

Drahtlose Strahlung und EMF-Studien - Veröffentlicht seit August 2016
Hinweis: Dies ist die Ergänzung mit 191 neuen Studien seit 25. Januar 2021

Joel M. Moskowitz, Ph.D.
Schule für öffentliche Gesundheit
Universität von Kalifornien, Berkeley <https://www.saferemr.com> <https://bit.ly/EMF090921>

[Sicherheit vor elektromagnetischer Strahlung](#)

Hinweis: Dieser link wird sich ändern, wenn neue Abstracts in die Sammlung aufgenommen werden.

9. September 2021

Die Links werden hiermit durch Verweis einbezogen.

Freigegeben vom Verfasser zur Veröffentlichung für Bürgerwelle e.V., Schutz von Mensch und Umwelt.

Auswirkungen hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen auf die Spermienqualität (Übersicht)

Romualdo Sciorio, Luca Tramontano, Sandro C Esteves. Auswirkungen hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen auf die Spermienqualität. Zygote. 2021 Aug 13;1-10. doi: 10.1017/S096719942100037X

Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten hat die allgemeine Nutzung von Mobiltelefonen zur Umweltverschmutzung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung beigetragen. Die stetig wachsende Nutzung von Mobiltelefonen hat zu Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen von Handystrahlung auf die reproduktive Gesundheit von Männern geführt. Epidemiologische Studien berichten von einem starken Rückgang der Spermienzahl in Entwicklungsländern und weltweit, wobei etwa 14 % der Paare Schwierigkeiten haben, schwanger zu werden, von denen viele auf einen männlichen Unfruchtbarkeitsfaktor zurückzuführen sind. Es ist bekannt, dass Umwelt- und Lebensstilfaktoren zur männlichen Unfruchtbarkeit beitragen. Die Exposition gegenüber Hitze, Strahlung oder Radioaktivität kann biologische Gewebeorgane, einschließlich der Hoden, schädigen. In Anbetracht der allgegenwärtigen Nutzung von Mobiltelefonen müssen die potenziellen schädlichen Auswirkungen der daraus resultierenden Umweltstrahlung weiter untersucht werden. Es scheint einen offensichtlichen Zusammenhang zwischen der erhöhten Exposition gegenüber Mobilfunk-Hochfrequenzen und der Verschlechterung der Spermienqualität zu geben, aber die Beweise sind nicht schlüssig. Unsere Übersichtsarbeit fasst die Erkenntnisse über die möglichen negativen Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf das männliche Fortpflanzungssystem zusammen, wobei der Schwerpunkt auf der Spermienqualität liegt. Außerdem analysieren wir kritisch die Auswirkungen von erhöhter Hodentemperatur und oxidativem Stress auf die männliche Fruchtbarkeit und wie diese Faktoren die physiologischen Aktivitäten des Hodens beeinträchtigen könnten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34384508/>

Zukunftsperspektiven und Schlussfolgerungen

Der rasante technologische Fortschritt bei Personalcomputern und Kommunikationsgeräten könnte ein Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen. Mobilfunkgeräte strahlen hochfrequente elektromagnetische Wellen aus, die sich offenbar auf die männliche Fortpflanzungsgesundheit und andere Körperfunktionen auswirken (McClelland 3rd und Jaboin, 2018; Sage und Burgio, 2018; Wall et al., 2019). Obwohl die aktuellen Daten nicht eindeutig sind, scheint die Vermutung berechtigt, dass die Exposition gegenüber Mobiltelefonen zur Subfertilität beitragen könnte. Die vorhandenen Belege beziehen sich jedoch in erster Linie auf negative Auswirkungen auf die Spermienmotilität und -morphologie, die als Endpunkte für die Bewertung des männlichen Fruchtbarkeitspotenzials nur begrenzt geeignet sind.

Die genauen Mechanismen, wie sich RF-EMR auf Hoden, Nebenhoden und Spermien auswirken können, sind noch nicht vollständig geklärt. Weitere Studien sind erforderlich, insbesondere prospektive Studien zur Bewertung der funktionellen Marker von Spermien, wie z. B. der DNA-Integrität und des OS von Spermien, bei fruchtbaren und unfruchtbaren Männern. Ebenso wichtig ist es, zu analysieren, ob die verminderte Spermienqualität, die mit der Exposition gegenüber Mobiltelefonen einhergeht, zu einer Beeinträchtigung der Schwangerschaftschancen führt. Die Auswirkungen der kurz- und langfristigen Exposition und der Energieintensität sollten eingehender untersucht werden, wobei relevante Störfaktoren zu berücksichtigen sind. Nur dann werden wissenschaftliche Gesellschaften und Regulierungsbehörden in der Lage sein, den Nutzern transparente Informationen über die Risiken und Anleitungen für die richtige Nutzung zu geben.

--

Schwellenwert der Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf das menschliche Gehirn (Übersicht)

Hiie Hinrikus, Jaanus Lass, Maie Bachmann. Schwellenwert der Wirkung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf das menschliche Gehirn. Int J Radiat Biol. 2021 Aug 17;1-38. doi: 10.1080/09553002.2021.1969055.

Zusammenfassung

Hintergrund: Diese Übersichtsarbeit zielt darauf ab, den Schwellenwert der Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder (HF EMF) auf das menschliche Gehirn auf der Grundlage von Analysen veröffentlichter Forschungsergebnisse abzuschätzen. Um den Schwellenwert der HF EMF-Wirkungen zu klären, wurden zwei Ansätze angewandt: 1) die Analyse von Einschränkungen der Empfindlichkeit für verschiedene Stufen des physikalischen Modells des schwachen HF EMF-Mechanismus und 2) die Analyse experimenteller Daten zur Klärung der Abhängigkeit der HF EMF-Wirkung von der Expositionshöhe, basierend auf den Ergebnissen veröffentlichter neurophysiologischer und verhaltensbezogener Humanstudien aus den 15 Jahren 2007-2021.

Schlussfolgerungen: Die Analyse des physikalischen Modells der nicht-thermischen Mechanismen der HF-EMF-Wirkung führt zu der Schlussfolgerung, dass kein prinzipieller Schwellenwert für die Wirkung bestimmt werden kann. Nach der Überprüfung der experimentellen Daten beträgt die Rate der festgestellten HF EMF Effekte 76,7% in Ruhe-EEG Studien, 41,7% im Schlaf-EEG und 38,5% in

Verhaltensstudien. Die Veränderungen im EEG treten wahrscheinlich früher auf, als Veränderungen im Verhalten sichtbar werden. Der niedrigste Wert der HF-EMF, bei dem eine Wirkung auf das EEG festgestellt wurde, liegt bei 2,45 V/m (SAR =0,003 W/kg). Es gibt einen vorläufigen Hinweis darauf, dass die Abhängigkeit der Wirkung von der Höhe der Exposition eher der Feldstärke als den SAR-Veränderungen folgt. Es liegen jedoch keine ausreichenden Daten vor, um die Linearität/Nichtlinearität der Abhängigkeit der Wirkung von der Höhe der HF-EMF zu klären. Die Feststellung, dass nur ein Teil der Menschen empfindlich auf HF-EMF-Exposition reagiert, kann mit einer Strahlenimmunität oder Überempfindlichkeit zusammenhängen. Die durch HF-EMF verursachten EEG-Veränderungen schienen in der Mehrzahl der analysierten Studien ähnlich zu sein und ähneln denen bei Depressionen. Der mögliche kausale Zusammenhang zwischen der Wirkung von HF-EMF und Depressionen bei jungen Menschen ist ein sehr wichtiges Problem.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34402382/>

Auszug

Gibt es einen Schwellenwert für HF-EMF, unterhalb dessen die HF-EMF keine biologische Wirkung haben? Dies ist eine wichtige Frage und entscheidend, um mögliche Folgen für die Gesundheit zu vermeiden.

Theoretische Schätzungen für die Empfindlichkeit lebender Zellen gegenüber elektrischen Feldern ergaben Schwellenwerte von etwa 10^{-6} - 10^{-7} V/m Hz^{1/2} (Weaver und Astumian, 1990; Hinrikus et al., 1998). Im Falle der Breitband-Telekommunikationstechnologie steigt der Schwellenwert an: bei einer Bandbreite von 1 MHz beträgt die Empfindlichkeit 10^{-3} - 10^{-4} V/m. Bei diesen Schätzungen wurde jedoch ein einfaches Einzelzellenmodell verwendet. Ein realistisches Modell mit Kombinationen verschiedener Zellen, Moleküle und teilweise nichtlinearen physiologischen Prozessen ist sehr komplex. Soweit uns bekannt ist, wurden bisher keine Berechnungen mit einem komplexen Modell durchgeführt.

Schlussfolgerungen

Die Analyse des Modells des nicht-thermischen Mechanismus der HF-EMF-Wirkung zeigt, dass die Schritte des Modells keinen Hauptschwellenwert für die Wirkung enthalten. Daher ist die einzige Möglichkeit, den möglichen Schwellenwert abzuschätzen, die Analyse von experimentellen Daten. Die Überprüfung der experimentellen Daten zu den neurophysiologischen Wirkungen von HF-EMF beim Menschen führt zu den folgenden Hauptschlussfolgerungen, die die Richtung der zukünftigen Forschung aufzeigen:

- 1) Die niedrigste Feldstärke, die einen Effekt im EEG verursacht hat, liegt nach den überprüften Studien bei 2,45 V/m (SAR=0,003 W/kg), was nahe an der Feldstärke von Radio- und Fernsehsendern liegt (ca. 0,1 V/m). Zukünftige groß angelegte Studien an Mensch, Tier und in vitro sind erforderlich, um das Ausmaß und die Zuverlässigkeit des experimentell ermittelten Schwellenwerts für die Wirkung von HF-EMF zu klären.
- 2) Es gibt einen ersten Hinweis darauf, dass die Intensität der Wirkung eher der Feldstärke als der SAR-Veränderung folgt. Es liegen jedoch keine ausreichenden Daten vor, um die Regelmäßigkeit und Linearität/Nichtlinearität der Beziehung zu klären. Studien mit systematischen Variationen des

Expositions-niveaus (elektrische und magnetische Feldstärken, Leistungsdichte) würden dazu beitragen, das Feld voranzubringen. In dieser Richtung ist die Forschung von der Zelle bis zum Menschen erforderlich.

3) Es liegen nur sehr wenige Daten über die Reparatur- und Anpassungsphänomene vor, die für die Interpretation der Auswirkungen von HF-EMF auf die Gesundheit wichtig sind. Es sind spezielle Studien erforderlich, um die Mechanismen und Möglichkeiten der Reparaturprozesse zu klären.

4) Die Feststellung, dass nur ein Teil der Menschen empfindlich auf HF-EMF-Exposition reagiert, kann mit einer Strahlenimmunität oder Überempfindlichkeit zusammenhängen. Die Variabilität der Empfindlichkeit zwischen den Menschen und die langfristige Stabilität des Status erfordern groß angelegte experimentelle Langzeitstudien.

5) Der Hinweis, dass die durch HF-EMF verursachten EEG-Veränderungen denen bei Depressionen ähnlich sind, bedarf besonderer Aufmerksamkeit. Die rasche Zunahme von Depressionen mit der höchsten Prävalenz bei jungen Menschen und die intensivere Nutzung der mobilen Telekommunikationstechnologie mit einer Prävalenz bei jungen Menschen im gleichen Zeitraum erfordern besondere Aufmerksamkeit. Die mögliche kausale Beziehung zwischen der Wirkung von HF-EMF und Depressionen bei jungen Menschen ist ein Problem von großer Bedeutung. Die Methodik und groß angelegte Untersuchungen in dieser Richtung sind erforderlich.

--

Auswirkungen von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf Neurotransmitter im Gehirn

Cuicui Hu, Hongyan Zuo, Yang Li. Auswirkungen von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf Neurotransmitter im Gehirn. *Frontiers in Public Health*. 9:1139. 2021. doi: 10.3389/fpubh.2021.691880.

Zusammenfassung

Mit der rasanten Entwicklung der elektronischen Information in den letzten 30 Jahren sind technische Errungenschaften, die auf Elektromagnetismus basieren, in verschiedenen Bereichen, die die menschliche Produktion und das Leben betreffen, weit verbreitet. Infolgedessen hat sich die elektromagnetische Strahlung (EMR) zu einer wesentlichen neuen Verschmutzungsquelle in der modernen Zivilisation entwickelt. Die biologischen Auswirkungen von EMR haben weltweit große Aufmerksamkeit erregt. Die mögliche Wechselwirkung von EMR mit menschlichen Organen, insbesondere dem Gehirn, steht derzeit im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Viele Studien haben gezeigt, dass das Nervensystem ein wichtiges Zielorgansystem ist, das empfindlich auf EMR reagiert. In den letzten Jahren hat sich eine zunehmende Zahl von Studien auf die neurobiologischen Auswirkungen von EMR konzentriert, einschließlich des Stoffwechsels und des Transports von Neurotransmittern. Als Botenstoffe der synaptischen Übertragung spielen Neurotransmitter eine entscheidende Rolle für das kognitive und emotionale Verhalten. Hier werden die Auswirkungen von EMR auf den Stoffwechsel und die Rezeptoren von Neurotransmittern im Gehirn zusammengefasst.

Frei zugängliches Papier: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpubh.2021.691880>

--

Die Wirkung der Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern auf das Krebsrisiko in der Allgemeinbevölkerung und in der Arbeitswelt: Ein Protokoll für eine systematische Überprüfung von Beobachtungsstudien am Menschen

Susanna Lagorio, Maria Blettner, Dan Baaken, Maria Feychting, Ken Karipidis, Tom Loney, Nicola Orsini, Martin Röösli, Marilia Silva Paulo, Mark Elwood. Die Auswirkung der Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern auf das Krebsrisiko in der Allgemeinbevölkerung und in der Arbeitswelt: Ein Protokoll für eine systematische Überprüfung von Beobachtungsstudien am Menschen. Environ Int. 2021 Aug 22;157:106828. doi: 10.1016/j.envint.2021.106828.

Höhepunkte

- RF-EMF wurde von der IARC im Mai 2011 als möglicherweise krebserregend für den Menschen (2B) eingestuft.
- Eine systematische Überprüfung aller für das Thema relevanten epidemiologischen Studien ist nun erforderlich.
- Ein detailliertes Protokoll gewährleistet die Transparenz, den Nutzen und die Glaubwürdigkeit der Überprüfung.
- Die Validität der Originalstudien wird mit einem maßgeschneiderten OHAT-Risikoanalyse-Tool bewertet.
- Interne Kohärenz und externe Plausibilität werden die Schlussfolgerungen bestimmen.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat ein laufendes Projekt zur Bewertung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen der Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) in der Allgemein- und Arbeitsbevölkerung. Hier stellen wir das Protokoll für eine systematische Durchsicht der wissenschaftlichen Literatur zu Krebsrisiken durch Exposition mit RF-EMF beim Menschen vor, die von der WHO als Teil dieses Projekts in Auftrag gegeben wurde.

Zielsetzung: Bewertung der Qualität und Stärke der Beweise, die von menschlichen Beobachtungsstudien für einen kausalen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber RF-EMF und dem Risiko neoplastischer Erkrankungen geliefert werden.

Kriterien für die Eignung: Wir werden Kohorten- und Fall-Kontroll-Studien einbeziehen, die das Neoplasie-Risiko in Bezug auf drei Arten der Exposition gegenüber RF-EMF untersuchen: Nahfeld, kopfbezogene Exposition durch die Nutzung von Mobiltelefonen (SR-A); Fernfeld, Ganzkörper-Exposition in der Umwelt durch ortsfeste Sendeanlagen (SR-B); Nah-/Fernfeld-Exposition am Arbeitsplatz durch die Nutzung von Handfunkgeräten oder RF-emittierenden Geräten am Arbeitsplatz

(SR-C). Es gibt keine Einschränkung hinsichtlich der Tumorart, aber wir werden uns auf ausgewählte Neubildungen des Zentralnervensystems (Gehirn, Hirnhaut, Hypophyse, Hörnerv) und Speicheldrüsentumore (SR-A); Hirntumore und Leukämien (SR-B, SR-C) konzentrieren.

Informationsquellen: Geeignete Studien werden über Medline, Embase und das EMF-Portal ermittelt.

Bewertung des Verzerrungsrisikos: Wir werden eine maßgeschneiderte Version des OHAT-Tools verwenden, um die interne Validität der Studie zu bewerten.

Synthese der Daten: Wir werden Studien zu verschiedenen Tumoren, zu neoplasmaspezifischen Risiken aus verschiedenen Expositionsquellen und zu einem bestimmten Expositions-Ergebnis-Paar bei Erwachsenen und Kindern getrennt betrachten. Wenn eine quantitative Synthese der Ergebnisse in Betracht gezogen werden kann, werden die Hauptziele der Meta-Analyse darin bestehen, die Stärke des Zusammenhangs und die Form der Expositions-Wirkungs-Beziehung zu bewerten, den Grad der Heterogenität zwischen den Studien zu quantifizieren und die Quellen der Inkonsistenz (falls vorhanden) zu untersuchen. Wenn eine Meta-Analyse als unangemessen erachtet wird, führen wir eine narrative Synthese durch, die durch eine strukturierte tabellarische Auflistung der Ergebnisse und geeignete visuelle Darstellungen ergänzt wird.

Bewertung der Evidenz: Das Vertrauen in die Evidenz wird in Übereinstimmung mit dem GRADE-Ansatz bewertet.

Finanzierung: Dieses Projekt wird von der Weltgesundheitsorganisation unterstützt. Kofinanziert wurde es vom neuseeländischen Gesundheitsministerium, dem Istituto Superiore di Sanità in seiner Eigenschaft als WHO-Kollaborationszentrum für Strahlung und Gesundheit und ARPANSA als WHO-Kollaborationszentrum für Strahlenschutz.

Registrierung: PROSPERO CRD42021236798.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34433115/>

--

Wirkungen von Hochfrequenzfeld-Exposition auf die männliche Fruchtbarkeit, Schwangerschaft und Geburt: Protokolle für eine systematische Überprüfung von experimentellen Studien an nicht-menschlichen Säugetieren und an in vitro exponierten menschlichen Spermien

Francesca Pacchierotti, Lucia Ardoino, Barbara Benassi, Claudia Consales, Eugenia Cordelli, Patrizia Eleuteri, Carmela Marino, Maurizio Sciortino, Martin H. Brinkworth, Guangdi Chen, James P. McNamee, Andrew William Wood, Carlijn R. Hooijmans, Rob B.M. de Vries. Auswirkungen der Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) auf die männliche Fruchtbarkeit und die Ergebnisse von Schwangerschaft und Geburt:

Protokolle für eine systematische Überprüfung von experimentellen Studien an nicht-menschlichen Säugetieren und an in vitro exponiertem menschlichem Sperma. Umwelt Intl. Band 157, Dezember 2021, 106806.

