruppen waren etwas jünger und etwas wohlhabender als die Kontrollpatienten. In der Kontrollgruppe variierten die Mittelwerte der Magnetfeldbelastung zwischen 7.4 und 10.6 nT. In unmittelbarer Nähe der Freileitungen wurden Maximalwerte bis 8592 nT (8.6 μ T) berechnet.

Die Auswertung der Distanzen zwischen Wohnadresse und Hochspannungsleitung ergab keinen statistisch signifikanten Zusammenhang mit dem Erkrankungsrisiko. Als Referenzgruppe dienten Adressen in Entfernungen von 600 bis 1000 m. Die Odds Ratios für die nächstgelegenen Adressen mit Distanzen von 0 bis 49 m variierten zwischen 0.82 (95%-CI: 0.61-1.11) für maligne Melanome und 1.22 (95%-CI: 0.88-1.69) für Hirntumore. Auch für die berechneten Magnetfeldbelastungen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Expositionskategorien. Der Vergleich der obersten Kategorie (>1000 nT resp. 1 μ T) mit der Referenzgruppe (<100 nT) ergab Odds Ratios zwischen 0.68 (95%-CI: 0.39-1.17) für maligne Melanome und 1.08 (95%-CI: 0.77-1.51) für Brustkrebs. Auch in den mittleren Kategorien der Magnetfeldbelastung bestanden keine signifikanten Assoziationen oder Trends. Für die Exposition 5 Jahre vor dem Diagnosezeitpunkt wurden ebenfalls keine Zusammenhänge beobachtet.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Resultaten keine Hinweise auf Zusammenhänge zwischen der Magnetfeldbelastung am Wohnort und dem Krebsrisiko bei Erwachsenen. Sie weisen darauf hin, dass diese Studie einen Beobachtungszeitraum von 35 Jahren umfasst und damit bisher die grösste Studie zu dieser Fragestellung ist.

Bemerkungen: Insgesamt sprechen die Ergebnisse gegen einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldbelastung durch Hochspannungsleitungen in der Wohnumgebung und dem Krebsrisiko bei Erwachsenen. Es handelt sich um eine grosse Studie mit Berechnung der individuellen Magnetfeldbelastung am Wohnort, allerdings wurden keine Messungen durchgeführt. Eine weitere Einschränkung ergibt sich daraus, dass trotz des grossen Kollektivs nicht sehr viele Teilnehmer stark exponiert waren. Zum Beispiel hatten in der Auswertung zum Hirntumorrisiko nur 9 Fall- und 28 Kontrollpatienten eine Magnetfeldbelastung über 1 μ T. Die Analyse zum Brustkrebsrisiko basierte immerhin auf 74 resp. 66 stark exponierten Patientinnen. Eine Auswertung aller Personen mit Belastungen über 0.4 μ T wäre auch für den Vergleich mit Studien zum Leukämierisiko bei Kindern interessant.

In einem Kommentar in der selben Ausgabe der Zeitschrift wird kritisiert, dass die Kontrollgruppe ebenfalls aus Krebspatienten bestand (Schüz, Epidemiology 2013;24(2):191-192). In Frage gestellt wird die Unterscheidung zwischen Tumorarten mit stärkerer oder schwächerer Evidenz für Zusammenhänge mit der Magnetfeldbelastung, weil die IARC bisher alle Krebserkrankungen bei Erwachsenen als "nicht beurteilbar" einstuft. Zudem bestehe in

der Studie ein beträchtliches Risiko für falsch-positive Resultate, weil zahlreiche Analysen durchgeführt wurden und weil Personen in der Umgebung von Hochspannungsleitungen unabhängig von der Magnetfeldbelastung ein anderes Risikoprofil haben könnten als andere Bevölkerungsgruppen. Die Autoren schreiben in ihrer Antwort, dass die Auswertungen für Unterschiede im Sozialstatus korrigiert wurden und dass ihrer Meinung nach für verschiedene Krebsarten deutliche Unterschiede in der Evidenz bestünden (Elliott & Toledano, Epidemiology 2013;24(2):193-194).

Finanzierung: UK Department of Health and Energy Networks Association (through a grant to the Department of Health).

Atzmon I, Linn S, Richter E, Portnov BA.

Cancer risks in the Druze Isifya Village: Reasons and RF/MW antennas.

Pathophysiology 2012; 19 (1): 21-28

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Fernseh- und Radiosender

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Tumoren: Brustkrebs

Tumoren: Hirntumoren

Tumoren: Leukämien, Lymphome

Tumoren: weitere

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Cluster-Studie (örtlich, zeitlich)

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Querschnittsstudie zur Abklärung einer von den Bewohnern beobachteten Häufung von Krebserkrankungen in einem nordisraelischen Dorf ("Isifya Village"). Die Häufung wurde in den Jahren 1998 bis 2001 beobachtet und betraf vor allem Männer.