Höhepunkte

- Männliche Unfruchtbarkeit und ungünstige Schwangerschaftsergebnisse sind wichtige Probleme für die menschliche Gesundheit.
- Hochfrequente elektromagnetische Felder sind in der Umwelt des Menschen weit verbreitet.
- Ein Zusammenhang zwischen Hochfrequenz und unerwünschten Fortpflanzungsergebnissen ist umstritten.
- Dies ist das Protokoll einer von der WHO finanzierten systematischen Überprüfung und Meta-Analyse zu diesem Thema.

Zusammenfassung

Hintergrund Hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF) in der Umwelt haben Berichten zufolge schädliche Auswirkungen auf das männliche Fortpflanzungssystem und sich entwickelnde Embryonen. Trotz der Vielzahl von Experimenten, die seit den 1970er Jahren durchgeführt wurden, haben die Vielfalt der Testansätze und Expositionsbedingungen, die Widersprüchlichkeit der Ergebnisse und dosimetrische Mängel noch keine solide Bewertung des Zusammenhangs zwischen HF-EMF-Exposition und solchen Effekten ermöglicht, was einen systematischeren und methodisch strengeren Ansatz bei der Auswertung der verfügbaren Daten rechtfertigt.

Ziele Diese Studie zielt darauf ab, die Auswirkungen von HF-EMF-Exposition auf die männliche Fertilität und Schwangerschaftsergebnisse durch eine systematische Überprüfung (SR) von experimentellen Studien zu bewerten, die in Übereinstimmung mit internationalen Richtlinien durchgeführt wurden. Die Evidenz wird in drei Ströme gegliedert: 1) Studien, die die Auswirkungen von RF-EMF auf das männliche Reproduktionssystem von experimentellen Säugetieren bewerten; 2) Studien, die die Auswirkungen von RF-EMF auf menschliche Spermien, die in vitro exponiert wurden, bewerten; 3) Studien, die die Auswirkungen von RF-EMF auf unerwünschte Schwangerschaft, Geburtsergebnisse und verzögerte Wirkungen bei experimentellen Säugetieren, die in utero exponiert wurden, bewerten.

Förderungswürdige Studien und Kriterien Förderungswürdige Studien umfassen von Experten begutachtete Artikel, die über Originalergebnisse zu den Auswirkungen kontrollierter Expositionen gegenüber RF-EMF im Frequenzbereich 100 kHz-300 GHz auf die ausgewählten Ergebnisse berichten, ohne Einschränkungen hinsichtlich Sprache oder Erscheinungsjahr. Geeignete Studien werden mit Hilfe von kalibrierten Suchstrings in drei elektronischen Datenbanken, PubMed, Scopus und EMF Portal, sowie durch manuelle Suche in den Literaturverzeichnissen der eingeschlossenen Artikel und veröffentlichten Übersichten gefunden.

Studienbewertung und Synthesemethode Die interne Validität der Studien wird mit Hilfe des vom National Toxicology Program/Office of Health Assessment and Translation (NTP/OHAT) entwickelten

Risk of Bias (RoB)-Rating-Tools unter Einbeziehung des SYRCLE RoB-Tools bewertet. Bei ausreichender Datenlage werden Meta-Analysen durchgeführt, ansonsten werden narrative Synthesen erstellt. Schließlich wird die Sicherheit der Auswirkungen der HF-EMF-Exposition auf die männliche Fertilität und die Schwangerschafts- und Geburtsergebnisse gemäß GRADE ermittelt.

Finanzierung Die Studie wird von der Weltgesundheitsorganisation finanziell unterstützt.

Registrierung OSF Registrierung DOI <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/7MUS3>; PROSPERO CRD42021227729, CRD42021227746.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021004311>

--

Die Auswirkungen der Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf Tinnitus, Migräne und unspezifische Symptome in der Allgemeinbevölkerung und in der Arbeitswelt: Ein Protokoll für eine systematische Überprüfung von Beobachtungsstudien am Menschen

Martin Rössli, Stefan Dongus, Hamed Jalilian, Maria Feychting, John Eymers, Ekpereonne Esu, Chioma Moses Oringanje, Martin Meremikwu, Xavier Bosch-Capblanch. Die Auswirkungen der Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf Tinnitus, Migräne und unspezifische Symptome in der Allgemeinbevölkerung und in der Arbeitswelt: Ein Protokoll für eine systematische Überprüfung von Beobachtungsstudien am Menschen. Umwelt International, Band 157, 2021. doi: 10.1016/j.envint.2021.106852.

Höhepunkte

- Die Öffentlichkeit ist besorgt über die Entwicklung unspezifischer Symptome durch EMF.
- Es ist keine aktuelle, umfassende systematische Übersicht verfügbar.
- Prioritäre Ergebnisse für die Exposition des Kopfes sind Tinnitus, Migräne und Kopfschmerzen.
- Weitere vorrangige Ergebnisse sind Schlafstörungen und zusammengesetzte Symptom-Scores.

Zusammenfassung

Hintergrund Anwendungen, die hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF; 100 kHz bis 300 GHz) aussenden, sind in der Kommunikation (z. B. Mobiltelefone), in der Medizin (Diathermie) und in der Industrie (RF-Heizgeräte) weit verbreitet. Es wurde die Sorge geäußert, dass die Exposition gegenüber HF-EMF die gesundheitsbezogene Lebensqualität beeinträchtigt, da ein Teil der Bevölkerung berichtet, dass eine Vielzahl von Symptomen im Zusammenhang mit niedrigen Expositionswerten unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte auftreten.

Zielsetzung: Systematische Überprüfung der Auswirkungen von längerfristiger oder wiederholter lokaler und ganzkörperlicher HF-EMF-Exposition auf das Auftreten von Symptomen, wobei Migräne, Tinnitus, Kopfschmerzen, Schlafstörungen und zusammengesetzte Symptom-Scores als primäre Ergebnisse

bewertet werden.

Methoden Wir werden dem WHO-Handbuch für die Entwicklung von Leitlinien folgen. Bei der Entwicklung des Protokolls für die systematische Überprüfung haben wir das Handbuch für die Durchführung systematischer Überprüfungen für die Bewertung von Gesundheitseffekten des National Toxicology Program-Office of Health Assessment and Translation (NTP-OHAT) und COSTER (Recommendations for the conduct of systematic reviews in toxicology and environmental health research) berücksichtigt.

Zulassungskriterien Eingeschlossen werden können begutachtete epidemiologische Studien in der Allgemeinbevölkerung oder bei Arbeitnehmern, die den Zusammenhang zwischen lokaler oder Ganzkörper-HF-EMF-Exposition für mindestens eine Woche und Symptomen untersuchen. Es werden nur Kohorten-, Fall-Kontroll- und Panel-Studien eingeschlossen.

Informationsquellen Wir werden die wissenschaftlichen Literaturdatenbanken Medline, Web of Science, PsycInfo, Cochrane Library, Epistemonikos und Embase mit einer vordefinierten Suchstrategie durchsuchen. Ergänzt wird diese Suche durch eine Suche im EMF-Portal und die Überprüfung der Referenzlisten relevanter Arbeiten und Reviews.

Bewertung der Studien und Synthesemethode Die Daten aus den eingeschlossenen Arbeiten werden anhand von vordefinierten Formularen extrahiert. Die Ergebnisse werden in Tabellen, grafischen Darstellungen und in einer narrativen Synthese der verfügbaren Evidenz zusammengefasst und durch Meta-Analysen ergänzt. Wir werden die Auswirkungen von lokaler, Fernfeld- und beruflicher Exposition getrennt untersuchen.

Risiko der Verzerrung Die interne Validität der eingeschlossenen Studien wird mit Hilfe des NTP-OHAT Risk of Bias Rating Tool for Human and Animal Studies bewertet, das für beobachtende RF-EMF-Studien entwickelt wurde.

Bewertung der Evidenz Um die Sicherheit der Evidenz zu bewerten, werden wir den OHAT GRADE-basierten Ansatz für epidemiologische Studien verwenden.

Rahmen und Finanzierung Dieses Protokoll betrifft eine der zehn verschiedenen systematischen Übersichten, die in einer größeren systematischen Übersicht der Weltgesundheitsorganisation zur Bewertung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen der Exposition gegenüber HF-EMF in der Allgemeinbevölkerung und in der Arbeitswelt berücksichtigt wurden.

Registrierung PROSPERO CRD42021239432.

Frei zugängliches Papier:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021004773?via%3Dihub>

--

Zuverlässigere Studien zu Bioeffekten bei "Hochband"-Frequenzen der 5G

Kenneth R. Foster, Vijayalaxmi. Zuverlässigere Studien zu Bioeffekten bei "Hochband"-Frequenzen der 5G. *Frontiers in Communications and Networks*. 2:39. 2021. doi:10.3389/frcmn.2021.721925.

Zusammenfassung

Eine der Hauptursachen für Kontroversen im Zusammenhang mit möglichen gesundheitlichen Auswirkungen hochfrequenter Strahlung (RFR) ist die große Zahl der gemeldeten statistisch signifikanten Auswirkungen der Exposition über den gesamten RF-Teil des Spektrums und über einen breiten Bereich von Expositionsniveaus, obwohl die Gesundheitsbehörden keine eindeutigen Beweise für gesundheitliche Gefahren der Exposition bei Niveaus innerhalb der aktuellen IEEE- und ICNIRP-Grenzwerte finden. In dieser Perspektive werden 31 Studien zu genetischen Schäden durch HF-Exposition bei Frequenzen über 6 GHz, einschließlich Millimeterwellen (mm-Wellen), betrachtet. Insgesamt berichten die Arbeiten über viele statistisch signifikante Effekte im Zusammenhang mit genetischen Schäden, viele davon bei Expositionsniveaus unterhalb der aktuellen Grenzwerte. Die Anwendung von fünf RoB-Kriterien (Risk of Bias) und andere Überlegungen deuten jedoch darauf hin, dass die Studien in vielen Fällen anfällig für falsche Entdeckungen sind (nicht wiederholbare Ergebnisse). Die Autoren fordern Verbesserungen beim Studiendesign, bei der Analyse und bei der Berichterstattung in der zukünftigen Bioeffektforschung, um den Gesundheitsbehörden und Entscheidungsträgern verlässlichere Informationen zu liefern. Diese Perspektive ist eine Ergänzung zu einer anderen Perspektive von Mattsson et al. an anderer Stelle in diesem Band (Mattsson et al., 2021).

Interessenkonflikt

Die KF hat vom Microwave and Wireless Forum, einer Industriegruppe, eine geringfügige Unterstützung für Forschungsarbeiten zu einem nicht verwandten Thema (thermische Dosimetrie) erhalten.

Der verbleibende Autor erklärt, dass die Forschung in Abwesenheit jeglicher kommerzieller oder finanzieller Beziehungen durchgeführt wurde, die als potenzieller Interessenkonflikt ausgelegt werden könnten.

Frei zugängliches Papier: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/frcmn.2021.721925>

--

Dosimetrie verschiedener menschlicher Körper, die elektromagnetischen Breitbandimpulsen im Mikrowellenbereich ausgesetzt sind

Jerdvisanop Chakarothai, Wake Kanako, Fujii Katsumi. Dosimetrie verschiedener menschlicher Körper, die elektromagnetischen Mikrowellen-Breitbandimpulsen ausgesetzt sind. *Frontiers in Public Health*. 9:1182. 2021. doi:10.3389/fpubh.2021.725310.

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird die Exposition des Menschen gegenüber elektromagnetischen (EM) Ultrabreitbandimpulsen (UWB) im Mikrowellenbereich unter Verwendung eines von den Autoren zuvor vorgeschlagenen frequenzabhängigen FDTD-Schemas bewertet. Die komplexen Permittivitätsfunktionen aller biologischen Gewebe, die in den numerischen Analysen verwendet werden, werden durch das Vier-Term-Cole-Modell genau ausgedrückt. In unserer Methode wenden wir die schnelle inverse Laplace-Transformation an, um die Impulsantwort im Zeitbereich zu bestimmen, verwenden die Prony-Methode, um die Darstellung im Z-Bereich zu finden, und extrahieren Residuen und Pole für die FDTD-Formulierung. Die Aktualisierungsgleichungen für das elektrische Feld werden dann über die Z-Transformation abgeleitet. Zunächst führen wir Reflexions- und Transmissionsanalysen eines aus sechs verschiedenen biologischen Geweben bestehenden Multilayers durch und bestätigen dann die Gültigkeit der vorgeschlagenen Methode durch Vergleich mit analytischen Ergebnissen. Schließlich wird eine numerische Dosimetrie verschiedener menschlicher Körper durchgeführt, die EM-Impulsen von der Front im Mikrowellenfrequenzbereich ausgesetzt sind, und die spezifische Energieabsorption wird bewertet und mit den in internationalen Richtlinien vorgeschriebenen Werten verglichen.

Schlussfolgerung

Wir haben eine numerische Dosimetrie an menschlichen Körpern durchgeführt, die von einem EM-Puls von vorne beleuchtet werden, indem wir die zuvor von den Autoren vorgeschlagene (FD)2TD-Methode verwendeten. Die Methode berücksichtigt die breitbandigen Eigenschaften der komplexen relativen Permittivität der biologischen Medien, die im Analysemodell durch die Anwendung der FILT- und der Prony-Methode verwendet werden, vollständig. Zunächst wurde die Gültigkeit der Aktualisierungskoeffizienten, d. h. der Residuen und Pole des Ausdrucks für die IIR im z-Bereich, durch den Vergleich der numerischen Reflexionskoeffizienten mit den aus der EM-Theorie abgeleiteten Werten nachgewiesen. Es wurde festgestellt, dass die numerischen Ergebnisse innerhalb von 2 % der theoretisch erhaltenen Ergebnisse über einen breiten Frequenzbereich von 50 MHz bis 10 GHz liegen, was die Gültigkeit des vorgeschlagenen Ansatzes belegt. Es wurde auch festgestellt, dass die Übertragungscharakteristik des EM-Pulses in die Liquor-Schicht eines Multilayers, der einen menschlichen Kopf nachahmt, über einen Frequenzbereich zwischen 300 und 800 MHz nahezu flach ist und dass die Übertragung mit zunehmender EM-Entfernung von der Hautgrenze aufgrund der höheren Energieabsorption in oberflächlichen biologischen Geweben wie "Haut" und "Fett" abnimmt, wenn die Frequenz höher als 1 GHz ist. Daher hat der größte Teil der Pulsenergie, die in den biologischen Körper eindringt, eine Frequenz unter 1 GHz. Anschließend wurde eine numerische Dosimetrie an verschiedenen menschlichen Modellen durchgeführt, die einem EM-Puls mit einer Frequenzkomponente von bis zu ~1,3 GHz ausgesetzt waren. Die durchschnittliche Ganzkörper-SAR bei 24 Frequenzen wurde durch einen einzigen Lauf von Breitband-FDTD-Simulationen bestimmt. Die Ergebnisse stimmten mit den in der Literatur veröffentlichten überein, was die Gültigkeit und Verfügbarkeit der vorgeschlagenen FDTD-Methode beweist. Anschließend wurde die SA-Verteilung jedes numerischen Modells bestimmt, und es wurde festgestellt, dass die maximale SA bei dem nicht geerdeten Modell an den Händen und am Hals auftritt, während sie bei dem geerdeten Modell an den Händen und am Knöchel auftritt. Der maximale SA-Wert betrug 0,290 pJ/kg für eine einfallende elektrische Feldstärke von 1 V/m oder 0,437 nJ/kg für eine einfallende Leistungsdichte von 2 W/m². Es wurde zum ersten Mal gezeigt, dass wir durch die Verwendung unseres vorgeschlagenen FDTD-Ansatzes mit der FILT- und der Prony-Methode quantitativ detaillierte Informationen über SA erhalten können, die mit den in internationalen Richtlinien oder Normen vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen werden können.

Frei zugängliches Papier: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpubh.2021.725310>

--

Gleichzeitige Exposition bei elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen und ungehindertem Fruktose-Konsum während der prä-, peri- und post-pubertären Stadien stört die hypothalamische und hepatische Regulierung der Energie-Homöostase im frühen Erwachsenenalter: experimentelle Evidenz

Ruchi Tripathi, Sanjay Kumar Banerjee, Jay Prakash Nirala, Rajani Mathur. Die gleichzeitige Exposition bei elektromagnetischen Feldern von Mobiltelefonen und ungehindertem Fruktose-Konsum während des prä-, peri- und post-pubertären Stadiums stört die hypothalamische und hepatische Regulierung der Energie-Homöostase im frühen Erwachsenenalter: experimentelle Belege. Environ Sci Pollut Res Int. 2021 Sep 2. doi: 10.1007/s11356-021-15841-y.

Zusammenfassung

Heutige Kinder und Jugendliche nutzen allgegenwärtig Mobiltelefone und konsumieren uneingeschränkt fructosehaltige Nahrung. Leider wurde auch ein Anstieg der Häufigkeit von Insulinresistenz und Fettleber-Syndrom bei jungen Erwachsenen festgestellt. Um einen möglichen Zusammenhang zu beschreiben, wurde hier die Wirkung einer Exposition bei elektromagnetischen Feldern (EMF) von Mobiltelefonen und uneingeschränktem Fruktose-Konsum während prä-, peri- und post-pubertärer Entwicklungsstadien auf orexigene und anorexigene Signale aus dem Hypothalamus und der Leber von Ratten untersucht. Das Studiendesign umfasste vier Arme, d.h. "Normal", "Nur Exposition (ExpO)", "Nur Fruktose (FruO)" und "Exposition mit Fruktose (EF)", wobei entwöhnte Ratten entweder "normales Futter und Trinkwasser" oder "normales Futter und Fruktose (15%) Trinklösung" in Anwesenheit und Abwesenheit von EMF-Exposition (2 h/Tag) für 8 Wochen erhielten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Gesamt-Kalorienverbrauch der EF im frühen Erwachsenenalter höher war als normal, möglicherweise unter dem Einfluss des erhöhten Spiegels des orexigenen Hormons, d.h. Ghrelin, und dies spiegelte sich in einer erhöhten Gewichtszunahme wider. Im frühen Erwachsenenalter verzeichneten die EF eine abgeschwächte Reaktion und Empfindlichkeit auf Insulin. Obwohl es sich bei EF um einen "Fütterungszustand" handelte, war die Glykolyse sowohl zentral als auch peripher gehemmt, die Glukoneogenese jedoch erhöht. Darüber hinaus deuten das veränderte Lipidprofil und der Glykogenspiegel darauf hin, dass die EF eine Fettleber entwickelten. Die Energiehomöostase der EF war beeinträchtigt, was durch (a) eine verringerte Expression der Glucosensoren GLUT2 und Glucokinase im Hypothalamus und in der Leber und (b) eine verringerte Expression der zellulären Energieregulatoren AMPK, orexigenes Peptid NPY und anorexigenes Peptid POMC im Hypothalamus belegt wird. Insgesamt belegt die vorliegende Studie, dass die Exposition gegenüber EMF von Mobiltelefonen und die uneingeschränkte Aufnahme von Fruktose im Kindes- und Jugendalter die zentralen und peripheren Bahnen beeinträchtigt, die die Glucosensierung, die Glucoregulation, die Nahrungsaufnahme und das Sättigungsverhalten im frühen Erwachsenenalter vermitteln.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34476698/>

--

Oxidativer Schaden in der Leber und im Gehirn von Ratten, die bei frequenzabhängiger hochfrequenter elektromagnetischer Exposition exponiert wurden: Biochemische und histopathologische Beweise

Anjali Sharma, Sadhana Shrivastava, Sangeeta Shukla. Oxidativer Schaden in der Leber und im Gehirn von Ratten, die bei einer frequenzabhängigen hochfrequenten elektromagnetischen Exposition exponiert wurden: Biochemische und histopathologische Beweise. Free Radic Res. 2021 Aug 17;1-30. doi: 10.1080/10715762.2021.1966001.

Höhepunkte

- Die EMR-Exposition zeigte eine frequenzabhängige Toxizität.
- Veränderungen im Blutprofil und Veränderungen der serologischen Marker.
- Erhöhte Lipidperoxidation, die auf eine Membranschädigung hinweist.
- Hemmung der Acetylcholinesterase-Aktivität mit Auswirkungen auf die cholinerge Neurotransmission.
- Die EMR-Exposition führte zum Verlust zellulärer Energie und zur Produktion übermäßiger Mengen an ROS, wodurch mehrere antioxidative Enzyme verändert wurden.
- Histopathologische Beweise für schwere degenerative Veränderungen in der Leber und im Gehirn.

Zusammenfassung

Die Studie zielte darauf ab, eine Verbindung zwischen der Leber und dem Funktionsstatus des Gehirns aufgrund von frequenzabhängiger elektromagnetischer Hochfrequenzstrahlung (RF-EMR) zu entdecken.

40 Wistar-Ratten wurden nach dem Zufallsprinzip in Kontroll- (schein-exponiert) und EMR-exponierte Gruppen eingeteilt. Die Tiere wurden bei 900, 1800 und 2100 MHz mit einer spezifischen Absorptionsrate (SAR) von 0,434 (W/Kg), 0,433 (W/Kg) bzw. 0,453 (W/Kg) exponiert. Die Exposition der Tiere wurde auf 1 Stunde/Tag, 5 Tage/Woche für 1 Monat mit einer begrenzten Leistungsdichte (900 MHz - 11,638 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, 1800 - 11,438 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und 2100 MHz - 8,237 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) begrenzt.

Die Exposition bei verschiedenen Frequenzen zeigte eine frequenzabhängige Veränderung des Körpergewichts und der hämatologischen Parameter (RBCs, WBCs, Thrombozyten, Hämoglobin und Hämatokrit) im Vergleich zur Kontrollgruppe ($P \leq 0,01$)($P \leq 0,001$). Es wurde ein signifikanter Anstieg der Serum-Transaminasen und von Bilirubin, Harnstoff, Harnsäure und Kreatinin festgestellt, während Albumin nach der EMR-Exposition signifikant abnahm ($P \leq 0,01$)($P \leq 0,001$). Der Blutzucker, die Lipidperoxidation, die Triglyceride und das Cholesterin waren erhöht, während die Adenosintriphosphatasen, die Acetylcholinesterase und die Gewebe-Antioxidantien wie Glutathion, Superoxid-Dismutase, Katalase, Glutathion-Reduktase, Glutathion-Peroxidase, Glutathion-S-Transferase und Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenasen signifikant verringert waren ($P \leq 0,001$). Histopathologische Beobachtungen der Leber zeigten eine zentrilobuläre mononukleäre Zellinfiltration und Schwellungen in den Sinusoidalräumen, während im Gehirn degenerierte Pyramiden- und Purkinje-Neuronen zu sehen waren. Darüber hinaus wurden erhebliche Hinweise darauf gefunden,

dass das Gehirn im Vergleich zur Leber der exponierten Tiere anfälliger für oxidative Verstümmelung ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die HF-EMR-Exposition oxidative Schäden an der Leber verursachte, die das Auftreten von Hirnschäden frequenzabhängig erhöhten.

Höhepunkte EMR-Exposition zeigte frequenzabhängige Toxizität. Veränderungen im Blutprofil und Veränderungen in den serologischen Markern. Zunehmende Lipidperoxidation, die auf Membranschäden hinweist. Hemmung der Acetylcholinesterase-Aktivität, die die cholinerge Neurotransmission beeinträchtigt. EMR-Exposition führte zum Verlust von Zellenergie und zur Produktion von überschüssigen Mengen an ROS, wodurch mehrere antioxidative Enzyme verändert wurden. Histopathologische Beweise für schwere degenerative Veränderungen in Leber und Gehirn.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34404322/>

Schlussfolgerung

Unsere Ergebnisse dokumentieren, dass die Häufigkeit der EMR-Exposition ein signifikanter Faktor im Zusammenhang mit ihrer Toxizität ist, wobei das Ausmaß der Toxizität mit einer gleichzeitigen Erhöhung der Expositionshäufigkeit zunimmt. Darüber hinaus bestätigt diese Studie, dass die EMR-Exposition hepatische und neurale Schädigungen auslöst, aber die Stärke der Schädigung war im Gehirn stärker ausgeprägt. Unsere Ergebnisse werden zukünftige Studien bei der Analyse elektromagnetischer Strahlung und der damit verbundenen systemischen Schädigung unterstützen.

--

900 MHz-Hochfrequenzfeld induziert mitochondriale ungefaltete Proteinantwort in Knochenmark-Stammzellen der Maus

Xie Wen, Xu Rui, Fan Caiyun, Yang Chunyu, Chen Haiyan, Cao Yi. 900 MHz-Hochfrequenzfeld induziert die mitochondriale ungefaltete Proteinantwort in Stammzellen des Mäuseknochenmarks. *Frontiers in Public Health*. 9:1265. 2021. doi: 10.3389/fpubh.2021.724239

Zusammenfassung

Zielsetzung: Es sollte untersucht werden, ob die Exposition von Knochenmark-Stammzellen (BMSC) der Maus bei 900 MHz Hochfrequenz-Feldern, wie sie in Mobilfunk-Geräten verwendet werden, eine mitochondriale "Unfolded Protein Response" (UPR^{mt}) auslösen kann. Methoden: BMSCs wurden bei kontinuierlichen 900 MHz-Hochfrequenz-Feldern (RF) mit einer Leistungsintensität von 120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ für 4 Stunden pro Tag an 5 aufeinanderfolgenden Tagen exponiert. Die Zellen der Scheingruppe (SH) wurden im HF-Expositionssystem kultiviert, aber ohne HF-Bestrahlung. Die Positivkontroll-Zellen wurden mit 6 Gy Röntgenstrahlung bei einer Dosisleistung von 1,103 Gy/min (XR) bestrahlt. Um das Upstream-Molekül JNK2 der UPR^{mt} zu hemmen, wurden die Zellen in der siRNA + RF- und siRNA + XR-Gruppe auch mit 100 nM siRNA-JNK2 für 48 h vor der RF/XR-Exposition vorbehandelt. Dreißig Minuten, 4 Stunden und 24 Stunden nach der RF/XR-Bestrahlung wurden die Zellen entnommen, der ROS-Gehalt wurde mit der Durchflusszytometrie gemessen und die Expression von UPR^{mt}-verwandten Proteinen wurde mit der Western Blot-Analyse nachgewiesen: Im Vergleich zur Sham-Gruppe war der ROS-Gehalt in der RF- und XR-Gruppe 30 min

und 4 h nach der RF/XR-Exposition

signifikant erhöht ($P < 0,05$), jedoch kehrte sich der RF/XR-induzierte Anstieg des ROS-Gehalts 24 h nach der RF/XR-Exposition um. Im Vergleich zur Sham-Gruppe stiegen die Expressions-Gehalte der HSP10/HSP60/ClpP-Proteine in den Zellen der RF- und XR-Gruppe 30 Minuten und 4 Stunden nach der RF/XR-Exposition signifikant an ($P < 0,05$), jedoch kehrte sich der RF/XR-induzierte Anstieg der HSP10/HSP60/ClpP-Protein-Gehalte 24 Stunden nach der RF-Exposition um. Nach der Interferenz mit siRNA-JNK2 konnten die RF/XR-Expositionen den Anstieg der HSP10/HSP60/ClpP-Protein-Gehalte nicht mehr induzieren. Schlussfolgerungen: Die Exposition mit 900 MHz RF bei einer Leistungsflussdichte von $120 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ konnte den ROS-Spiegel erhöhen und eine transiente UPR^{mt} in BMSC-Zellen aktivieren. Die mitochondriale Homöostase in Bezug auf die Fähigkeit zur Proteinfaltung wird 24 Stunden nach der HF-Exposition wiederhergestellt. Die RF-Exposition in unseren experimentellen Bedingungen verursachte keine dauerhaften und schweren mitochondrialen Dysfunktionen. Der zugrundeliegende molekulare Mechanismus der RF-induzierten UPR^{mt} muss jedoch noch weiter untersucht werden.

Frei zugängliches Papier: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpubh.2021.724239>

--

Auswirkungen einer 10-GHz-Mikrowellen-Strahlenexposition auf die Haut von Ratten: Ein Einblick in die molekularen Reaktionen

Saurabh Verma, Gaurav K Keshri, Santanu Karmakar, Kumar Vyonkesh Mani, Satish Chauhan, Anju Yadav, Manish Sharma, Asheesh Gupta. Wirkungen von Mikrowellen 10 GHz Strahlungsexposition in der Haut von Ratten: Ein Einblick in die molekularen Reaktionen.

Radiat Res. 2021 Aug 18. doi: 10.1667/RADE-20-00155.1.

Zusammenfassung

Mikrowellenstrahlung (MW) birgt das Risiko potenzieller Gefahren für die menschliche Gesundheit. Die vorliegende Studie untersuchte die Wirkungen einer 10 GHz-MW-Exposition für 3 h/Tag für 30 Tage bei Leistungsdichten von $5,23 \pm 0,25$ und $10,01 \pm 0,15 \text{ mW}/\text{cm}^2$ in der Haut von Ratten. Die Tiere, die bei $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$ exponiert wurden (das entspricht dem Doppelten des ICNIRP-2020-Referenzwertes für berufsbedingte MW-Exposition für Menschen), zeigten signifikante biophysikalische, biochemische, molekulare und histologische Veränderungen im Vergleich zu scheinbefeldeten Tieren. Die Infrarot-Thermographie zeigte einen Anstieg der durchschnittlichen Haut-Oberflächentemperatur um $1,8^\circ\text{C}$ und eine Standardabweichung von $0,3^\circ\text{C}$ nach 30 Tagen MW-Exposition mit $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$ im Vergleich zu den scheinbefeldeten Tieren. Die MW-Exposition führte auch zu oxidativem Stress (ROS, 4-HNE, LPO, AOPP), Entzündungs-Reaktionen (NFkB, iNOS/NOS2, COX-2) und Stoffwechsel-Veränderungen [Hexokinase (HK), Laktat-Dehydrogenase (LDH), Citrat-Synthase (CS) und Glukose-6-Phospahte-Dehydrogenase (G6PD)] in der $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$ befeldeten Ratten-Haut. Eine signifikante Veränderung der Expression von Markern, die mit dem Zellüberleben (Akt/PKB) und der HSP27/p38MAPK-bezogenen Stressreaktions-Signalkaskade in Verbindung stehen, wurde in $10 \text{ mW}/\text{cm}^2$ bestrahlter Rattenhaut im Vergleich zu scheinbestrahlter Rattenhaut beobachtet. Die mit MW bestrahlten Gruppen wiesen jedoch keine Apoptose auf, was durch unveränderte Caspase-3-Werte belegt wurde. Die histopathologische

Analyse zeigte eine leichte zytoarchitektonische Veränderung der Epidermis und eine leichte Aggregation von Leukozyten in der mit 10 mW/cm² bestrahlten Rattenhaut. Insgesamt zeigten die vorliegenden Ergebnisse, dass eine 10 GHz-Exposition im Dauerstrich-Modus bei 10 mW/cm² (3 h/Tag, 30 Tage) zu signifikanten Veränderungen der molekularen Marker führte, die mit der adaptiven Stress-Reaktion in der Ratten-Haut verbunden sind. Darüber hinaus sind systematische wissenschaftliche Studien zu häufigeren gepulsten MW-Strahlungs-Expositionen über längere Zeiträume gerechtfertigt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34407201/>

--

Exposition gesunder und tumortragender Mäuse mit elektromagnetischen Hochleistungswellen: Abschätzung der Wirkungen auf Wachstum, Verhalten, Tumorwachstum und Gefäßpermeabilisierung der Mäuse

Kolosnjaj-Tabi J, Golzio M, Bellard E, Catrain A, Chretiennot T, Saurin Q, Tarayre J, Vezinet R, Rols MP. Elektromagnetische Hochleistungswellen-Exposition von gesunden und tumortragenden Mäusen: Bewertung der Auswirkungen auf das Wachstum, das Verhalten, das Tumorwachstum und die Gefäßpermeabilisierung von Mäusen. *Int J Mol Sci.* 2021 Aug 7;22(16):8516. doi: 10.3390/ijms22168516.

Abstrakt

Hochleistungs-Hochfrequenzen können die Funktion elektronischer Geräte vorübergehend oder dauerhaft stören, aber ihre Auswirkungen auf lebende Systeme sind noch unbekannt. Mit dem Ziel, die Sicherheit und die biologischen Wirkungen von schmal- und breitbandigen elektromagnetischen Hochleistungswellen (HPEM) zu bewerten, untersuchten wir ihre Auswirkungen bei der Exposition von gesunden und tumortragenden Mäusen. In Feldexperimenten veränderte die Exposition bei 1,5 GHz schmalbandigen elektromagnetischen Feldern mit einem Amplituden-Spitzenwert im Bereich von 40 kV/m und 150 MHz breitbandigen elektrischen Feldern mit einem Amplituden-Spitzenwert im Bereich von 200 kV/m weder das Wachstum gesunder und tumortragender Tiere, noch hatte sie irgendeinen Einfluss auf das Wachstum kutaner Mäusetumore. Während wir bei den Mäusen während der Exposition mit Schmalband-Signalen keine merklichen Verhaltensänderungen beobachteten, konnten wir bei der Anwendung von Breitband-HPEM-Signalen ein ähnliches Verhalten beobachten, wie es die Mäuse bei lauten Rauschsignalen zeigen: Wenn nämlich eine Maus vor der Signalanwendung den Käfig erkundete, kehrte sie zu ihren Artgenossen zurück, wenn Breitband-HPEM-Signale angewendet wurden. Darüber hinaus wurde in einer Pilotstudie mit Breitband-Signalapplikatoren die Wirkung von Breitbandsignalen auf die Durchlässigkeit normaler Blutgefäße in Echtzeit bei Mäusen, die in der Rücken腔 gehalten wurden, untersucht. Unsere Pilotstudie, die innerhalb des Applikators und im Labormaßstab durchgeführt wurde, deutet darauf hin, dass die Exposition mit Breitband-Signalen mit einer Amplitude von 47,5 kV/m nicht zu einer erhöhten Gefäßpermeabilität führt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34445226/>

--

Gesundheitliche Auswirkungen von WiFi-Strahlung: ein Überblick auf der Grundlage einer systematischen Qualitätsbewertung

Stefan Dongus, Hamed Jalilian, David Schürmann & Martin Rössli (2021) Health effects of WiFi radiation: a review based on systematic quality evaluation, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, DOI: [10.1080/10643389.2021.1951549](https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1951549)

Abstrakt

Obwohl WiFi nur wenig zur Gesamtexposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) in unserer alltäglichen Umgebung beiträgt, wurden Bedenken laut, ob diese spezielle Art von modulierten RF-EMF gesundheitliche Probleme verursacht. Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, alle Arten von Studien zu bewerten, die biologische und gesundheitliche Auswirkungen der WiFi-Exposition untersuchten und grundlegende Qualitätskriterien erfüllten. In Frage kamen epidemiologische, human-experimentelle, in vivo und in vitro Studien mit realistischen WiFi-Expositionsbedingungen. Wir führten eine systematische Literatursuche nach allen zwischen Januar 1997 und August 2020 veröffentlichten Arbeiten durch, gefolgt von einer Qualitätsprüfung, die sich mit Verblindung und Dosimetrie in experimentellen Studien und verschiedenen Arten von Verzerrungen in epidemiologischen Studien befasste. Alle Studien, die die Qualitätskriterien erfüllten, wurden im Hinblick auf die Beobachtung oder das Fehlen von Assoziationen deskriptiv zusammengefasst. Von den 1385 Artikeln, die bei der Literaturrecherche ermittelt wurden, erfüllten 23 die grundlegenden Qualitätskriterien: 6 epidemiologische Arbeiten, 6 human-experimentelle Artikel, 9 in vivo-Artikel und 2 in vitro-Artikel. Während in den In-vivo- und In-vitro-Studien Expositionswerte von bis zu 4 W/kg verwendet wurden, lagen die Expositionswerte in den Humanstudien mehrere Größenordnungen unter den ICNIRP-Leitlinien, die typisch für WiFi-Expositionssituationen in der alltäglichen Umgebung sind. Zahlreiche Ergebnisse, von biologischen Markern bis hin zu Symptomen, wurden meist nicht mit der WiFi-Exposition in Verbindung gebracht. Die sporadischen Ergebnisse waren in Bezug auf die Ergebnisse oder Expositions-Wirkungs-Assoziationen nicht konsistent. Diese Übersichtsarbeit, die auf einer systematischen Literaturrecherche und Qualitätsbewertung basiert, lässt nicht auf schädliche gesundheitliche Auswirkungen der WiFi-Exposition unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte schließen.