Kollektiv: Mit 348 Bewohnern des Dorfes wurden persönliche Interviews durchgeführt. Nach dem Ausschluss von Personen, die erst nach 2000 in das Dorf gezogen waren, bestand die Studie aus 47 Krebspatienten und 260 Kontrollpersonen. Die Patienten waren zwischen 1998 und 2007 an verschiedenen Tumoren erkrankt; die Diagnosen wurden anhand von medizinischen Unterlagen verifiziert. Zusätzlich beantworteten die Teilnehmer Fragen nach ihrer Familienanamnese, Ausbildung, beruflichen Expositionen, Rauchen, Alkohol, Ernährungsgewohnheiten, Verwendung von Mobil- und Schnurlostelefonen, Einnahme von Hormonpräparaten und Haushaltseinkommen. Für verstorbene Krebspatienten übernahmen Familienangehörige die Beantwortung.

Exposition: Die Informationen über Radiosender und Mobilfunkbasisstationen, die vor dem Jahr 2000 in der Stadt vorhanden waren, stammten von der Gemeindebehörde. Zusätzliche Antennen auf den Dächern der Häuser wurden ebenfalls registriert. Mittels geographischem Informationssystem (GIS) wurden die Distanzen zwischen den Häusern der Studienteilnehmer und der nächsten Sendeanlage berechnet. Die Abschätzung der individuellen Belastung erfolgte nach der Formel: $\text{Exposition} = 1/\text{Distanz}^2$. Bei Durchführung der Studie bestanden die Sendeanlagen bereits nicht mehr, weil sie im Jahr 2000 von Mobilfunkgegnern zerstört worden waren.

Methode: Die statistische Auswertung basierte auf einer logistischen Regression, die für einige Risikofaktoren korrigiert wurde.

Resultat: Eine Krebserkrankung bestand bei 15.3% der Studienteilnehmer (47 von 307 Personen). In der Umgebung von einer Sendeanlage wohnten 32 Personen (68%) mit einer Krebserkrankung, etwas weiter entfernt befanden sich 11 Patienten (23%) und in unbekannter Entfernung 4 Patienten (8.5%). Die Auswertung aller 47 Patienten gemeinsam ergab keinen Zusammenhang mit der berechneten Exposition, die Odds Ratio lag bei 1 (95%-CI: 0.99-1.02). Für das Darmkrebsrisiko (n=11) betrug die Odds Ratio 1.03 (95%-CI: 1.01-1.05). Hinsichtlich Brustkrebs (n=10) bestand bei stärker Exponierten ein reduziertes Erkrankungsrisiko (OR: 0.84, 95%-CI: 0.72-0.79). Ein statistisch signifikant erhöhtes Krebsrisiko hatten Personen mit beruflicher Belastung gegenüber Chemikalien und Elektrogeräten (n=43, OR: 2.79, 95%-CI: 1.14-6.82).

Schlussfolgerung: Wie die Autoren zusammenfassen, haben sie in dieser Studie keinen Zusammenhang zwischen der Exposition durch Sendeanlagen und dem Krebsrisiko beobachtet. Bezogen auf Darmkrebs bestand ein geringfügig erhöhtes Risiko. Eine starke Assoziation bestand zwischen der beruflichen Belastung mit Chemikalien oder Elektrogeräten und dem Krebsrisiko.

Bemerkungen: Die Aussagekraft dieser Studie ist gering, weil abgesehen von der Distanz keine Informationen über die Sendeanlagen in diesem Dorf zur Verfügung standen. Zudem waren die Sender bereits vor der Durchführung der Studie entfernt worden. Ebenfalls unklar ist, wie die Teilnehmer ausgewählt wurden und wie die Beteiligungsrate bezogen auf die Gesamtbevölkerung war. Offenbar handelte es sich nicht um eine Zufallsstichprobe, und es gibt keine Angaben über die Repräsentativität und die Vergleichbarkeit der Personen mit/ohne Krebserkrankung. Bei den Ergebnissen ist ausserdem nicht aufgeführt, für welche Krebsrisikofaktoren korrigiert wurde. Weiterhin fällt auf, dass kein Zusammenhang zwischen dem Alter der Teilnehmer und dem Krebsrisiko bestand und auch das Rauchen nicht mit dem Krebsrisiko assoziiert war. Eine weitere Einschränkung ergibt sich daraus, dass die Teilnehmer 17 verschiedene Krebserkrankungen hatten, und nur für 4 Tumorarten Daten von mehr als 5 Patienten zur Verfügung standen. Die in den Tabellen angegebenen bis zu 8-stelligen Ergebnisse der Regressionsanalyse für diese kleinen Fallzahlen sind nicht interpretierbar.

Finanzierung: University of Haifa

Sudan M, Kheifets L, Arah O, Olsen J, Zeltzer L.

Prenatal and Postnatal Cell Phone Exposures and Headaches in Children.

The Open Pediatric Medicine Journal 2012; 6 (-): 46-52

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Schwangere Frauen

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schwangerschaft: Pränatale

Entwicklung, Frühgeburt

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonexposition von Kindern vor oder nach der Geburt und dem Auftreten von Migräne oder anderen Kopfschmerzen im Alter von 7 Jahren.