--

Nachweis von EHS ohne jeden vernünftigen Zweifel".

Michael Bevington. Der Nachweis von EHS ohne jeden vernünftigen Zweifel". Kommentar zu: Leszczynski D. Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS). *Rev Environ Health* 2021; doi: 10.1515/reveh-2021-0038. *Reviews on Environmental Health*, vol. , no. , 2021, pp. 000010151520210101. <https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0101>

Keine Zusammenfassung

Offen zugänglicher Brief: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2021-0101/html>

--

Gepoolte Analyse neuerer Studien über Magnetfelder und Leukämie bei Kindern

Aryana T. Amoon, John Swanson, Corrado Magnani, Christoffer Johansen, Leeka Kheifets. Gepoolte Analyse neuerer Studien über Magnetfelder und Leukämie bei Kindern. *Environmental Research*, 2021, 111993, doi: 10.1016/j.envres.2021.111993.

Höhepunkte

- In neueren Studien wurde kein Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und Leukämie bei Kindern festgestellt.
- Die aktuellen Ergebnisse stehen nicht im Einklang mit früheren gepoolten Analysen.
- Es verbleibt ein geringfügig erhöhtes Risiko für die Gesamtheit der Nachweise.

Zusammenfassung

Hintergrund Mehr als vierzig epidemiologische Studien haben einen Zusammenhang zwischen gemessenen oder berechneten extrem niederfrequenten Magnetfeldern (MF) und Leukämie im Kindesalter untersucht. Diese Studien wurden in einer Reihe von gepoolten Analysen zusammengefasst, aber es ist 10 Jahre her, dass die letzte derartige Analyse durchgeführt wurde.

Methoden Wir präsentieren eine gepoolte Analyse, die Daten auf individueller Ebene (24.994 Fälle, 30.769 Kontrollen) aus vier aktuellen Studien zu MF und Leukämie im Kindesalter kombiniert.

Ergebnisse Im Gegensatz zu früheren gepoolten Analysen fanden wir kein erhöhtes Leukämierisiko bei Kindern, die einer höheren MF ausgesetzt waren: Odds Ratio (OR) = 1,01 für eine Exposition $\geq 0,4 \mu\text{T}$ (μT) im Vergleich zu Expositionen $< 0,1 \mu\text{T}$. Auch in der Untergruppe der akuten lymphoblastischen Leukämie, der Geburtshäuser, der Studien, die berechnete Felder verwenden, oder wenn die Genauigkeit der Geokodierung ignoriert wurde, wurde kein Zusammenhang beobachtet. In diesen Studien ist ein Rückgang des Risikos im Laufe der Zeit zu beobachten, was auch beim Vergleich der drei gepoolten Analysen deutlich wird. Eine Meta-Analyse der drei gepoolten Analysen ergibt insgesamt ein OR von 1,45 (95% CI: 0,95-2,20) für Expositionen $\geq 0,4 \mu\text{T}$.

Schlussfolgerungen Unsere Ergebnisse stimmen nicht mit früheren gepoolten Analysen überein und zeigen einen Rückgang des Effekts bis hin zu keinem Zusammenhang zwischen MF und Leukämie im Kindesalter. Dies könnte auf methodische Probleme, Zufall oder eine echte Feststellung eines verschwindenden Effekts zurückzuführen sein.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34481821/>

--

Menschliche Erkennungsschwellen von elektrischen Gleich-, Wechsel- und Hybridfeldern: eine Doppelblindstudie

Michael Kursawe, Dominik Stunder, Thomas Krampert, Andrea Kaifie, Sarah Drießen, Thomas Kraus, Kathrin Jankowiak. Menschliche Wahrnehmungsschwellen von elektrischen Gleich-, Wechsel- und Hybridfeldern: eine Doppelblindstudie. *Environ Health*. 2021 Aug 21;20(1):92. doi: 10.1186/s12940-021-00781-4.

Zusammenfassung

Hintergrund: Im Zuge der laufenden Umstellung der elektrischen Energiesysteme werden die Übertragungskorridore häufig auf höhere Spannungen und andere Technologien umgestellt, was zu einer anderen Qualität der menschlichen Exposition führt. Die Studie zielt darauf ab, menschliche Erkennungsschwellen für Gleichstrom (DC), Wechselstrom (AC) und hybride elektrische Felder (verschiedene DC; konstanter AC) zu bestimmen.

Methoden: Insgesamt 203 Teilnehmer wurden in einem hochspezialisierten Ganzkörper-Expositionslabor in einer doppelblinden Versuchsanordnung bei elektrischen Gleich-, Wechsel- und Hybridfeldern (EFs) exponiert. Zusätzlich wurden die Teilnehmer in einem Teil der DC- und Hybrid-Sitzungen bei Ionenströmen exponiert. Um Umwelteinflüsse zu untersuchen, wurde die relative Luftfeuchtigkeit in zwei Untergruppen während der EF-Wahrnehmung verändert. Methoden, die aus der Signaldetektionstheorie abgeleitet sind, und das adaptive Treppenhausverfahren, das auf der Ein-Intervall-Anpassungsmatrix basiert, wurden verwendet, um die individuelle Empfindlichkeit bzw. die Detektionsschwellen zu bewerten.

Ergebnisse: Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass die Erkennungsschwellen bei hybriden EF niedriger waren als bei der Präsentation einzelner EF mit Gleich- oder Wechselstrom. Ionenstromexposition verbesserte die EF-Wahrnehmung. Eine hohe relative Luftfeuchtigkeit erleichterte die Wahrnehmung von Gleichstrom-EFs, während eine niedrige relative Luftfeuchtigkeit die Wahrnehmung von Wechselstrom-EFs verstärkte.

Schlussfolgerungen: Mit dieser systematischen Untersuchung der menschlichen Wahrnehmung von Gleichstrom-, Wechselstrom- und Hybrid-EFs wurden Erkennungsschwellen ermittelt, die zur Verbesserung der Konstruktionsprozesse von Energieübertragungssystemen und zur Vermeidung unerwünschter sensorischer Wahrnehmungen beitragen können, indem sie zur Bestimmung von Grenzwerten beitragen.

Schlussfolgerung

Diese Studie ist die erste systematische Untersuchung der Wahrnehmung von hybriden elektromagnetischen Feldern beim Menschen unter Verwendung eines doppelblinden Versuchsaufbaus. Während die Erkennungsschwellen von Gleich- und Wechselstrom-EF im Vergleich zu früheren Studien niedriger waren, wurde die synergistische Wirkung beider Feldtypen auf die menschliche Wahrnehmung gezeigt. Insbesondere bei der minimalen hybriden EF-Kombination (2 kV/m DC und 4 kV/m AC) waren 40 % der Teilnehmer in der Lage, die EF erfolgreich zu erkennen. In Bezug auf unerwünschte Sinneswahrnehmungen sollte dies bei der Diskussion über Referenzwerte und Empfehlungen für hybride EFs berücksichtigt werden, die derzeit noch nicht existieren. Darüber hinaus schlagen wir eine weitere detaillierte Untersuchung niedriger hybrider EFs vor, um ein feinkörniges Bild der unteren Grenze der menschlichen EF-Wahrnehmung zu erhalten. Obwohl die durchschnittlichen Erkennungsschwellen die bestehenden Referenzwerte für DC- und AC-EFs nicht unterschreiten, fand die Studie Hinweise auf eine erfolgreiche EF-Wahrnehmung in der Nähe dieser Referenzwerte bei einer kleinen Untergruppe von Teilnehmern. Da die Referenzwerte in erster Linie entwickelt wurden, um schädliche gesundheitliche Auswirkungen bei EF-Exposition zu verhindern [14,

16], stellen die aktuellen Ergebnisse diese Werte nicht in Frage. Darüber hinaus können die Ergebnisse in der Diskussion darüber verwendet werden, ob die sensorische Wahrnehmung als Nebenprodukt der EF-Exposition akzeptabel ist.

Wir haben die externe Validität der Ergebnisse durch die Untersuchung von Untergruppen bei verschiedenen Niveaus der relativen Luftfeuchtigkeit erhöht. Hinweise auf eine verstärkte Wahrnehmung von DC EF in einer Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit und eine erleichterte AC-Wahrnehmung unter Bedingungen mit niedriger Luftfeuchtigkeit wurden bestätigt. Diese Ergebnisse können zum Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen beitragen und sollten auch bei der Diskussion über Empfehlungen zur EF-Exposition berücksichtigt werden. Somit lieferte diese Studie verlässliche Schwellenwerte zur Erkennung von EF, die den Diskurs über die Auswirkungen der EF-Exposition um quantitative Informationen zur sensorischen Wahrnehmung erweitern. Auf diese Weise kann sie dazu beitragen, die Bauprozesse von geplanten HGÜ- und Hybridfreileitungen zu verbessern.

Frei zugängliches Papier: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00781-4>

--

Auswirkungen von Wi-Fi-Hochfrequenz-Strahlung auf Carbapenem-resistente *Klebsiella pneumoniae*

Ilham Said-Salman, Wissam Yassine, Ali Rammal, Mohammad Hneino, Hoda Yusef, Mohamed Moustafa. Auswirkungen von Wi-Fi-Hochfrequenz-Strahlung auf Carbapenem-resistente *Klebsiella pneumoniae*. *Bioelectromagnetics*. 2021 Aug 1. doi: 10.1002/bem.22364.

Zusammenfassung

Die gefährlichen Folgen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) sind ein Problem für die öffentliche Gesundheit. Gängige EMF-Quellen sind Smartphones und Wi-Fi (Wireless Fidelity). Das Ziel unserer Studie ist es, zu bewerten, ob die Exposition gegenüber Wi-Fi-Hochfrequenzstrahlung die pathogenen Eigenschaften von Carbapenem-resistenten *Klebsiella pneumoniae* beeinflusst. Die Empfindlichkeit gegenüber Antibiotika wurde durch die Bestimmung der minimalen Hemmkonzentrationen (MIC) bewertet. In dieser Studie zeigte *K. pneumoniae* eine nicht-lineare Reaktion auf die Behandlung mit Colistin und Gentamycin nach unterschiedlichen Wi-Fi-Expositionszeiten. Die Transmissionselektronenmikroskopie zeigte morphologische Veränderungen in der bakteriellen Zellmembran innerhalb von 24 Stunden nach Wi-Fi-Exposition. Die Quantifizierung von Kristallviolett und die quantitative Echtzeit-Polymerase-Kettenreaktion zeigten, dass die Fähigkeit zur Bildung von Biofilmen bei Wi-Fi exponierten *K. pneumoniae* im Vergleich zur Kontrolle größer war. Außerdem wurden höhere Konzentrationen von *bcsA*-, *mrkA*- und *luxS*-Messenger-RNAs beobachtet. Unsere Daten deuten darauf hin, dass die Wi-Fi-Exposition Bakterien auf stressige Weise beeinflussen kann, was zu einer Veränderung ihrer Antibiotika-Empfindlichkeit, morphologischen Veränderungen und kumulativer Biofilmbildung führt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34337771/>

Auszüge

"Mehrere opportunistische bakterielle Krankheitserreger mit Multiresistenz wurden im Bereich von Telekommunikationsstationen identifiziert [Adebayo et al., 2015]. Die Forschung in diesem Bereich scheint von großem Interesse und zwingend erforderlich zu sein, um die Maßnahmen zur Bewertung des Schutzes vor dem Auftreten von antibiotikaresistenten Organismen in der Umwelt zu verbessern."

"Wir haben ein konstantes Feld von 6 V/m an der Position der exponierten Probe gemessen, was einer Leistungsflussdichte von 0,05 W/m² entspricht. Der Einfluss der Exposition mit Wi-Fi-Wellen wurde untersucht, und das Protokoll bestand aus einer kontinuierlichen Strahlungsexposition über verschiedene Zeiträume (1, 5, 10, 20, 24 und 48 Stunden). Für jede Versuchsbedingung wurde eine Kontrollmessung in einem Faraday-Beutel bei gleicher Temperatur durchgeführt, um jegliche externe Strahlung zu vermeiden."

"K. pneumonia ist ein stäbchenförmiges, gramnegatives, opportunistisches, pathogenes Bakterium, das nosokomiale Infektionen verursacht. K. pneumonia ist in den letzten Jahren mit erhöhter Virulenz aufgetreten. K. pneumoniae Carbapenemase (KPC) ist der wichtigste enzymatische Resistenzmechanismus von K. pneumoniae gegen Antibiotika [Wang et al., 2011]. Carbapenem-resistente K. pneumoniae tragen das blaKPC-Gen, das eine Resistenz gegen Carbapenem-Antibiotika verleiht. Bakterielle Virulenzfaktoren wie antimikrobielle Resistenz (AMR) und Biofilmbildung spielen eine Schlüsselrolle bei der Besiedlung von Infektionen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erklärte, dass AMR eine "globale Gesundheitskrise" ist [WHO, 2018]."

"Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Exposition von K. pneumoniae bei 2,4-GHz-Wi-Fi-Hochfrequenzstrahlung die pathogenen Eigenschaften von multiresistenten Bakterien beeinflusst. Es gab eine nichtlineare Reaktion von K. pneumoniae auf die Antibiotika Colistin und Gentamycin nach Wi-Fi-Vorexposition. Die 24-stündige Exposition mit Wi-Fi-Strahlung führte zu einer Störung der Zellmembran und zum Zerfall des Protoplasmas. Darüber hinaus wurde die Transkription repräsentativer Gene, die an der Biofilmbildung und dem Quorum Sensing in K. pneumoniae beteiligt sind, durch die Wi-Fi-Exposition hochreguliert."

Die in den Studien beobachteten unterschiedlichen Reaktionen der Bakterien auf EMF könnten auf die Unterschiede in der Zellwandzusammensetzung zwischen grampositiven und gramnegativen Bakterien sowie auf die Dauer und Art der Strahlung zurückzuführen sein. Eine niedrige und kontinuierliche Fernfeldexposition wie bei Wi-Fi könnte in Zukunft unerwartete Antibiotikaresistenzen verursachen. Unter Stress neigen Bakterien dazu, ihre Membraneigenschaften durch Homöostase zu regulieren, indem sie die Lipidzusammensetzung verändern, was zu einer höheren Durchlässigkeit führt [Zhang und Rock, 2008]. Eine Veränderung der Membrandurchlässigkeit durch solch niedrige Felder kann zwar zu einer erhöhten Anfälligkeit für Antibiotika führen, reicht aber nicht aus, um den Zelltod auszulösen. Bakterien werden also leichter durch niedrigere Dosen von Antibiotika in der Umwelt beeinflusst. Weitere molekulare Experimente auf Gen- und Proteinebene sind erforderlich, um mehr Details über die Mechanismen zu verstehen, durch die diese biologischen Veränderungen in Bakterien nach Exposition gegenüber Wi-Fi-Strahlung stattfinden. Die Berücksichtigung der Auswirkungen von EMF auf Bakterien ist ein wesentlicher Ansatz für die Kontrolle von Bedrohungen der öffentlichen Gesundheit und kann für medizinische Anwendungen von Nutzen sein."

--

Heilpflanzen bei der Abschwächung von durch elektromagnetische Strahlung induzierten neuronalen Schäden: ein kurzer Überblick

Raghu SV, Kudva AK, Rajanikant GK, Baliga MS. Heilpflanzen zur Abschwächung elektromagnetischer Strahlung-induzierter neuronaler Schäden: eine kurze Übersicht. *Electromagn Biol Med.* 2021 Aug 12:1-14. doi: 10.1080/15368378.2021.1963762.

Abstrakt

Obwohl die Beweise nicht schlüssig sind, deuten epidemiologische Studien stark darauf hin, dass eine erhöhte Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung (EMR) das Risiko von Gehirntumoren, Ohrspeicheldrüsentumoren und Seminomen erhöht. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat die Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen als möglicherweise krebserregend für den Menschen eingestuft (Gruppe 2B). Mit der zunehmenden Verbreitung von EMR, vor allem durch Mobiltelefone, sind die Menschen ungewollt dieser Strahlung ausgesetzt. Die Strahlenbelastung ist in der heutigen Zeit unvermeidlich, da Mobiltelefone eine unvermeidliche Notwendigkeit darstellen. Die umsichtige Verwendung von Heilpflanzen, die schon seit langem in der traditionellen und volkstümlichen Medizin Erwähnung finden und, was noch wichtiger ist, sicher, kostengünstig und für den langfristigen Gebrauch durch den Menschen leicht akzeptabel sind, wäre eine attraktive und praktikable Option zur Abschwächung der schädlichen Auswirkungen von EMR. Pflanzen, die freie Radikale abfangen, antioxidative und immunmodulatorische Eigenschaften haben, sind für die Erhaltung einer gesunden Gesundheit von Vorteil. Polyphenole aus grünem Tee, *Ginkgo biloba*, Procyanidine aus Lotosblüten, Knoblauchextrakt, *Loranthus longiflorus*, *Curcuma amada* und *Rosmarinus officinalis* haben in validierten experimentellen Studienmodellen neuroprotektive Wirkungen gezeigt. Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, zum ersten Mal die schützenden Wirkungen dieser Pflanzen gegen Mobiltelefon-induzierte neuronale Schäden zusammenzustellen und die verschiedenen Wirkmechanismen zu beleuchten, die die positiven Effekte hervorrufen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34382485/>

Schlussfolgerungen

Jüngste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass Polyphenole aus grünem Tee, *Ginkgo biloba*, Procyanidine aus Lotusblüten, Knoblauchextrakt, *Loranthus longiflorus*, *Curcuma amada* und *Rosmarinus officinalis* bei der Vorbeugung von EMR-induzierten Hirnschäden von Nutzen sein können. Die hirnschützenden Wirkungen dieser Pflanzen werden vermutlich durch eine Vielzahl von Mechanismen vermittelt, darunter das Abfangen von strahleninduzierten freien Radikalen, ein erhöhter zellulärer Antioxidantienstatus, die Hemmung der neuronalen Apoptose und verbesserte neurologische Ergebnisse. Angesichts der zunehmenden Prävalenz der absichtlichen und unabsichtlichen EMR-Exposition im täglichen Leben sind umfassendere Zellkultur-, Tier- und klinische Studien unter Verwendung pharmakologisch validierter Modelle erforderlich, die mehrere biochemische, physiologische, pathologische und neuroverhaltensbezogene Endpunkte einbeziehen. Solche Studien werden von großem Nutzen sein, da diese Wirkstoffe für verschiedene gesundheitliche Vorteile validiert wurden und dafür bekannt sind, die allgemeine Gesundheit zu verbessern bzw. zu erhalten; wenn sie in mehreren Studien auch vor EMR-induzierten Schäden schützen, werden sie sowohl für die Wissenschaft als auch für die Gesellschaft im Allgemeinen von großem Nutzen sein. Die wichtigsten Faktoren, die bei der Durchführung klinischer Studien zu berücksichtigen sind, sind, dass diese Heilpflanzen seit der Antike verwendet werden, nicht toxisch sind, eine breite Palette medizinischer Eigenschaften haben und für den menschlichen Gebrauch leicht akzeptabel sind. Polyphenole aus grünem Tee könnten besonders nützlich sein, da er eines der am häufigsten konsumierten Getränke

ist, eine breite Palette medizinischer Anwendungen hat und ein relativ ungiftiger Wirkstoff mit breiter Akzeptanz ist. Eine gut konzipierte Studie, die darauf abzielt, sekundäre Endpunkte mit einer Checkliste für die tägliche Nutzung von Mobiltelefonen bei Freiwilligen zu erheben, die an klinischen Studien teilnehmen, wird eine kosten- und zeitsparende Möglichkeit sein, die neuroprotektive Wirkung von Heilpflanzen gegen EMR-induzierte Schäden zu validieren.

--

Microarray-Profilierung der LncRNA-Expression in den Hoden pubertierender Mäuse nach morgendlicher und abendlicher Exposition bei 1800 MHz Hochfrequenzfeldern

Qin F, Cao H, Feng C, Zhu T, Zhu B, Zhang J, Tong J, Pei H. Microarray-Profilierung der LncRNA-Expression in den Hoden pubertärer Mäuse nach morgendlicher und abendlicher Exposition bei 1800 MHz Hochfrequenzfeldern. *Chronobiol Int.* 2021 Aug 8:1-16. doi: 10.1080/07420528.2021.1962902.

Abstrakt

In dieser Arbeit wurden die Chronotoxizität von Hochfrequenz-Feldern (HF) in der pubertären Hoden-Entwicklung und die beteiligten molekularen Signalwege untersucht, indem vier Wochen alte Mäuse drei Wochen lang täglich morgens und abends mit HF (1800 MHz, SAR, 0,50 W/kg) exponiert wurden. Anschließend wurden pathologische Veränderungen und funktionelle Indizes in den Hoden bestimmt. Wir verwendeten auch einen Microarray für lange nichtkodierende RNA (lncRNA) und GO/KEGG-Pfadanalysen, um lncRNA-Expressionsprofile zu bestimmen und ihre potenziellen Funktionen vorherzusagen. Die cis- und trans-Regulierung von lncRNAs wurde untersucht, und ein Interaktionsnetzwerk wurde mit der Software Cytoscape erstellt. Die HF-Exposition führte zu einer Reihe von pathologischen Veränderungen in den Hoden von heranwachsenden Mäusen, da das Hodengewicht und die tägliche Spermienproduktion abnahmen und die Testosteronsekretion sank. Darüber hinaus induzierte RF eine Dysregulation in der Expression von lncRNAs in den Hoden. Wir identifizierten 615 bzw. 183 differentiell exprimierte lncRNAs, die mit der morgendlichen bzw. abendlichen Exposition gegenüber HF in Verbindung gebracht wurden. Von 15 lncRNAs mit unterschiedlicher Expression sowohl in der morgendlichen als auch in der abendlichen RF-Gruppe wählten wir 6 lncRNAs aus, die wir durch quantitative reverse Transkriptions-PCR (qRT-PCR) validierten. Die unterschiedlich exprimierten lncRNAs, die durch die morgendliche HF-Exposition induziert wurden, korrelierten in hohem Maße mit vielen verschiedenen Signalwegen, einschließlich Fanconi-Syndrom, Stoffwechselprozessen, Zellzyklus, DNA-Schäden und DNA-Replikation. Transregulationsanalysen zeigten außerdem, dass die unterschiedlich exprimierten lncRNAs an mehreren durch Transkriptionsfaktoren regulierten Pfaden beteiligt waren, wie TCFAP4, NFkB, HINFP, TFDP2, FoxN1 und PAX5. Diese Transkriptionsfaktoren sind alle nachweislich an der Modulation der Hodenentwicklung, der Zellzyklusprogression und der Spermatogenese beteiligt. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Ausmaß, in dem 1800 MHz RF Toxizität in den Hoden induzierte und die Expression von lncRNAs veränderte, Unterschiede zwischen morgendlicher und abendlicher Exposition aufwies. Diese Daten weisen darauf hin, dass unterschiedlich exprimierte lncRNAs eine entscheidende Rolle bei der Schädigung des sich entwickelnden pubertären Hodens durch HF-Exposition spielen. Insgesamt liefern unsere Ergebnisse ein besseres Verständnis der Mechanismen, die den toxischen Wirkungen der HF-Exposition auf die Hodenentwicklung zugrunde liegen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34369206/>

--

Proteomische und biologische Analysen zeigen die Auswirkungen auf das Wachstum von Kichererbsen unter Überschwemmungsstress, die mit Millimeterwellen bestrahlt wurden

Setsuko Komatsu, Junya Maruyama, Takashi Furuya, Xiaojian Yin, Hisateru Yamaguchi, Keisuke Hitachi, Natsuki Miyashita, Kunihiko Tsuchida, Masahiko Tani. Proteomische und biologische Analysen zeigen die Auswirkungen auf das Wachstum von Kichererbsen unter Flutungsstress, die mit Millimeterwellen bestrahlt wurden. J Proteome Res. 2021 Aug 30. doi: 10.1021/acs.jproteome.1c00368.

Zusammenfassung

Die Kichererbse, die auf marginalen Böden in ariden und semiariden Tropen angebaut wird, ist eine der Nahrungsleguminosen, deren Wachstum durch Überflutungsstress beeinträchtigt wird. Millimeterwellen-Bestrahlung hat Einfluss auf Organismen und verbessert das Wachstum von Pflanzen wie Sojabohnen. Um die dynamischen Wirkungen von Millimeterwellen-Befeldung auf Kichererbsen unter Überflutung aufzudecken, wurde eine Gel- und markierungsfreie Proteomanalyse durchgeführt. Millimeterwellen-Bestrahlung verbesserte das Wachstum von Kichererbsen und ihre Toleranz gegenüber Überflutungsstress. Gemäß der funktionellen Kategorisierung wurden die gegensätzlich veränderten Proteine mit der Photosynthese, der Fermentation und dem Proteinabbau korreliert. Die Immunoblot-Analyse bestätigte, dass die RuBisCO-Aktivase und die großen Untereinheiten in den Blättern unter Überschwemmungsstress abnahmen; sie erholten sich jedoch in der bestrahlten Kichererbse, selbst wenn sie sich in diesem Zustand befand. Die Aktivität und Akkumulation von Alkohol-Dehydrogenase nahm in Wurzeln unter Überflutung zu; dies folgte jedoch dem gleichen Muster. Der Zelltod wurde durch Überflutung bei unbestrahlten und bestrahlten Kichererbsen signifikant erhöht bzw. verringert. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Bestrahlung von Kichererbsensamen mit Millimeterwellen die Erholung des Pflanzenwachstums durch die Regulierung der Photosynthese in den Blättern und der Fermentation in den Wurzeln verbessert. Außerdem könnte die Millimeterwellen-Bestrahlung die Toleranz der Kichererbse gegenüber Überschwemmungen durch die Regulierung des Zelltods fördern.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34455783/>

--

Transkriptomisches Profil zeigt Deregulierung von Genen, die mit Hörverlust zusammenhängen, in vestibulären Schwannom-Zellen nach elektromagnetischer Feld-Exposition (50 Hz)

Colciago A, Audano M, Bonalume V, Melfi V, Mohamed T, Reid AJ, Faroni A, Greer PA, Mitro N, Magnaghi V. Transcriptomic Profile Reveals Deregulation of Hearing-Loss Related Genes in Vestibular Schwannoma Cells Following Electromagnetic Field Exposure. Cells. 2021 Jul 20;10(7):1840. doi: 10.3390/cells10071840.

Abstrakt

Schwerhörigkeit (HL) ist die häufigste sensorische Störung in der Weltbevölkerung. Eine häufige Ursache für HL ist das Vorhandensein eines vestibulären Schwannoms (VS), eines gutartigen Tumors des VIII. Hirnnervs, der aus der Umwandlung von Schwann-Zellen (SC) entsteht. In den letzten zehn

Jahren wurde das zunehmende Auftreten von VS mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) in Verbindung gebracht, was als pathogene Ursache für die Entwicklung von VS und HL angesehen werden könnte. Hier untersuchen wir die molekularen Mechanismen, die den biologischen Veränderungen menschlicher VS und/oder ihrer onkogenen Transformation nach EMF-Exposition zugrunde liegen. Mittels NGS-Technologie und RNA-Seq-Transkriptomanalyse untersuchten wir das genomische Profil und die unterschiedliche Darstellung von HL-bezogenen Genen nach chronischer EMF. Wir fanden heraus, dass die chronische EMF-Exposition die Zellproliferation verändert, parallel zu Veränderungen der intrazellulären Signal- und Stoffwechselwege, die hauptsächlich mit der Translation und den mitochondrialen Aktivitäten zusammenhängen. Wichtig ist, dass die Expression von HL-bezogenen Genen wie NEFL, TPRN, OTOGL, GJB2 und REST bei chronischer EMF-Exposition dereguliert zu sein scheint. Zusammenfassend legen wir nahe, dass EMF-Exposition in einem präklinischen Stadium die Transformation von VS-Zellen fördern und zu HL beitragen könnte.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8307028/>

--

Die Exposition bei einem 60 Hz-Magnetfeld kann Membranproteine und das Membranpotenzial in menschlichen Krebszellen beeinflussen

Seiya Hayashi, Makiko Kakikawa. Die Exposition bei einem 60 Hz-Magnetfeld kann die Membranproteine und das Membranpotential in menschlichen Krebszellen beeinflussen. *Electromagn Biol Med.* 2021 Aug 15;1-8. doi: 10.1080/15368378.2021.1958340.

Zusammenfassung

Die experimentellen Daten unterstützen die Hypothese, dass extrem niederfrequente Magnetfelder (ELF-MF) Zellmembranen beeinflussen können. Da unsere früheren Studien darauf hindeuteten, dass MF die Permeabilität der Zellmembran verändert, haben wir uns in dieser Studie auf die Zellmembran konzentriert und die Wirkung von 60 Hz, 50 mT MF auf das Membranpotenzial und die Membranproteine untersucht. Die Membranpotentiale von drei kultivierten menschlichen Krebszelllinien, A549, MES-SA und MES-SA/Dx5, wurden durch die Exposition mit ELF-MF erhöht. Bei Exposition mit MF und einem Krebsmedikament wurden Veränderungen der Membranpotenziale in A549- und MES-SA-Zellen festgestellt, aber nicht in den gegen mehrere Medikamente resistenten Zellen, MES-SA/Dx5. Wir untersuchten, ob MF einen Einfluss auf die aus kultivierten A549-Zellen extrahierten Membranproteine hat, indem wir den DiBAC4(3)-Farbstoff zur verstärkten Fluoreszenzbindung an eine hydrophobe Stelle verwendeten. Der Anstieg der Fluoreszenz, der nach 10-minütiger MF-Exposition beobachtet wurde, deutet darauf hin, dass sich die Struktur der hydrophoben Stelle auf den Membranproteinen verändert hat und die Bindung des Sondenfarbstoffs wahrscheinlicher geworden ist. Eine Abnahme der Fluoreszenz wurde nach einer MF-Exposition von 240 Minuten festgestellt. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass 60 Hz, 50 mT MF Veränderungen des Membranpotenzials von kultivierten Krebszellen und der Konformation von Membranproteinen, die aus kultivierten Krebszellen extrahiert wurden, verursacht und je nach Expositionszeit unterschiedliche Auswirkungen hat.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34396886/>

--

Selektive Induktion einer schnellen zytotoxischen Wirkung in Glioblastomzellen durch oszillierende Magnetfelder

Helekar SA, Hambarde S, Ijare OB, Pichumani K, Baskin DS, Sharpe MA. Selektive Induktion einer schnellen zytotoxischen Wirkung in Glioblastomzellen durch oszillierende Magnetfelder. J Cancer Res Clin Oncol. 2021 Sep 3. doi: 10.1007/s00432-021-03787-0.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Mechanismen, die den krebshemmenden Wirkungen von elektromagnetischen Feldern zugrunde liegen, sind nur unzureichend verstanden. Ein therapeutisches Gerät zur Erzeugung elektrischer Wechselfelder, das Optune™-Gerät, wurde für die Behandlung von Glioblastomen (GBM) zugelassen. Wir haben ein neues Gerät entwickelt, das oszillierende Magnetfelder (OMF) durch schnelle Rotation starker Dauermagnete in speziell entworfenen Frequenz- und Zeitmustern erzeugt, und haben es zur Behandlung eines rezidivierenden GBM-Patienten im Endstadium im Rahmen eines erweiterten Zugangs-/Compassionate Use-Behandlungsprotokolls eingesetzt. Wir untersuchen hier, ob OMF selektive zytotoxische Wirkungen bei GBM verursacht und ob dies durch die Erzeugung reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) geschieht.

Methoden: Wir stimulierten GBM-Patientenzellen, Lungenkrebszellen, normale menschliche kortikale Neuronen, Astrozyten und bronchiale Epithelzellen mit OMF-Generatoren (Onkoszillatoren) unseres Oncomagnetic Device und verglichen die Ergebnisse mit denen, die unter nicht stimulierten oder scheinbar stimulierten Kontrollbedingungen erzielt wurden. Mit Hilfe der quantitativen Fluoreszenzmikroskopie wurden die Zellmorphologie, die Lebensfähigkeit und die Mechanismen der ROS-Produktion untersucht.

Ergebnisse: Wir haben festgestellt, dass OMF einen hochselektiven Zelltod von GBM-Patientenzellen auslöst, der mit einer Aktivierung von Caspase 3 einhergeht, während normale Gewebezellen unbeschädigt bleiben. Die zytotoxische Wirkung von OMF ist auch bei Lungenkrebszellen zu beobachten. Der zugrundeliegende Mechanismus ist ein deutlicher Anstieg von ROS in den Mitochondrien, möglicherweise zum Teil durch Störung des Elektronenflusses in der Atmungskette.

Schlussfolgerung: Rotierende Magnetfelder, die von einem neuen nicht-invasiven Gerät erzeugt werden, töten selektiv kultivierte menschliche Glioblastom- und nicht-kleinzellige Lungenkrebs-Zellen, indem sie intrazelluläre reaktive Sauerstoffspezies erhöhen, aber nicht normale menschliche Gewebezellen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34477946/>

--

Kombinierte Wirkung der gleichzeitigen Exposition mit Di(2-ethylhexyl)phthalaten und 50-Hz-Magnetfeldern auf die Förderung der Proliferation menschlicher Amnionzellen

Liangjing Chen, Anfang Ye, Xiaochen Liu, Jingchun Lu, Qixin Xie, Yixin Guo, Wenjun Sun. Kombinierte Wirkung der gleichzeitigen Exposition mit Di(2-ethylhexyl)phthalaten und 50-Hz-Magnetfeldern auf die Förderung der Proliferation menschlicher Amnionzellen. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2021 Aug 26;224:112704. doi: 10.1016/j.ecoenv.2021.112704.

Zusammenfassung

Di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) und extrem niederfrequente elektromagnetische Felder (ELF-EMFs) sind in unserer Umgebung weit verbreitet. Studien haben berichtet, dass sowohl DEHP als auch ELF-EMFs die Zellproliferation fördern können, was mit schädlichen biologischen Auswirkungen verbunden ist. In dieser Studie untersuchten wir, ob es einen kombinierten Effekt zwischen DEHP und 50-Hz-Magnetfeldern (MFs) auf die Zellproliferation in menschlichen Amnionzellen (FL) gibt. Die Ergebnisse zeigten, dass die niedrige DEHP-Konzentration (1 µM) die FL-Zellproliferation fördern konnte, während die hohe DEHP-Dosis (100 µM) die Zellproliferation hemmte. Wurden FL-Zellen gemeinsam mit einem 50-Hz, 0,2-mT-MF und 0,1 µM DEHP behandelt, war die Proliferationsrate der Zellen signifikant höher als bei der Exposition mit einem einzelnen Faktor. Darüber hinaus konnte die gleichzeitige Exposition mit einer unterschwelligen MF und DEHP die Proteinkinase B (Akt), die Sphingosinkinase 1 (SphK1) und die extrazelluläre signalgesteuerte Kinase (ERK) kaskadenartig aktivieren und schließlich die Zellproliferation vermitteln. Insgesamt deuten die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass die gleichzeitige Exposition gegenüber MF und DEHP in unterschwelligen Mengen die Zellproliferation durch die Aktivierung proliferationsbezogener Signalwege fördern könnte, was uns zur Vorsicht bei der Bewertung der zugrundeliegenden Gesundheitsrisiken der gleichzeitigen Exposition gegenüber MF und DEHP in unterschwelligen Mengen mahnt.

Frei zugängliches Papier: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34455183/>

--

Bewertung der Wirkungen gepulster elektromagnetischer Felder: Eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse über die wichtigsten Ergebnisse von In-vitro-Studien aus zwei Jahrzehnten Forschung

Mahsa Mansourian, Ahmad Shanei. Bewertung der Wirkungen gepulster elektromagnetischer Felder: Eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse von Highlights aus zwei Jahrzehnten Forschung in vitro Studien. *Biomed Res Int.* 2021 Jul 29;2021:6647497. doi: 10.1155/2021/6647497.