Kollektiv: Zwischen 1996 und 2002 wurden im Rahmen der Dänischen Geburtskohortenstudie 91'661 schwangere Frauen rekrutiert. Circa 50% aller schwangeren Frauen in Dänemark wurden eingeladen, und 66% nahmen teil (n=59'975). Die Befragungen zum Lebensstil und zu Umweltbelastungen erfolgten in der 12. und 30. Schwangerschaftswoche sowie 6 und 18 Monate nach der Geburt des Kindes. Sieben Jahre später füllten die Mütter erneut einen Fragebogen aus, der neben Fragen zum Lebensstil, zum Sozialstatus, zu Kinderkrankheiten und Verhaltensauffälligkeiten des Kindes auch Fragen zur Mobiltelefonbenutzung der Mütter während der Schwangerschaft sowie zum Mobiltelefongebrauch der Kinder enthielt.

Exposition: Benutzung von Mobiltelefonen während der Schwangerschaft und im frühen Kindesalter. Gefragt wurde nach Häufigkeit und Intensität der Benutzung sowie nach den Tragegewohnheiten im Stand-by-Modus und nach der Verwendung von Freisprechanlagen. Die Mobiltelefonbelastung wurde in 4 Kategorien unterteilt: nur pränatal, nur postnatal, beide oder keine Exposition. Bei der Verwendung von Freisprechanlagen wurde berücksichtigt, dass sich dadurch die Belastung des ungeborenen Kindes je nach Lokalisation des Mobiltelefons erhöhen könnte.

Methode: In den Fragebögen für Mütter mit 7-jährigen Kindern wurde erfasst, ob das Kind an Migräne litt und ob es oft über Kopfschmerzen, Bauchschmerzen oder Übelkeit klagte. Verwendet wurde ein Modul des „Strengths and Difficulties Questionnaire“. Wenn die Mütter die Fragen mit „teilweise wahr“ oder „sehr wahr“ beantworteten, galt das Kind als krank. Zusätzlich wurden aus verschiedenen Registern Daten zu Migräne-

Diagnosen der Mütter und zur Gesundheit der Kinder bei Geburt gesammelt. Die Angaben zum sozioökonomischen Status der Eltern stammten aus dem Interview in der 12. Schwangerschaftswoche. Die Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression. In den Modellen wurden berücksichtigt: Alter und Sozialstatus der Mutter, Angst- oder Stressgefühle während der Schwangerschaft, Migräne-Erkrankung der Mutter, Geschlecht des Kindes und Passivrauch-Belastung.

Resultat: Für die Auswertungen standen Daten von 52'680 Kindern zur Verfügung. Laut Angaben der Mütter waren 39% der Kinder vor der Geburt exponiert gewesen (n=20'482) und 36% benutzten im Alter von 7 Jahren ein Mobiltelefon (n=18'935). Eine prä- und postnatale Belastung bestand bei 19% der Kinder (n=9781), 20% waren nur vor der Geburt (n=10'690) und 16% nur nach der Geburt (n=8213) exponiert. Als Referenzgruppe dienten Kinder ohne Mobiltelefonexposition (n=21'507, 40%). Insgesamt gaben 523 Mütter (1%) an, dass ihr Kind Migräne habe, an Kopfschmerzen oder damit zusammenhängenden Beschwerden litten 10'043 Kinder (19%). Die Auswertungen ergaben für Kinder mit prä- und postnataler Exposition statistisch signifikant erhöhte Risiken für Migräne (OR: 1.30, 95%: 1.01-1.68) und Kopfschmerzen (1.32, 95% CI: 1.23-1.40). Für beide Symptome nahm das Risiko signifikant zu, wenn die Mütter ihr Mobiltelefon während der Schwangerschaft häufiger benutzt hatten (p-Wert für beide Trends: 0.03). Bezogen auf Kopfschmerzen bestanden auch für die einzelnen Expositionen statistisch signifikante Zusammenhänge (nur pränatal: 1.16, 95%: 1.08-1.23, nur postnatal: 1.28, 95%: 1.19-1.37). Bezüglich Migräne waren die Assoziationen nicht signifikant (nur pränatal: 1.20, 95%: 0.93-1.54, nur postnatal: 1.21, 95%: 0.92-1.60).

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser grossen Studie Zusammenhänge zwischen der prä- und postnatalen Mobiltelefonbelastung beobachtet wurden. Sie weisen darauf hin, dass sowohl die Angaben zur Exposition als auch die Informationen zur Symptomatik von den Müttern stammten, und empfehlen weitere Untersuchungen mit genauerer Erfassung beider Parameter.

Bemerkungen: Wie die Autoren ebenfalls anmerken, lagen für einige potenzielle Störfaktoren keine Daten vor, unter anderem für Fernsehkonsum, Videospiele und Computerbenutzung. Zudem war das Expositionsniveau sowohl vor als auch nach der Geburt gering. Die beobachteten Zusammenhänge könnten also auch auf bestimmte Verhaltensweisen zurückzuführen sein, die mit der Mobiltelefonbenutzung assoziiert sind.