Zusammenfassung

Die Therapie mit gepulsten elektromagnetischen Feldern (PEMF) ist eine Art der physikalischen Stimulation, die durch die Erzeugung von Stör- oder Kohärenzfeldern auf biologische Systeme wirkt. In Anbetracht der Tatsache, dass sich die Zelltypen deutlich voneinander unterscheiden, was einen wichtigen Faktor bei der Stimulation darstellt, und dass PEMFs unterschiedliche Wirkungen in Bezug

auf Frequenz und Intensität, Expositionszeit und Wellenform haben können. In dieser Studie soll untersucht werden, ob unterschiedliche positive und negative Reaktionen den spezifischen Eigenschaften der Zellen, der Frequenz und Flussdichte, der Expositionszeit und der Wellenform entsprechen. Die notwendigen Daten wurden aus den experimentellen Beobachtungen von zellbasierten in vitro-Modellen entnommen. Die Beobachtungen wurden aus 92 Veröffentlichungen aus den Jahren 1999 bis 2019 gewonnen, die in den Datenbanken PubMed und Web of Science verfügbar sind. Aus jeder der einbezogenen Studien wurden die Art der Zellen, die Pulsfrequenz der Exposition, die Expositionsflussdichte und die untersuchten Zellreaktionen extrahiert. Den erhaltenen Daten zufolge wurden die meisten Experimente mit menschlichen Zellen durchgeführt, und von den 2421 Experimenten mit menschlichen Zellen wurden nur in 51,05 % der Daten Zellveränderungen beobachtet. Darüber hinaus wiesen die Ergebnisse auf die potenziellen Auswirkungen von PEMF auf einige menschliche Zelltypen wie MG-63 menschliche Osteosarkomzellen (p -Wert $< 0,001$) und mesenchymale Stammzellen aus dem Knochenmark hin. Das humane osteogene Sarkom SaOS-2 ($p < 0,001$) und humane aus Fettgewebe gewonnene mesenchymale Stammzellen (AD-MSCs) zeigten jedoch eine geringere Empfindlichkeit gegenüber PEMF. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Frequenzen über 100 Hz, Flussdichten zwischen 1 und 10 mT und eine chronische Exposition von mehr als 10 Tagen wirksamer wären, um eine zelluläre Reaktion hervorzurufen. Diese Studie lieferte nützliche Informationen über die Rolle des Zelltyps und der charakteristischen Signalparameter, die für gezielte Therapien mit PEMF von großer Bedeutung sind. Unsere Ergebnisse würden zu einem tieferen Verständnis der Wirkung von PEMF in vitro führen, was als Referenz für viele in vivo Experimente oder präklinische Versuche nützlich sein könnte.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8342182/>

--

Wachstumsveränderung von *Allium cepa* L.-Wurzeln, die bei einem gepulsten Magnetfeld von 1,5 mT, 25 Hz exponiert wurden

Alejandro González-Vidal, Silvia Mercado-Sáenz, Antonio M Burgos-Molina, Francisco Sendra-Portero, Miguel J Ruiz-Gómez. Wachstumsveränderung von *Allium cepa* L.-Wurzeln, die bei einem 1,5 mT, 25 Hz gepulsten Magnetfeld exponiert wurden. *Int J Environ Health Res.* 2021 Sep 2;1-13. doi: 10.1080/09603123.2021.1972090.

Zusammenfassung

Die Reaktion von Pflanzen auf magnetische Felder (MF) ist nicht vollständig verstanden. Diese Arbeit untersucht die Auswirkungen von gepulsten MF auf die Keimung und das Wachstum von *Allium cepa*-Wurzeln. Zwiebeln wurden bei 25Hz, 1.5mT, 33h exponiert. Die gepulste MF wurde mit einem Helmholtz-Gerät erzeugt, das rechteckige Spannungspulse erzeugte. Die Ergebnisse zeigten, dass bei den Proben, die bei gepulster MF exponiert wurden, weniger Wurzeln wuchsen (14 ± 6 Wurzeln an Tag 1 bis 21 ± 8 an Tag 4) als bei den Kontrollgruppen (32 ± 17 bis 48 ± 23) ($p < 0,05$ Friedman). Die Kontrollproben wiesen eine durchschnittliche Wurzellänge von 7 ± 4 mm (Tag 1) und 24 ± 10 mm (Tag 4) auf. Die mit gepulster MF behandelten Exemplare zeigten eine Länge von 4 ± 2 mm (Tag 1) und erreichten 18 ± 9 mm am Tag 4 ($p < 0,001$ ANOVA). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die

Exposition von Allium cepa-Exemplaren bei gepulster MF von 25 Hz, 1,5 mT während 33 Stunden eine Verringerung der Keimung und des Wachstums der Wurzeln bewirkt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34474627/>

--

Elektrische Kontrolle des Wachstums von Escherichia coli, gemessen mit gleichzeitiger Modulation und Bildgebung

Xu Han, Bradley R Foster, Christine K Payne. Elektrische Kontrolle des Wachstums von Escherichia coli, gemessen durch gleichzeitige Modulation und Bildgebung. Bioelectricity. 2020 Sep 1;2(3):221-228. doi: 10.1089/bioe.2020.0002.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Nutzung von Elektrizität zur Steuerung des Bakterienwachstums ist einzigartig, da sie eine räumliche Kontrolle ermöglicht, erfordert aber ein genaueres Verständnis. Methoden: Wir verwenden zwei Golddrähte auf einem Glasdeckglas mit einer Agarschicht, um Escherichia coli-Zellen mit Hellfeld- und Fluoreszenzmikroskopie abzubilden, während wir gleichzeitig eine Spannung anlegen. Zellen außerhalb der Drähte dienen als Kontrollpopulation zur Messung des Zellwachstums in Abhängigkeit von der Spannung und nicht von Unterschieden in den Kulturbedingungen oder der Wachstumsphase. Ergebnisse: Eine angelegte Spannung unterdrückt den Anteil von E. coli, der eine Dehnung und Teilung durchläuft, wobei die Werte wieder auf die Kontrollwerte zurückgehen, wenn die Spannung entfernt wird. Im gleichen Spannungsbereich wird eine Depolarisierung beobachtet, was auf eine durch das Membranpotential vermittelte Reaktion hindeutet. Schlussfolgerungen: In unseren Experimenten wurden subzytotoxische Spannungen ermittelt und verwendet, um Unterschiede im Anteil der E. coli-Zellen zu messen, die sich in Abhängigkeit von der angelegten Spannung dehnen und teilen. Wir hoffen, dass diese Forschungsarbeit dem sich entwickelnden Bereich der bakteriellen Elektrophysiologie zugute kommen wird.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8370336/>

--

Können statische elektrische Felder die Aktivität der Stickstoffmonoxid-Synthase erhöhen und oxidativen Stress und Schäden an der Milz hervorrufen?

Li Dong, Junli Xiang, Jingyi Guo, Guangdi Chen, Guoqing Di. Können statische elektrische Felder die Aktivität der Stickoxid-Synthase erhöhen und oxidativen Stress und Schäden an der Milz hervorrufen? Environ Sci Pollut Res Int. 2021 Aug 16. doi: 10.1007/s11356-021-15853-8.

Zusammenfassung

Mit der rasanten Entwicklung von Ultrahochspannungs-Gleichstrom-Übertragungen (UHV) haben die Auswirkungen statischer elektrischer Felder (SEF) in der Nähe von UHV-Gleichstrom-Freileitungen auf

die Gesundheit in der Öffentlichkeit große Besorgnis ausgelöst. Diese Studie untersuchte die Auswirkungen von 56,3 kV/m SEF auf die Milz von Mäusen. Die Ergebnisse zeigten, dass eine 21-tägige SEF-Exposition den Malon-Dialdehyd-Gehalt, die Superoxid-Dismutase-Aktivität, die Calcineurin-Aktivität, die Stickoxid-Synthase (NOS)-Aktivität und die mRNA-Expressionswerte des Tumor-Nekrose-Faktors- α (TNF- α) und des Nuklearfaktors- κ B (NF- κ B) in der Milz signifikant erhöhte und die Trennung von Zellkern und Kernmembran, das Verschwinden der Mitochondrien-Membran und den Mangel an mitochondrialen Cristae in Milz-Lymphozyten verursachte. Aus der Analyse und Diskussion wurde abgeleitet, dass SEF oxidativen Stress in der Milz auslösen kann, indem es die Aktivität von NOS erhöht. Oxidativer Stress könnte außerdem ultrastrukturelle Veränderungen der Milzlymphozyten verursachen. Darüber hinaus könnte oxidativer Stress den Anstieg der mRNA-Expressionsniveaus von TNF- α und NF- κ B verursachen, was zum Auftreten von Milzentzündungen beiträgt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34398376/>

--

Kombinierte Effekte von Pestiziden und elektromagnetischen Feldern auf Honigbienen: Multi-Stress-Belastung

Daniela Lupi, Marco Palamara Mesiano, Agnese Adani, Roberto Benocci, Roberto Giacchini, Paolo Parenti, Giovanni Zambon, Antonio Lavazza, Maria B. Boniotti, Stefano Bassi, Mario Colombo, Paolo Tremolada. 2021. Kombinierte Effekte von Pestiziden und elektromagnetischen Feldern auf Honigbienen: Multi-Stress Exposure. *Insects*. 12(8):716. doi: 10.3390/insects12080716.

Einfache Zusammenfassung

Multistress-Bedingungen gelten als die mutmaßlichste Ursache für den Rückgang der Honigbienen. Der anhaltende Rückgang von heimischen und natürlichen Bestäubern wird als ein sehr ernstes Signal für den derzeitigen Verlust der biologischen Vielfalt angesehen und erfordert umfassende Forschungsanstrengungen zur Klärung der Ursachen. In dieser Untersuchung wurden die kombinierten Auswirkungen von zwei möglichen Stressquellen für Bienen, nämlich Pestiziden und elektromagnetischen Feldern (Multistressbedingungen), in einem Feldversuch analysiert. Nach einjähriger Beobachtung zeigte sich ein komplexes Bild verschiedener induzierter Effekte, insbesondere am Multistress-Standort, wie das Auftreten von Krankheiten (Amerikanische Faulbrut), eine höhere Sterblichkeit in den Unterkörpern (gemeinsam mit dem Pestizid-Stress-Standort), Verhaltensänderungen (Königinnenwechsel, übermäßige Ablagerung von Drohnenbrut und Honig) und biochemische Anomalien (höhere ALP-Aktivität am Ende der Saison). Am Multi-Stress-Standort war der Gesundheitszustand der Bienenvölker am schlechtesten, von den vier Bienenvölkern, die zu Beginn des Versuchs vorhanden waren, lebte am Ende nur noch eines.

Abstrakt

In vielen Ländern wird über den Rückgang von Honigbienen und Bestäubern im Allgemeinen berichtet, was dem allgemeinen Verlust der biologischen Vielfalt neue Sorgen bereitet. Viele Studien haben sich mit den Ursachen des Rückgangs der Bestäuber befasst und sind zu dem Schluss gekommen, dass in den meisten Fällen die Auswirkungen von Mehrfachstress die wahrscheinlichsten sind. In dieser Studie

wurden die kombinierten Auswirkungen von zwei möglichen Stressquellen für Bienen, nämlich Pestiziden und elektromagnetischen Feldern (Multistressbedingungen), im Freiland analysiert. Es wurden drei Versuchsstandorte ausgewählt: ein Kontrollstandort fernab von direkten anthropogenen Stressquellen, ein Pestizidstress-Standort und ein Multistress-Standort, bei dem zur gleichen Pestizidexposition ein elektromagnetisches Feld hinzukam, das von einer Hochspannungsleitung stammte. Die experimentellen Bienenstöcke wurden ein Jahr lang (von April 2017 bis April 2018) wöchentlich anhand des Überlebens von Bienenvölkern, der Königinnenaktivität, der Lager- und Brutmenge, von Parasiten und Krankheitserregern sowie verschiedener Biomarker in jungen Arbeiterinnen und Puppen überwacht. Es wurden sowohl Expositions- als auch Wirkungs-Biomarker analysiert: bei ersteren Acetylcholinesterase (AChE), Katalase (CAT), Glutathion-S-Transferase (GST) und alkalische Phosphatase (ALP) sowie reaktive Sauerstoffspezies (ROS); und bei letzteren DNA-Fragmentierung (DNAFRAGM) und Lipidperoxidation (LPO). Die Ergebnisse zeigten, dass der Gesundheitszustand der Bienen an dem Standort mit Mehrfachbelastung am schlechtesten war, an dem nur noch ein Bienenvolk von den vier zu Beginn vorhandenen lebte. An diesem Standort wurde ein komplexes Bild negativer Auswirkungen beobachtet, wie z. B. das Auftreten von Krankheiten (Amerikanische Faulbrut), eine höhere Sterblichkeit in den Unterkörben (wie am Pestizid-Stress-Standort), Verhaltensänderungen (Königinnenwechsel, übermäßige Honiglagerung) und biochemische Anomalien (höhere ALP-Aktivität am Ende der Saison). Die Gesamtergebnisse zeigen deutlich, dass die Mehrfachstressbedingungen biochemische, physiologische und Verhaltensänderungen hervorrufen konnten, die das Überleben der Bienenvölker ernsthaft gefährdeten.

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/2075-4450/12/8/716>

--

Auswirkungen eines extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldes auf verschiedene Entwicklungsstadien von *Drosophila melanogaster*

Neha Agrawal, Kalyani Verma, Doli Baghel, Amitabh Chauhan, Dipti N Prasad, Sanjeev K Sharma, Ekta Kohli. Auswirkungen von extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldern auf verschiedene Entwicklungsstadien von *Drosophila melanogaster*. Int J Radiat Biol. 2021 Aug 17;1-35. doi: 10.1080/09553002.2021.1969465.

Zusammenfassung

Hintergrund: Der biologische Modell-Organismus *Drosophila melanogaster* wurde verwendet, um die Wirkung von extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (ELF-EMF) auf die Fortbewegung, Langlebigkeit, Entwicklungsdynamik, Zelllebensfähigkeit und oxidativen Stress zu bewerten.

Materialien und Methode: Entwicklungsstadien von *Drosophila melanogaster* (Oregon R-Stamm) wurden für die akute Exposition einmalig für 6 Stunden bei ELF-EMF (75 Hz, 550 μ T) exponiert. Bei der chronischen Exposition wurde der gesamte Lebenszyklus der Fliege, d.h. vom Ei bis zur erwachsenen Fliege, täglich 6 Stunden lang bei ELF-EMF exponiert. Die Wirkung der Exposition auf die Kriech- und Kletter-Fähigkeit, die Langlebigkeit, die Entwicklungs-Dynamik, den Zell-Schaden und den oxidativen Stress (Erzeugung von

reaktiven Sauerstoffspezies (ROS)) wurde bewertet.

Ergebnisse: Die Kriech-Fähigkeit der Larven war sowohl bei akuter (drittes Larven-Stadium) als auch bei chronischer Exposition (F0- und F1-Larven) signifikant ($p < 0,05$) reduziert. Als die Fortbewegung der Fliegen mit Hilfe des Kletter-Tests getestet wurde, wurde keine Veränderung ihrer Kletter-Fähigkeit sowohl unter akuter als auch unter chronischer Exposition beobachtet. Als jedoch ihre Kletter-Geschwindigkeit verglichen wurde, wurde eine signifikante Abnahme der Geschwindigkeit der F1-Fliegen bei chronischer Exposition beobachtet (p -Wert 0,0027). Die Überlebensfähigkeit der Fliegen war sowohl bei chronischer als auch bei akuter Exposition signifikant beeinträchtigt (im dritten Larven-Stadium). Im Falle der akuten Exposition der Larven im dritten Instadium waren zwar alle Fliegen bis zum 17. Tag geschlüpft, aber es gab eine signifikante Abnahme der Anzahl der Fliegen (p -Wert 0,007) im Vergleich zur Kontrolle. Im Falle der chronischen Exposition gab es neben der geringen Anzahl der ausgeschlüpften Fliegen im Vergleich zur Kontrolle eine Verzögerung der Eklosion um einen Tag (p -Wert 0,0004). Mit dem Trypanblau-Assay wurde der innere Darm-Schaden der Larven im dritten Instadium beobachtet. Unter der akuten Expositionsbedingung im dritten Larvenstadium haben 30% der Larven Trypanblau aufgenommen, während nur 10% der Larven nach akuter Exposition im Erwachsenenstadium waren. Bei chronischer Exposition haben 50% der Larven der F1-Generation Trypanblau aufgenommen. Bei der Bewertung des oxidativen Stresses gab es einen signifikanten Anstieg der ROS im Falle einer akuten Exposition im dritten Larven-Stadium (p -Wert 0,0004), im erwachsenen Fliegen-Stadium (p -Wert 0,0004) und bei chronischer Exposition (p -Wert 0,0001).

Schlussfolgerung: ELF-EMF hat maximale Wirkungen bei akuter Exposition im dritten Larven-Stadium und bei chronischer Exposition (Ei bis adulte Fliegen-Stadium). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass elektromagnetische Strahlungen zwar ein unverzichtbarer Teil unseres Lebens geworden sind, aber sie können unsere Gesundheit beeinflussen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34402374/>

--

Elektromagnetische Felder und Calcium-Signalisierung durch den spannungsabhängigen Anionenkanal

Volker Ullrich, Hans-Jürgen Apell. Elektromagnetische Felder und Calcium-Signalisierung durch den spannungsabhängigen Anionenkanal. Open Journal of Veterinary Medicine. 11(1):57-86, Januar 2021. DOI: 10.4236/ojvm.2021.111004.