Finanzierung: Lundbeck Foundation; the Danish Medical Research Council; the National Institutes of Health/National Institute of Environmental Health Sciences; Netherlands Organization for Scientific Research (NWO)

Guxens M, van Eijsden M, Vermeulen R, Loomans E, Vrijkotte TG, Kromhout H, van Strien RT, Huss A. Maternal cell phone and cordless phone use during pregnancy and behaviour problems in 5-year-old children. J Epidemiol Community Health (epub ahead of print) 2013; doi: 10.1136/jech-2012-201792

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Kinder und Jugendliche Schwangere Frauen	Schwangerschaft: Pränatale Entwicklung, Frühgeburt Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Schnurlostelefone	Langzeit	Europa

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonbenutzung während der Schwangerschaft und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern im Alter von 5 Jahren.

Kollektiv: In einer grossen Kohortenstudie wurden 8266 schwangere Frauen erfasst, die zwischen Januar 2003 und März 2004 eine gynäkologische Praxis oder Klinik in Amsterdam aufgesucht hatten. Die Befragung zur Mobiltelefonbenutzung während der Schwangerschaft erfolgte rückblickend, wenn die Kinder 7 Jahre alt waren. Das Verhalten der Kinder wurde im Alter von 5 Jahren evaluiert. Diese Informationen lagen für 2660 Kinder vor, zusätzliche Angaben über potenzielle Störfaktoren waren für 2618 Kinder vorhanden (31.7% der ursprünglichen Grundgesamtheit).

Exposition: Benutzung von Mobil- und Schnurlostelefonen während der Schwangerschaft. Die Teilnehmerinnen wurden gemäss ihren Angaben in 4 Kategorien eingeteilt: nie, <1 Anruf/Tag, 1-4 Anrufe/Tag, mind. 5 Anrufe/Tag. Im Studienzeitraum war in Holland fast ausschliesslich das GSM-System (900 oder 1800 MHz) vorhanden. Wenn die Frauen angaben, eine Freisprechanlage benutzt zu haben, wurde die Häufigkeit der Anrufe entsprechend nach unten korrigiert.

Methode: Im Alter von 5 Jahren wurde das Verhalten der Kinder nicht nur von den Müttern, sondern auch von den Lehrern beurteilt. Die Beurteilung basierte auf dem "Strengths and Difficulties Questionnaire", es wurden 4 von 5 Skalen zum Verhalten verwendet. Gemäss dieser Punktzahl wurde das Verhalten der Kinder als "normal", "grenzwertig" oder "abnormal" eingestuft. Zusätzliche Informationen betrafen: Alter und Ausbildungsniveau der Mutter, Ursprungsland, Anzahl der früheren Schwangerschaften, Grösse und Gewicht vor der Schwangerschaft, Nikotin- und Alkoholkonsum, Passivrauchbelastung, emotionale Verfassung während der Schwangerschaft und

psychische Erkrankungen. Zusätzlich war ein Indikator für den Sozialstatus der jeweiligen Wohnregion vorhanden. Die statistische Auswertung erfolgte mittels logistischer Regression unter Berücksichtigung der genannten Einflussfaktoren.

Resultat: Von insgesamt 2532 Müttern gaben 6.1% (n=154) an, während der Schwangerschaft kein Mobiltelefon benutzt zu haben. Jeweils ca. 38% hatten weniger als einen oder 1 bis 4 Anrufe pro Tag getätigt (n=973 resp. 974) und 17% berichteten mehr als 5 Anrufe pro Tag (n=431). Im Vergleich zu Nichtbenutzerinnen hatten Frauen mit Mobiltelefonbenutzung eine höhere Ausbildung, einen höheren Sozialstatus, rauchten häufiger in der Schwangerschaft und konsumierten mehr Alkohol. Zudem waren sie jünger, häufiger Erstgebärende und hatten seltener einen übergewichtigen Body Mass Index (BMI). Die Benutzung von Schnurlostelefonen gaben 87% der Frauen an, davon tätigten 7.5% mindestens 5 Anrufe pro Tag. Basierend auf der Einschätzung der Lehrer zeigten 9.6% der Kinder Verhaltensauffälligkeiten, gemäss Einschätzung der Mütter waren nur 3.3% betroffen. Das Risiko von Verhaltensauffälligkeiten gemäss Lehrerangaben war bei Kindern mit vorgeburtlicher Mobiltelefonbelastung erhöht, die Unterschiede waren aber statistisch nicht signifikant. In der höchsten Belastungskategorie lag die Odds Ratio bei 2.04 (95%-CI: 0.86-4.80), es bestand keine Dosis-Wirkungsbeziehung. Wenn Mütter ohne Mobiltelefonbenutzung ausgeschlossen wurden und die niedrigste Benutzerkategorie (<1 Anruf/Tag) als Referenzgruppe diente, zeigte sich kein Risikoanstieg (Odds Ratio: 0.97, 95%-CI: 0.64-1.47). Für die Verwendung von Schnurlostelefonen bestand kein Zusammenhang mit Verhaltensauffälligkeiten. Wenn die Einschätzung der Mütter ausgewertet wurde, zeigte sich ebenfalls keine Assoziation zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Verhalten der Kinder. Auch für den Gebrauch von Schnurlostelefonen wurde kein Zusammenhang beobachtet (alle Odds Ratios unter 1). Lediglich nach Ausschluss der Nichtbenutzerinnen (Referenzgruppe: <1 Anruf/Tag) zeigte sich für Mütter mit 1 bis 4 Anrufen mit einem Schnurlostelefon pro Tag eine signifikant erhöhte Odds Ratio von 2.06 (95%-CI: 1.18-3.59). In der obersten Kategorie (mind. 5 Anrufe/Tag) lag die Odds Ratio dagegen nur bei 1.18 (95%-CI: 0.41-3.39). Ähnliche Muster ergaben sich auch für die einzelnen Subskalen der Verhaltensauffälligkeiten und bei Berücksichtigung der Angaben zu Freisprechanlagen.