Zusammenfassung

Elektromagnetische Felder (EMF) können mit biologischem Gewebe interagieren und sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Lebensfähigkeit von Zellen haben, aber die zugrunde liegenden Erkennungs- und Signalmechanismen sind weitgehend unbekannt. Bisher wurde postuliert, dass EMF-Exposition in erregbaren Zellen einen Ca^{2+} -Einstrom durch spannungsabhängige Ca-Kanäle (VDCC) verursacht, der zu einer Zellaktivierung und einer antioxidativen Reaktion führt. Bei weiterer Aktivierung kann oxidativer Stress zu DNA-Schäden oder Zelltod führen. Hier berichten wir über gesammelte Belege aus der Literatur, dass spannungsabhängige Anionenkanäle (VDAC), die sich

nicht nur in der äußeren mikrosomalen Membran, sondern auch in der Zytoplasmamembran befinden, sich bei subtilen Änderungen des angelegten EMF in Ca^{2+} -leitende Kanäle unterschiedlicher Kapazität umwandeln, sogar in nicht erregbaren Zellen wie Erythrozyten. Somit kann VDAC durch externe EMF in beiden Arten von Membranen dazu gebracht werden, Ca^{2+} in das Zytosol abzugeben. Die Rolle von Frequenz, Pulsmodulation oder Polarisation muss noch in geeigneten Zellmodellen untersucht werden. VDACS sind mit mehreren anderen Proteinen assoziiert, von denen der 18 kDa-Translocator (TSPO) von besonderem Interesse ist, da er als zentraler Benzodiazepin-Rezeptor in Neuronen charakterisiert wurde. Da er strukturelle Ähnlichkeiten mit Magnetorezeptoren aufweist, schlagen wir vor, dass TSPO die magnetische Komponente der EMF wahrnimmt und somit zusammen mit VDAC sowohl physiologische als auch pathologische zelluläre Reaktionen auslösen könnte. Gepulste EMF im Frequenzbereich des Gehirnwellen-Kommunikationsnetzwerks könnten psychische Störungen bei elektromagnetisch überempfindlichen Personen erklären. Eine wichtige Unterstützung kommt aus der Humanpsychologie: Defizite wie Schlaflosigkeit, Angst oder Depression können mit Diazepinen behandelt werden, was auf offensichtliche Verbindungen zwischen dem TSPO/VDAC-Komplex und organismischen Reaktionen auf EMF hinweist.

Frei zugängliches Papier: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=106911>

--

Induzierte Hochfrequenzfelder bei Patienten, die sich einer MRT (Magnetresonanztomographie)-Untersuchung unterziehen: Erkenntnisse zur Risikobewertung

Aiping Yao, Manuel Murbach, Tolga Goren, Earl Zastrow, Wolfgang Kainz, Niels Kuster. Induzierte Hochfrequenzfelder bei Patienten, die sich MR-Untersuchungen unterziehen: Erkenntnisse für die Risikobewertung. Phys Med Biol. 2021 Aug 25. doi: 10.1088/1361-6560/ac212d.

Zusammenfassung

Zweck: Charakterisierung und Quantifizierung der induzierten Hochfrequenz (HF)-E-Felder und B_1 +rms-Felder bei Patienten, die sich einer Magnetresonanz (MR)-Untersuchung unterziehen; Bereitstellung von Leitlinien zu Aspekten der HF-Erwärmungsrisiken für Patienten mit und ohne Implantate; und Diskussion einiger Stärken und Grenzen der Sicherheitsbewertungen in den aktuellen ISO-, IEC- und ASTM-Normen zur Bestimmung der HF-Erwärmungsrisiken für Patienten mit und ohne Implantate.

Methoden: Induzierte E-Felder und B_1 +rms-Felder während 1,5T- und 3T-MR-Untersuchungen wurden numerisch für hochauflösende Patientenmodelle der virtuellen Bevölkerung geschätzt, die zehn Zwei-Port-Birdcage-HF-Spulen vom Kopf bis zu den Füßen über den gesamten Polarisationsraum ausgesetzt waren, sowie in ASTM-Surrogatphantomen.

Ergebnisse: Bei allen MR-Untersuchungen im normalen Betriebsmodus muss eine B_1 +rms-Exposition im schlimmsten Fall von mehr als $3,5\mu\text{T}$ (1,5T) und $2\mu\text{T}$ (3T) in Betracht gezogen werden. Repräsentative Verteilungen des induzierten elektrischen (E)-Feldes und der spezifischen Absorptionsrate (SAR) unter verschiedenen klinischen Szenarien ermöglichen eine schnelle

Abschätzung der klinischen Faktoren für hohe und reduzierte Exposition. B1-Shimming kann zu einer Erhöhung der E-Felder um +6 dB entlang der Implantat-Trajektorien führen. Die Verteilung und das Ausmaß der induzierten E-Felder im ASTM-Phantom unterscheiden sich von den klinischen Expositionen und sind für typische Implantatpositionen nicht immer konservativ.

Schlussfolgerungen: Die Feldverteilungen in Patientenmodellen werden verdichtet, für eine schnelle Risikoabschätzung visualisiert und mit den im ASTM-Phantom induzierten Feldern verglichen. Die induzierten E-Felder in Patientenmodellen können in einigen Fällen die im ASTM-Surrogatphantom induzierten Felder deutlich übersteigen. In der jüngsten Überarbeitung 19e2 der Norm ASTM F2182 wurden die größten Mängel früherer Versionen behoben, indem gefordert wurde, dass die Beziehung zwischen den ASTM-Testbedingungen und den tangentialen E-Feldern in vivo z. B. numerisch ermittelt werden muss. Mit dieser Anforderung werden die in der ASTM-Norm für passive Implantate definierten Hauptmethoden mit denen der Norm ISO 10974 für aktive implantierbare medizinische Geräte in Einklang gebracht.

Frei zugängliches Papier: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6560/ac212d>

--

Der Einfluss des Erdmagnetfeldes auf das Leben auf der Erde - ein integrierter Ansatz für die Geomagnetobiologie

Weronika Erdmann, Hanna Kmita, Jakub Z Kosicki, Łukasz Kaczmarek. Wie das geomagnetische Feld das Leben auf der Erde beeinflusst - ein integrierter Ansatz für die Geomagnetobiologie. *Orig Life Evol Biosph.* 2021 Aug 7. doi: 10.1007/s11084-021-09612-5.

Zusammenfassung

Die Erde ist einer der inneren Planeten des Sonnensystems, aber im Gegensatz zu den anderen hat sie eine oxidierende Atmosphäre, eine relativ stabile Temperatur und ein konstantes geomagnetisches Feld (GMF). Das GMF schützt das Leben auf der Erde nicht nur vor dem Sonnenwind und der kosmischen Strahlung, sondern schirmt auch die Atmosphäre selbst ab und schafft so relativ stabile Umweltbedingungen. Darüber hinaus könnte die GMF die Entstehung des Lebens beeinflusst haben: Organismen von Archaeen bis hin zu Pflanzen und Tieren haben die GMF möglicherweise von Anfang an als Quelle für räumliche Informationen genutzt. Obwohl die GMF konstant ist, unterliegt sie verschiedenen Veränderungen, von denen einige, z. B. eine Umkehrung der Pole, das Feld erheblich abschwächen oder sogar zu seinem kurzfristigen Verschwinden führen. Dies kann zu erheblichen klimatischen Veränderungen und zu einer erhöhten Häufigkeit von Mutationen führen, die durch den Sonnenwind und die kosmische Strahlung verursacht werden. In dieser Übersicht werden Daten über den Einfluss des GMF auf verschiedene Aspekte des Lebens analysiert und der aktuelle Wissensstand auf diesem Gebiet dargestellt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die GMF positiv auf lebende Organismen auswirkt, während eine abnehmende oder verschwindende GMF negative Auswirkungen auf lebende Organismen hat. Der Einfluss des GMF kann auch ein wichtiger Faktor sein, der sowohl das Überleben terrestrischer Organismen außerhalb der Erde als auch das Entstehen von Leben auf anderen Planeten bestimmt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34363564/>

--

Auswirkungen von 5G auf die Gesundheit: Aktueller Wissensstand über 5G-bedingte krebserregende und reproduktive/entwicklungsbezogene Gefahren, wie sie sich aus epidemiologischen Studien und experimentellen In-vivo-Studien ergeben

Fiorella Belpoggi. Gesundheitliche Auswirkungen von 5G: Aktueller Wissensstand über 5G-bedingte krebserregende und reproduktive/entwicklungsbezogene Gefahren, wie sie sich aus epidemiologischen Studien und experimentellen In-vivo-Studien ergeben. Gremium für die Zukunft von Wissenschaft und Technologie. Europäischer Parlamentarischer Forschungsdienst. Referat Wissenschaftliche Zukunftsforschung (STOA). PE 690.012. Juni 2021.

Zusammenfassung

Die bevorstehende Einführung von 5G-Mobilfunknetzen wird deutlich schnellere mobile Breitbandgeschwindigkeiten und eine immer umfangreichere mobile Datennutzung ermöglichen. Zu den technischen Neuerungen gehören ein anderes Übertragungssystem (MIMO: Verwendung von Antennen mit mehreren Eingängen und Ausgängen), eine gerichtete Signalübertragung oder ein gerichteter Signalempfang (Beamforming) und die Nutzung anderer Frequenzbereiche. Gleichzeitig wird eine Veränderung der Belastung durch elektromagnetische Felder (EMF) für Mensch und Umwelt erwartet. Die auf EU-Ebene identifizierten 5G-Pionierbänder umfassen zusätzlich zu den bisher genutzten Frequenzen die Bereiche 700 MHz, 3,6 GHz (3,4 bis 3,8 GHz) und 26 GHz (24,25 bis 27,5 GHz). Die ersten beiden Frequenzen (FR1) ähneln denen, die für 2G- bis 4G-Technologien verwendet werden, und wurden sowohl in epidemiologischen als auch in experimentellen Studien auf verschiedene Endpunkte hin untersucht (einschließlich Karzinogenität und Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung), während 26 GHz (FR2) und höhere Frequenzen nicht angemessen auf dieselben Endpunkte hin untersucht worden sind.

Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) stufte hochfrequente EMF als "möglicherweise krebserregend für den Menschen" (Gruppe 2B) ein und empfahl kürzlich eine Neubewertung der HF-Exposition "mit hoher Priorität" (IARC, 2019). Seit 2011 wurde eine Vielzahl von Studien durchgeführt, sowohl epidemiologische als auch experimentelle. Die vorliegende Übersichtsarbeit befasst sich mit den aktuellen Erkenntnissen über die karzinogenen und reproduktiven/entwicklungsbezogenen Gefahren von HF, wie sie von 5G genutzt werden. Es gibt verschiedene experimentelle und epidemiologische In-vivo-Studien zu HF im niedrigeren Frequenzbereich (450 bis 6000 MHz), der auch die in den zellularen Breitbandnetzen früherer Generationen verwendeten Frequenzen umfasst, aber nur sehr wenige (und unzureichende) zum höheren Frequenzbereich (24 bis 100 GHz, Zentimeter/MMW).

Die Überprüfung zeigt: 1) Niedrigere 5G-Frequenzen (700 und 3 600 MHz): a) ausreichende Beweise für Karzinogenität in epidemiologischen Studien; b) ausreichende Beweise für Karzinogenität in experimentellen Bioassays; c) ausreichende Beweise für schädliche Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung beim Menschen; d) ausreichende Beweise für schädliche Auswirkungen auf die Fortpflanzung/Entwicklung bei Versuchstieren; 2) Höhere 5G-Frequenzen (24,25-27,5 GHz): die

systematische Überprüfung ergab keine ausreichenden Studien, weder beim Menschen noch bei Versuchstieren.

Schlussfolgerungen: 1) Krebs: FR1 (450 bis 6 000 MHz): EMF sind wahrscheinlich krebserregend für den Menschen, insbesondere im Zusammenhang mit Gliomen und Akustikusneurinomen; FR2 (24 bis 100 GHz): Für die höheren Frequenzen wurden keine angemessenen Studien durchgeführt; 2) Auswirkungen auf die reproduktive Entwicklung: FR1 (450 bis 6 000 MHz): Diese Frequenzen beeinträchtigen eindeutig die männliche und möglicherweise auch die weibliche Fruchtbarkeit. Sie können sich möglicherweise negativ auf die Entwicklung von Embryonen, Föten und Neugeborenen auswirken; FR2 (24 bis 100 GHz): Es wurden keine angemessenen Studien zu den nichtthermischen Auswirkungen der höheren Frequenzen durchgeführt.

Offen zugänglicher Bericht:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU\(2021\)690012_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690012/EPRS_STU(2021)690012_EN.pdf)

Siehe auch: [Europäisches Parlament: 5G Health Effects and Environmental Impact](#)

--

Auswirkungen von 5G auf die Umwelt: Eine Literaturübersicht über die Auswirkungen der Exposition von nicht-menschlichen Wirbeltieren, Wirbellosen und Pflanzen durch hochfrequente elektromagnetische Felder

Arno Thielens. Auswirkungen von 5G auf die Umwelt: Eine Literaturübersicht über die Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf nicht-menschliche Wirbeltiere, wirbellose Tiere und Pflanzen. Ausschuss für die Zukunft der Wissenschaft und Technologie (STOA). Europäisches Parlament. 2021, 137 S. PE 690.021, ISBN 9789284680337. doi: 10.2861/318352.

Abstrakt

Telekommunikationsnetze nutzen hochfrequente elektromagnetische Felder, um drahtlose Kommunikation zu ermöglichen. Diese Netze haben sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt und wurden in aufeinanderfolgenden Generationen eingeführt. Die fünfte Generation von Telekommunikationsnetzen wird mit Frequenzen arbeiten, die in früheren Generationen nicht üblich waren, was die Exposition von Wildtieren gegenüber diesen Wellen verändert. In diesem Bericht wird die Literatur über die Exposition von Wirbeltieren, Wirbellosen und Pflanzen gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern im Vorgriff auf diesen Wandel überprüft.

Die Übersicht zeigt, dass die dielektrische Erwärmung bei allen betrachteten Frequenzen (0,4-300 GHz) und bei allen untersuchten Organismen auftreten kann. Die Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse einer Reihe von Studien zur Exposition von Wildtieren gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern zeigt, dass mehrere Studien zu den Auswirkungen der Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf Wirbellose und Pflanzen in den betrachteten Frequenzbändern experimentelle Mängel aufweisen. Darüber hinaus ist die Literatur über die Exposition von Wirbellosen und Pflanzen gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern über 6 GHz sehr begrenzt. Auf diesem Gebiet ist weitere Forschung erforderlich.

Offen zugänglicher Bericht:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690021/EPRS_STU\(2021\)690021_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/690021/EPRS_STU(2021)690021_EN.pdf)

--

Entwicklung gesundheitsbezogener Expositionsgrenzwerte für Hochfrequenzstrahlung durch drahtlose Geräte unter Verwendung eines Benchmark-Dosisansatzes

Uloma Igara Uche, Olga V Naidenko. Entwicklung gesundheitsbezogener Expositionsgrenzwerte für hochfrequente Strahlung von drahtlosen Geräten unter Verwendung eines Benchmark-Dosisansatzes. *Environ Health* 20, 84 (2021). doi: 10.1186/s12940-021-00768-1.

Abstrakt

Hintergrund Epidemiologische Studien und Untersuchungen an Labortieren bringen hochfrequente Strahlung (RFR) mit Auswirkungen auf Herz, Gehirn und andere Organe in Verbindung. Die Daten aus den groß angelegten Tierstudien, die vom U.S. National Toxicology Program (NTP) und dem Ramazzini Institut durchgeführt wurden, unterstützen die Notwendigkeit aktualisierter gesundheitsbezogener Richtlinien für die RFR-Exposition der allgemeinen Bevölkerung.

Ziele Die Entwicklung von RFR-Expositionsgrenzwerten, ausgedrückt in der spezifischen Ganzkörper-Absorptionsrate (SAR), einem Maß für die von biologischen Geweben absorbierte RFR-Energie.

Methoden: Unter Verwendung von frequentistischen und Bayes'schen Mittelwertbildungsmodellen der Inzidenzdaten nicht-neoplastischer Läsionen aus der NTP-Studie berechneten wir die Benchmark-Dosen (BMD), die eine 10%ige Reaktion über dem Hintergrund (BMD10) hervorriefen, und die unteren Konfidenzgrenzen für die BMD bei 10% zusätzlichem Risiko (BMDL10). Die Inzidenzdaten für einzelne Neoplasmen und die kombinierte Tumorzinzidenz wurden für 5 % und 10 % Reaktion über dem Hintergrund modelliert.

Ergebnisse Kardiomyopathie und ein erhöhtes Risiko für Neoplasmen bei männlichen Ratten waren die empfindlichsten Gesundheitsauswirkungen nach HF-Expositionen bei 900 MHz mit Code Division Multiple Access (CDMA) und Global System for Mobile Communications (GSM) Modulationen. Die BMDL10 für Kardiomyopathie an allen Stellen bei männlichen Ratten nach 19 Wochen Exposition, berechnet mit Bayes'scher Modell-Mittelung, entsprach 0,27-0,42 W/kg Ganzkörper-SAR für CDMA und 0,20-0,29 W/kg für GSM-Modulation. Die BMDL10 für Kardiomyopathie der rechten Herzkammer bei weiblichen Ratten nach 2-jähriger Exposition entsprach 2,7-5,16 W/kg Ganzkörper-SAR für CDMA und 1,91-2,18 W/kg für GSM-Modulation. Bei der Multi-Site-Tumormodellierung unter Verwendung des mehrstufigen Krebsmodells mit einem zusätzlichen Risiko von 5 % entsprach die BMDL5 bei männlichen Ratten 0,31 W/kg für CDMA und 0,21 W/kg für die GSM-Modulation.

Schlussfolgerung Der BMDL10-Bereich von 0,2-0,4 W/kg für Kardiomyopathie an allen Stellen bei männlichen Ratten wurde als Ausgangspunkt gewählt. Unter Anwendung von zwei zehnfachen Sicherheitsfaktoren für die Variabilität zwischen und innerhalb von Spezies haben wir einen Ganzkörper-SAR-Grenzwert von 2 bis 4 mW/kg abgeleitet, ein Expositionsniveau, das um das 20-40fache niedriger ist als das gesetzlich zulässige Niveau von 0,08 W/kg für Ganzkörper-SAR nach den geltenden US-Vorschriften. Bei Anwendung eines zusätzlichen zehnfachen Sicherheitsfaktors für die Gesundheit von Kindern ergibt sich ein Ganzkörper-SAR-Grenzwert von 0,2-0,4 mW/kg für Kleinkinder.