Schlussfolgerung: Die Autoren fassen zusammen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen der Mobil- oder Schnurlostelefonbenutzung während der Schwangerschaft und Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern im Alter von 5 Jahren beobachtet wurde.

Bemerkungen: Zu den Stärken der Studie gehört neben der Berücksichtigung von Mobil- und Schnurlostelefonen auch der Einbezug der Lehrereinschätzungen. Dadurch lassen sich die beiden Beurteilungen vergleichen, und Unterschiede in der Wahrnehmung von Müttern mit und ohne Exposition spielen eine geringere Rolle. Ausserdem wurden in den Analysen mehrere potenzielle Störfaktoren berücksichtigt. Einschränkungen der Aussagekraft ergeben sich aus der Beteiligungsrate von knapp 32% und der rückblickenden Befragung der Mütter zu ihrer Telefonbenutzung während der Schwangerschaft. Sowohl in der obersten Belastungskategorie als auch in der Gruppe ohne Mobiltelefonbenutzung befanden sich nur wenige Kinder, so dass einige Risikoschätzer instabil waren. Allerdings zeigte sich auch nach Ausschluss der Mütter ohne Mobiltelefone (Referenzgruppe: <1 Anruf/Tag) kein Zusammenhang mit den Verhaltensauffälligkeiten der Kinder (ORs <1). In einer früheren Studie aus Dänemark wurden Zusammenhänge zwischen der Mobiltelefonbenutzung der Mütter und Verhaltensproblemen bei Kindern beobachtet (Divan et al., 2008 und 2012). Diese Studie basierte allerdings nur auf Einschätzungen der Mütter. Eine weitere Auswertung der selben Studie betraf Entwicklungsfortschritte bei Kleinkindern und zeigte keine Assoziation mit der vorgeburtlichen Mobiltelefonexposition (Divan et al.,

2011).

Finanzierung: The Netherlands Organization for Health Research (ZonMW)

Alsanosi AA, Al-Momani MO, Hagr AA, Almomani FM, Shami IM, Al-Habeeb SF.
The acute auditory effects of exposure for 60 minutes to mobile's electromagnetic field.
Saudi Med J 2013; 34 (2): 142-146

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch
Feldart: magnetisch
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)
Mobilfunk allgemein
Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Benson VS, Pirie K, Schüz J, Reeves GK, Beral V, Green J, for the Million Women Study Collaborators.
Mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers: prospective study.
Int J Epidemiol 2013; 42 (3): 792-802

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Erwachsene (alle) Mobiltelefonbenutzer	Tumoren: Hirntumoren Tumoren: weitere Zentralnervensystem
<u>Exposition:</u>		
Feldart: elektrisch		
Feldart: magnetisch		
Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)		
Mobilfunk allgemein		
Mobiltelefone	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
	Langzeit	Europa

Studientyp:
Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Kohortenstudie zur Untersuchung von Zusammenhängen zwischen der Mobiltelefonbenutzung und dem Risiko von Hirntumoren sowie anderen Krebserkrankungen.

Kollektiv: An der Studie waren zwischen 1996 und 2001 fast 800'000 Frauen in England beteiligt (Durchschnittsalter: 59 Jahre). Sie wurden im Zeitraum von 1999 bis 2005 zu ihrer Mobiltelefonbenutzung befragt.

Exposition: Mobiltelefonbenutzung gemäss Angaben der Teilnehmerinnen.

Methode: Die Daten zu Krebserkrankungen stammten vom Register des "National Health Service". In der statistischen Auswertung wurden diverse bekannte oder vermutliche Risikofaktoren berücksichtigt.

Resultat: Die Auswertung der Angaben und Erkrankungszahlen ergab insgesamt kein erhöhtes Risiko bei Mobiltelefonbenutzerinnen, weder für Tumore im Kopfbereich insgesamt noch für Gliome separat. Das Risiko eines Akustikusneurinoms war in der Gesamtauswertung ebenfalls nicht signifikant mit der Mobiltelefonexposition assoziiert (1.44, 95%-CI: 0.91–2.28), es zeigte sich aber ein Risikoanstieg mit zunehmender Benutzungsdauer: Teilnehmerinnen, die seit mehr als 5 Jahren ein Mobiltelefon verwendeten, hatten im Vergleich zu Nichtbenutzerinnen ein statistisch signifikant erhöhtes Akustikusneurinom-Risiko (OR für 5 bis 9 Jahre: 1.80, 95%-CI: 1.08-3.03; OR für >10 Jahre: 2.46, 95%-CI: 1.07-5.64). Allerdings ergab die zusätzliche Auswertung der jährlichen Neuerkrankungsraten für Akustikusneurinome in der britischen

Gesamtbevölkerung zwischen 1998 und 2008 keine Zunahme der Erkrankungen seit der Einführung und flächendeckenden Verbreitung der Mobiltelefonie.

Schlussfolgerung: Als mögliche Erklärung für die uneinheitlichen Resultate erwähnen die Autoren die Möglichkeit des so genannten Detektionsbias: Da Akustikusneurinome das Hörvermögen beeinträchtigen, werden sie möglicherweise bei Mobiltelefonbenutzern häufiger diagnostiziert, weil ihnen das verminderte Hörvermögen beim Telefonieren stärker auffällt und entsprechende Untersuchungen initiiert werden.

Bemerkungen: Eine Ergänzung zu dieser Studie ist publiziert in Benson et al.: Authors' response to: The case of acoustic neuroma: comment on mobile phone use and risk of brain neoplasms and other cancers. Int J Epidemiol. 2013, Epub ahead of print, PubMed PMID: 24078152. Darin berichten die Autoren über neue Ergebnisse bei Verlängerung des Beobachtungszeitraums bis 2011. Diese neuen Auswertungen ergaben keine statistisch signifikante Assoziation mit dem Akustikusneurinom-Risiko. Das relative Risiko für Personen mit mindestens zehnjähriger Mobiltelefonbenutzung betrug 1.17 (95%-CI: 0.60-2.27), und es bestand kein signifikanter Anstieg des Risikos in Abhängigkeit von der Benutzungsdauer ($p=0.3$).

Finanzierung: Cancer Research UK, Medical Research Council, UK National Health Service Breast Screening Programme

Byun YH, Ha M, Kwon HJ, Hong YC, Leem JH, Sakong J, Kim SY, Lee CG, Kang D, Choi HD, Kim N.
Mobile phone use, blood lead levels, and attention deficit hyperactivity symptoms in children: a longitudinal study.

PLoS One 2013; 8 (3): e59742

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

de Vocht F, Hannam K, Buchan I.

Environmental risk factors for cancers of the brain and nervous system: the use of ecological data to generate hypotheses.

Occup Environ Med 2013; 70 (5): 349-356

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Tumoren: Hirntumoren

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Ökologische Studie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Elwood JM.

Microwaves in the cold war: the Moscow embassy study and its interpretation. Review of a retrospective cohort study.

Environ Health (online publication) 2012; 11: 85

Stichwörter

Kollektiv:

Zielgrösse:

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Wirkungsdauer:

Land:

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Kommentar oder Diskussion

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Frei P, Poulsen AH, Mezei G, Pedersen C, Cronberg Salem L, Johansen C, Rösli M, Schüz J.
Residential Distance to High-voltage Power Lines and Risk of Neurodegenerative Diseases: a Danish
Population-based Case-Control Study.
Am J Epidemiol (epub ahead of print) 2013; 10.1093/aje/kws334

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,
z.B. Demenz
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epi: Fall-Kontrollstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Halgamuge MN.

Pineal melatonin level disruption in humans due to electromagnetic fields and ICNIRP limits.

Radiat Prot Dosimetry 2013; 154 (4): 405-416

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Alle, generell

Erwachsene (alle)

Tiere

Zielgrösse:

Melatonin und andere Hormone

Physiologische oder biochemische

Parameter

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kim SK, Choi JL, Kwon MK, Choi JY, Kim DW.
Effects of 60 Hz magnetic fields on teenagers and adults.
Environ Health (online publication) 2013; 12: 42

Stichwörter

Exposition:

Feldart: magnetisch
Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)
Stromleitungen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)
Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,
Beschwerden
Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.
Reaktionszeit
Physiologische oder biochemische
Parameter

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Kücer N, Pamukcu T.

Self-reported symptoms associated with exposure to electromagnetic fields: a questionnaire study.

Electromagn Biol Med (epub ahead of print) 2013;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Schlafphasen und Schlafqualität

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Loughran SP, Benz DC, Schmid MR, Murbach M, Kuster N, Achermann P.

No increased sensitivity in brain activity of adolescents exposed to mobile phone-like emissions.

Clin Neurophysiol 2013; 124 (7): 1303-1308

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),

Stoffwechsel

Gehirn: kognitive Leistungen, z.B.

Reaktionszeit

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Lustenberger C, Murbach M, Durr R, Schmid MR, Kuster N, Achermann P, Huber R.
Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement.
Brain Stimul (epub ahead of print) 2013;

Stichwörter	Kollektiv: Erwachsene (alle)	Zielgrösse: Gehirn: kognitive Leistungen, z.B. Reaktionszeit Schlafphasen und Schlafqualität Zentralnervensystem
Exposition: Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobilfunkbasisstationen Mobiltelefone	Wirkungsdauer: Unmittelbar	Land: Europa
Studientyp: Experimentelle Studien		

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Mornet E, Kania R, Sauvaget E, Herman P, Tran Ba Huy P.

Vestibular schwannoma and cell-phones. Results, limits and perspectives of clinical studies.

Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis (epub ahead of print) 2013;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Tumoren: Hirntumoren

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Poulsen AH, Friis S, Johansen C, Jensen A, Frei P, Kjaer SK, Dalton SO, Schüz J.
Mobile Phone Use and the Risk of Skin Cancer: A Nationwide Cohort Study in Denmark.
Am J Epidemiol 2013; 178 (2): 190-197

Stichwörter	<u>Kollektiv:</u>	<u>Zielgrösse:</u>
	Mobiltelefonbenutzer	Hautreaktionen Tumoren: weitere
<u>Exposition:</u>	<u>Wirkungsdauer:</u>	<u>Land:</u>
Feldart: elektrisch Feldart: magnetisch Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz) Mobilfunk allgemein Mobiltelefone	Langzeit	Europa

Studientyp:
Epi: Kohortenstudie
Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Ziel: Landesweite Kohortenstudie in Dänemark zum Zusammenhang zwischen der Benutzung von Mobiltelefonen und dem Risiko, an Hautkrebs zu erkranken. In früheren Auswertungen der selben Kohorte wurde das Risiko für verschiedene neurologische Erkrankungen evaluiert: Schüz et al., PLoS One 2009, und Harbo Poulsen et al., PLoS One 2012.

Kollektiv: Es lagen Daten von 355'701 Privatpersonen vor, die im Zeitraum zwischen 1987 und 1995 als Abonnenten bei einem Mobilfunkanbieter in Dänemark registriert waren. Die Erkrankungsraten bei diesen Personen wurden bis 2007 erfasst, daraus ergaben sich 3.7 Millionen Personen-Jahre. Nicht berücksichtigt wurden ungefähr 200'000 Firmenverträge.

Exposition: Dauer der Mobiltelefonbenutzung gemäss Anbieterdaten. Als Referenzgruppe dienten ca. 21 Millionen Einwohner von Dänemark, die zwischen 1987 und 1995 noch kein Mobiltelefonabo hatten. Die Vertragsdauer wurde in vier Kategorien unterteilt: 1-4, 5-9, 10-12, >13 Jahre seit dem ersten Abschluss. Ebenfalls verglichen wurden die Risiken für Hautkrebs in Körperregionen mit unterschiedlich starker Mobiltelefonexposition (Kopf und Nacken resp. Rumpf und Beine).

Methode: Die Informationen zu Hautkrebserkrankungen stammten vom Dänischen Krebsregister und vom Dänischen Pathologie-Register. Angaben zum Sozialstatus waren von einer anderen Kohortenstudie vorhanden (CANULI-Studie). Folgende Einflussfaktoren wurden in der statistischen Auswertung mittels Poisson-Regression berücksichtigt: Alter, Kalenderjahr, Ausbildungsniveau und Einkommen.

Resultat: Die Auswertungen ergaben kein erhöhtes Risiko für Mobiltelefonbenutzer, an einem Hauttumor im

Kopf- oder Nackenbereich zu erkranken. Das galt für Basalzell- und Platenepithelkarzinome sowie für maligne Melanome. Auch nach einer Beobachtungsdauer von 13 Jahren zeigte sich kein Anstieg des Risikos für Basalzell- und Platenepithelkarzinome. Bezogen auf Melanome betrug das Risiko bei Männern mit über 13-jähriger Vertragsdauer im Kopf-/Nackenbereich 1.20 (95%-CI: 0.65-2.22), aber auch an Rumpf und Beinen 1.16 (95%-CI: 0.91-1.47). Für Frauen zeigte sich ein ähnliches Muster, wenn auch mit kleineren Fallzahlen.

Schlussfolgerung: Die Autoren sehen in den Ergebnissen wenig Hinweise auf ein erhöhtes Hautkrebsrisiko bei Mobiltelefonbenutzern.

Bemerkungen: Stärken der Studie sind die grosse Teilnehmerzahl und die Verwendung objektiver Daten von Mobilfunkanbietern. Dadurch können Verzerrungen durch Auswahl- oder Erinnerungsfehler vermieden werden. Die Expositionsabschätzung erfolgte allerdings nur anhand der Mobiltelefonverträge, die keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Benutzung des Mobiltelefons durch die jeweilige Person erlauben. Zudem wurden Personen, die ein Firmen-Handy benutzten, als nicht exponiert eingestuft. Nicht berücksichtigt wurde die Belastung durch UV-Strahlung als Risikofaktor für Hautkrebs. Falls Personen mit starker UV-Exposition, z.B. mit beruflichen Tätigkeiten im Freien, auch früher ein Mobiltelefon abonnierten, könnte es zu einer Verzerrung der Resultate gekommen sein. Allerdings wäre dann eher von einer Überschätzung des tatsächlich bestehenden Risikos auszugehen. Ausserdem wäre dann ein höheres Tumorrisiko am Kopf als am Rumpf zu erwarten.

Shahbazi-Gahrouei D, Karbalae M, Moradi HA, Baradaran-Ghahfarokhi M.

Health effects of living near mobile phone base transceiver station (BTS) antennae: a report from Isfahan, Iran.

Electromagn Biol Med (epub ahead of print) 2013;

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobilfunkbasisstationen

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Querschnittsstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Sudan M, Kheifets L, Arah OA, Olsen J.

Cell phone exposures and hearing loss in children in the Danish National Birth Cohort.

Paediatr Perinat Epidemiol 2013; 27 (3): 247-257

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Kinder und Jugendliche

Mobiltelefonbenutzer

Zielgrösse:

Seh- und Hörstörungen

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Europa

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epi: Kohortenstudie

Epidemiologische Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Vergara X, Kheifets L, Greenland S, Oksuzyan S, Cho YS, Mezei G.

Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and neurodegenerative disease: a meta-analysis.

J Occup Environ Med 2013; 55 (2): 135-146

Stichwörter

Exposition:

Elektrische Geräte

Feldart: magnetisch

Frequenz: niedrig (1 Hz bis 300 Hz)

Stromleitungen

Kollektiv:

Beruflich Exponierte

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Neurodegenerative Erkrankungen,

z.B. Demenz

Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Langzeit

Land:

Nichteuropäische

Länder

Studientyp:

Epidemiologische Studien

Übersichtsarbeiten, Metaanalysen

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Witthoft M, Rubin GJ.

Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF).

J Psychosom Res 2013; 74 (3): 206-212

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Wireless LAN, Wi-Fi

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Personen mit

Elektrohypersensibilität

Zielgrösse:

Elektrohypersensibilität,

Beschwerden

Risikowahrnehmung

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Europa

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Resultat: Zusammenfassung noch in Bearbeitung.

Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cosic I.

The alpha band of the resting electroencephalogram under pulsed and continuous radio frequency exposures.
IEEE Trans Biomed Eng 2013; 60 (6): 1702-1710

Stichwörter

Exposition:

Feldart: elektrisch

Feldart: magnetisch

Frequenz: hoch (100 kHz bis 300 GHz)

Mobilfunk allgemein

Mobiltelefone

Kollektiv:

Erwachsene (alle)

Zielgrösse:

Gehirn: Hirnströme (EEG),
Stoffwechsel
Physiologische oder biochemische
Parameter
Zentralnervensystem

Wirkungsdauer:

Unmittelbar

Land:

Nichteuropäische
Länder

Studientyp:

Experimentelle Studien

Zusammenfassung

Ziel: Experimentelle Studie mit zwei Zielen: 1) Vergleich zwischen einem pulsmodulierten GSM-ähnlichen Signal und einem kontinuierlichen Signal in Bezug auf Veränderungen der Hirnströme im Ruhe-EEG. 2) Untersuchung der Auswirkungen auf das EEG durch die niederfrequenten Felder, die durch ein GSM-Mobiltelefon entstehen.

Kollektiv: Das Kollektiv bestand aus 72 Probanden, darunter 35 Frauen. Das Durchschnittsalter lag bei 24.5 Jahren.

Exposition: Das pulsmodulierte und das kontinuierliche Signal hatten identische Spitzenwerte. Daraus resultierte für das kontinuierliche Signal ein höherer zeitlich gemittelter SAR-Wert als für das pulsmodulierte Signal. Die Testung bestand aus 4 Bedingungen, die zufällig und in ausgeglichener Reihenfolge verteilt wurden und jeweils 20 Minuten dauerten: Scheinexposition, kontinuierliches Signal, GSM-ähnliches pulsmoduliertes Signal (mit DTX-Struktur) und niederfrequentes Feld (wie bei einem GSM-Mobiltelefon durch den intermittierenden Stromfluss).

Methode: Doppelt verblindete Cross-over-Studie. Jeweils am Anfang und am Ende der 4 Expositionsbedingungen befanden sich expositionsfreie 5-Minuten-Intervalle, in denen die EEG-Aufzeichnung zur Erfassung der Basiswerte fortgesetzt wurde. Während der Testung sassen die Probanden auf einem Stuhl und wurden gebeten, die Augen offen zu halten. Zwischen den 4 Bedingungen füllten die in kurzen Pausen einen Fragebogen aus (Activation Deactivation Adjective Checklist).