Frei zugängliches Papier: <https://ehjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12940-021-00768-1>

--

Auswirkungen der Nutzung von Mobiltelefonen auf die Spermienqualität - Keine zeitabhängige Beziehung zur Nutzung: Eine systematische Überprüfung und aktualisierte Meta-Analyse

Sungjoon Kim, Donghyun Han, Jiwoo Ryu, Kihun Kim, Yun Hak Kim. Auswirkungen der Nutzung von Mobiltelefonen auf die Spermienqualität - Keine zeitabhängige Beziehung zur Nutzung: Eine systematische Überprüfung und aktualisierte Meta-Analyse. Environ Res. 2021 Jul 29;111784. doi: 10.1016/j.envres.2021.111784.

Zusammenfassung

Hintergrund: Mobiltelefone strahlen hochfrequente elektromagnetische Wellen (EMW) aus, die vom menschlichen Körper absorbiert werden können und potenziell schädliche Auswirkungen auf das Gehirn, das Herz, das endokrine System und die Fortpflanzungsfunktion haben. Aufgrund der neuen Erkenntnisse zahlreicher seit 2012 veröffentlichter Studien über die Auswirkungen der Nutzung von Mobiltelefonen auf die Spermienqualität haben wir eine systematische Übersichtsarbeit und eine aktualisierte Meta-Analyse durchgeführt, um festzustellen, ob die Exposition gegenüber HF-EMWs die menschliche Spermienqualität beeinflusst.

Methoden: Diese Studie wurde in Übereinstimmung mit den PRISMA-Richtlinien durchgeführt. Die Ergebnismaße zur Darstellung der Spermienqualität waren Beweglichkeit, Lebensfähigkeit und Konzentration, die in klinischen Einrichtungen am häufigsten zur Beurteilung der Fruchtbarkeit verwendet werden.

Ergebnisse: Wir werteten 18 Studien aus, die 4280 Proben umfassten. Die Exposition gegenüber Mobiltelefonen wird mit einer verminderten Spermienmotilität, Lebensfähigkeit und Konzentration in Verbindung gebracht. Die Abnahme der Spermienqualität nach RF-EMW-Exposition war nicht signifikant, selbst wenn die Handynutzung zunahm. Dieses Ergebnis war in experimentellen in vitro- und in vivo-Studien konsistent.

Diskussion: Die gesammelten Daten aus In-vivo-Studien zeigen, dass die Nutzung von Mobiltelefonen die Spermienqualität beeinträchtigt. Weitere Studien sind erforderlich, um die Auswirkungen der EMW-Exposition durch neue Mobiltelefonmodelle, die in der heutigen digitalen Umgebung verwendet werden, zu bestimmen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34333014/>

Auszüge

... 18 Studien erfüllten alle Einschlusskriterien und wurden in die Meta-Analyse aufgenommen (Tabelle 1 und Abb. 1) (Agarwal et al., 2008, 2009; Ahmad und Baig, 2011; Al-Bayyari, 2017b; De Iuliis et al., 2009; Ding et al., 2018a; Dkhil et al., 2011; Erogul et al., 2006; Falzone et al., 2008; Fejes et al., 2005; Kaya et al., 2020; Malini, 2017b; Rago et al., 2013; Sajeda und Al-Watter, 2011; Veerachari und Vasan, 2012; Wdowiak et al., 2018; Yildirim et al., 2015; Zalata et al., 2015). Für die Analyse wurden neun

Studien aus einer früheren Meta-Analyse und neun neue Studien mit 4280 Proben herangezogen. Ein Konferenzbeitrag, der in der vorherigen Studie enthalten war, wurde ausgeschlossen. Die in den einzelnen Arbeiten ermittelten Parameter für die Spermienqualität variierten und wurden einer Meta-Analyse unterzogen; 16 Arbeiten lieferten Daten zur Spermienmotilität, 6 lieferten Daten zur Spermienlebensfähigkeit und 12 lieferten Daten zur Spermienkonzentration. Alle In-vitro-Studien waren experimentell, während alle In-vivo-Studien auf Beobachtungen beruhten. Wir identifizierten die MD-Werte aller 4280 Proben und analysierten die MD-Werte jeder Gruppe, nachdem wir sie nach vier Kriterien klassifiziert hatten: Kontrollgruppe (nicht exponiert vs. weniger exponiert), Studiendesign (in vivo und in vitro), Teilnehmergruppe (Fertilitätsklinik und Bevölkerung) und Lagerort (Hose oder nicht).

Schlussfolgerung

Die Nutzung von Mobiltelefonen verringerte die Gesamtqualität der Spermien durch Beeinträchtigung der Beweglichkeit, Lebensfähigkeit und Konzentration. Sie war in der Gruppe mit hoher Handynutzung noch weiter reduziert. Insbesondere in den In-vivo-Studien war der Rückgang bemerkenswert und in der Subgruppenanalyse von größerer klinischer Bedeutung. Daher ist die langfristige Nutzung von Mobiltelefonen ein Faktor, der als Ursache für die Verringerung der Spermienqualität in Betracht gezogen werden muss. Weitere Studien sind erforderlich, um die Auswirkungen der Exposition gegenüber EMW-Emissionen neuer Mobiltelefonmodelle in der heutigen digitalen Umgebung zu ermitteln.

--

Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und Hörschäden: eine systematische Überprüfung und Meta-Analyse

Mohammad Hosein Taziki Balajelini, Masoud Mohammadi, Abdolhalim Rajabi. Zusammenhang zwischen Mobiltelefonnutzung und Hörschäden: eine systematische Übersicht und Meta-Analyse. Rev Environ Health. 2021 Jul 22. doi: 10.1515/reveh-2021-0062.

Zusammenfassung

Zielsetzungen: Um zu untersuchen, ob ein möglicher Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und Hörschäden besteht, wurde eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse durchgeführt.

Inhalt: Dies ist eine systematische Übersichtsarbeit und Meta-Analyse. Es wurde eine umfassende Literaturrecherche auf der Grundlage der MOOSE-Methode (Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology) unter Verwendung von PubMed, Scopus, Web of Science, OVID und Cochrane durchgeführt. Zur Bewertung der Qualität und des Risikos von Verzerrungen wurde das Robins-I-Tool verwendet. Zwei Prüfer überprüften unabhängig voneinander alle Artikel. Die gepoolte Effektgröße wurde berechnet und eine Meta-Analyse durchgeführt, um eine Gesamteffektgröße zu ermitteln.

Zusammenfassung: Insgesamt wurden fünf relevante Studien (zwei Querschnitts- und drei Kohortenstudien) mit 92.978 Teilnehmern in die Analyse einbezogen. Die Studien wurden nach Design

geschichtet, es gab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Mobiltelefonnutzung und Hörschädigung in Querschnittsstudien (OR=0,94, 95% CI=0,57-1,31) und Kohortenstudien (OR=1,09, 95% CI=0,93-1,25). Darüber hinaus unterschieden sich die Effektschätzungen zwischen Querschnitts- und Kohortenstudien nicht signifikant (Q=0,50, p=0,48). Insgesamt betrug das gepoolte Odds Ratio (OR) für Hörschäden 1,07 (95% CI: 0,94-1,20), was auf keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Mobiltelefonnutzung und Hörschäden hinweist.

Ausblick: Unsere Ergebnisse deuten auf keinen Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und Hörschäden hin. Diese Ergebnisse müssen jedoch mit Vorsicht interpretiert werden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34293837/>

--

Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Felder auf Flora und Fauna, Teil 2: Wie Arten mit natürlichen und vom Menschen verursachten EMF interagieren

B. Blake Levitt, Henry C. Lai, Albert M. Manville. Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Felder auf Flora und Fauna, Teil 2: Wie Arten mit natürlichen und vom Menschen verursachten EMF interagieren. Rev Environ Health. 2021 Jul 8. doi: 10.1515/reveh-2021-0050.

Abstrakt

Die Umgebungswerte nichtionisierender elektromagnetischer Felder (EMF) sind in den letzten fünf Jahrzehnten stark angestiegen und haben sich zu einer allgegenwärtigen, kontinuierlichen, biologisch aktiven Umweltverschmutzung entwickelt, selbst in ländlichen und abgelegenen Gebieten. Viele Tier- und Pflanzenarten reagieren aufgrund ihrer einzigartigen Physiologie und ihres Lebensraums auf exogene EMF in einer Weise, die die menschliche Reaktionsfähigkeit übersteigt. Dies kann zu komplexen endogenen Reaktionen führen, die sehr variabel sind, weitgehend unbemerkt bleiben und möglicherweise zum Aussterben von Arten beitragen, manchmal auch nur lokal. Nicht-menschliche Magnetorezeptionsmechanismen werden erforscht. Zahlreiche Studien über alle Frequenzen und Taxa hinweg deuten darauf hin, dass derzeitige schwache anthropogene EMF unzählige negative und synergistische Auswirkungen haben können, einschließlich auf Orientierung und Migration, Nahrungssuche, Fortpflanzung, Paarung, Nest- und Höhlenbau, Revierpflege und Verteidigung sowie auf Vitalität, Langlebigkeit und Überlebensfähigkeit selbst. Auswirkungen wurden unter anderem bei Säugetieren wie Fledermäusen, Hirschartigen, Walen und Tausendfüßlern sowie bei Vögeln, Insekten, Amphibien, Reptilien, Mikroben und vielen Pflanzenarten beobachtet. Zyto- und genotoxische Wirkungen werden seit langem in der Laborforschung an Tiermodellen beobachtet, die auf wild lebende Tiere übertragen werden können. Bei nicht-menschlichen Arten - auch in aquatischer Umgebung -, die auf die natürlichen geomagnetischen Felder der Erde angewiesen sind, um lebenswichtige Informationen zu erhalten, können ungewöhnliche systemübergreifende Mechanismen ins Spiel kommen. Teil 2 dieser dreiteiligen Serie enthält vier Online-Ergänzungstabellen zu den Auswirkungen, die bei Tieren durch ELF und RFR bei verschwindend geringen Intensitäten beobachtet wurden. Insgesamt sind dies genügend Informationen, die Anlass zur Besorgnis über die Exposition gegenüber nichtionisierender Strahlung auf Ökosystemebene geben. Der Verlust von Wildtieren bleibt oft unbemerkt und undokumentiert, bis die Schwellenwerte erreicht sind. Es ist an der Zeit, EMF in der Umgebung als eine neue Form der Umweltverschmutzung anzuerkennen und Regeln bei den Regulierungsbehörden zu entwickeln, die Luft als "Lebensraum" bezeichnen, damit EMF wie andere Schadstoffe reguliert werden können. Langfristige, chronische EMF-Expositionsstandards auf

niedrigem Niveau, die derzeit nicht existieren, sollten für Wildtiere entsprechend festgelegt werden, und Umweltgesetze sollten streng durchgesetzt werden - ein Thema, das in Teil 3 untersucht wird.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34243228/>

Schlussfolgerung

Bei allen untersuchten Tier- und Pflanzenarten wurden Auswirkungen natürlicher und vom Menschen verursachter EMF in einem breiten Spektrum von Frequenzen, Intensitäten, Wellenformen und Signalcharakteristiken beobachtet. Die Datenbank ist inzwischen sehr umfangreich und enthält In-vitro-, In-vivo- und Feldstudien, aus denen extrapoliert werden kann. In den meisten Studien wurden biologische Wirkungen sowohl bei hoher als auch bei niedriger Intensität der vom Menschen verursachten Exposition festgestellt, viele davon mit Auswirkungen auf die Gesundheit und Lebensfähigkeit von Wildtieren. Es ist klar, dass die Umgebungswerte bei allen nicht-menschlichen Arten biologisch aktiv sind, die über einzigartige physiologische Mechanismen verfügen, die natürliche geomagnetische Informationen für ihre wichtigsten Lebensaktivitäten benötigen. Die empfindliche Magnetorezeption ermöglicht es lebenden Organismen, einschließlich Pflanzen, kleine Schwankungen der EMF in der Umwelt zu erkennen und sowohl sofort als auch langfristig darauf zu reagieren, aber sie kann einige Organismen auch besonders anfällig für vom Menschen verursachte Felder machen. Anthropogene EMF tragen möglicherweise mehr zum Rückgang und Aussterben von Arten bei, als wir derzeit wissen. Die Exposition nimmt weiter zu, ohne dass EMF als mögliche Ursache und/oder Kofaktor verstanden werden. Es ist an der Zeit, die EMF in der Umgebung als einen potenziellen neuen Stressfaktor für andere Arten zu erkennen, Technologien zu entwickeln, um die Exposition so gering wie möglich zu halten, Systeme so weit wie möglich zu verkabeln, um die RFR in der Umgebung zu reduzieren, und entsprechende Gesetze zu schaffen - ein Thema, das in Teil 3 eingehender untersucht wird.

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2021-0050/html>

--

Die Wirkung der Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die kognitive Leistung in experimentellen Studien am Menschen: Ein Protokoll für eine systematische Überprüfung

Blanka Pophof, Jacob Burns, Heidi Danker-Hopfe, Hans Dorn, Cornelia Egblomassé-Roidl, Torsten Eggert, Kateryna Fuks, Bernd Henschenmacher, Jens Kuhne, Cornelia Sauter, Gernot Schmid. Die Wirkung der Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die kognitive Leistungsfähigkeit in experimentellen Studien am Menschen: Ein Protokoll für eine systematische Überprüfung. Environ Int. 2021 Jul 29;157:106783. doi: 10.1016/j.envint.2021.106783.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) bewertet derzeit die potenziellen gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (HF-EMF) in der allgemeinen und beruflichen Bevölkerung. Im Zusammenhang mit einer solchen gesundheitlichen Auswirkung besteht die Sorge, dass RF-EMFs die kognitive Leistungsfähigkeit des Menschen beeinträchtigen könnten. Die systematische Überprüfung (SR) zielt

darauf ab, die Evidenzbasis zu dieser Frage zu identifizieren, zusammenzufassen und zu synthetisieren. Hier stellen wir das Protokoll für die geplante SR vor.

Zielsetzungen: Das Hauptziel ist es, ein Protokoll für eine systematische Übersichtsarbeit vorzustellen, die die Zusammenhänge zwischen kurzzeitiger Exposition gegenüber HF-EMFs und kognitiver Leistung in experimentellen Studien am Menschen bewerten soll.

Datenquellen: Wir werden die folgenden Datenbanken durchsuchen: PubMed, Embase, Web of Science, Scopus und das EMF-Portal. Die Referenzlisten der eingeschlossenen Studien und der gefundenen Übersichtsartikel werden manuell durchsucht.

Zulässigkeit und Kriterien für Studien: Wir werden randomisierte experimentelle Studien am Menschen einbeziehen, die die Auswirkungen von HF-EMF auf die kognitive Leistung im Vergleich zu keiner oder geringerer Exposition bewerten. Wir werden begutachtete Artikel jeglichen Veröffentlichungsdatums in jeder Sprache einbeziehen, die Primärdaten berichten.

Datenextraktion und Analyse: Die Daten werden anhand eines vordefinierten Formularsatzes extrahiert, der vom Autorenteam der Studie entwickelt und getestet wurde. Zur Bewertung des Verzerrungsrisikos wird das von NTP/OHAT entwickelte Rating Tool for Human and Animal Studies angewendet, das durch zusätzliche Fragen für Crossover-Studien ergänzt wird. Wenn ausreichend ähnliche Studien identifiziert werden (z. B. wenn die Heterogenität in Bezug auf Population, Exposition und Ergebnis gering ist und die Studien kombiniert werden können), führen wir eine Meta-Analyse mit zufälligen Effekten durch; andernfalls führen wir eine narrative Synthese durch.

Bewertung der Sicherheit der Evidenz: Die Sicherheit der Evidenz für jedes identifizierte Ergebnis wird gemäß der GRADE-Methode (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) bewertet. Die Durchführung des Reviews nach diesem Protokoll ermöglicht die Identifizierung möglicher Effekte von RF-EMFs auf die kognitive Leistung beim Menschen. Das Protokoll wurde in PROSPERO, einem Open-Source-Protokollregistrierungssystem, registriert, um die Transparenz zu fördern.

Offen zugängliches Papier:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021004086?via%3Dihub>

--

Verbesserung der Qualität der Hochfrequenz-Bioeffekt-Forschung: Die Notwendigkeit von Zuckerbrot und Peitsche

Vijayalaxmi, Kenneth R. Foster. Verbesserung der Qualität der Hochfrequenz-Bioeffekt-Forschung: Die Notwendigkeit von Zuckerbrot und Peitsche. Radiat Res. 2021 Jul 16. doi: 10.1667/RADE-21-00079.1.

Zusammenfassung

Dieser Kommentar befasst sich mit dem Forschungsbedarf im Bereich der Hochfrequenzenergie (HF)

über 6 GHz, einschließlich des "hohen Bandes" der 5G New Radio (NR) Kommunikationssysteme, das direkt unter dem mm-Wellenband (30-300 GHz) liegt. Bis Ende 2020 wurden etwa 100 Studien zu HF-Bioeffekten bei Expositionen über 6 GHz veröffentlicht, die ein breites Spektrum von Expositionshöhen und Frequenzen umfassen. Die Mehrheit dieser Studien berichtet über statistisch signifikante Auswirkungen der Exposition, viele davon bei Expositionen innerhalb der internationalen Sicherheitsgrenzwerte. In diesem Kommentar werden 31 Studien zu genetischen Schäden bei HF-Expositionen über 6 GHz im Zusammenhang mit zwei Gruppen von Qualitätsbewertungskriterien untersucht: 1. "Risk of bias"-Kriterien (RoB), die für systematische Übersichten über gesundheitsbezogene Studien verwendet werden, und 2. ein breiterer Satz von Kriterien für die Forschungsqualität aus einem anderen wissenschaftlichen Ansatz (Metawissenschaft). Die 31 Studien berichten über mehrere statistisch signifikante Auswirkungen der Exposition auf verschiedene Marker für genetische Schäden. Wenn diese Wirkungen tatsächlich eintreten, hätten sie eine große potenzielle Bedeutung für die Risikobewertung von Karzinogenen. Allerdings weisen die Studien als Gruppe erhebliche technische Schwächen auf, wie z. B. geringe Größe, Nichterfüllung mehrerer RoB-Kriterien, naive Verwendung von Statistiken und Fehlen von vorab festgelegten Hypothesen und Analysemethoden, die alle die Wahrscheinlichkeit einer falschen Entdeckung erhöhen. Hier schlagen wir einen Ansatz mit "Zuckerbrot" (angemessene Finanzierung zur Unterstützung qualitativ hochwertiger Forschung) und "Peitsche" (strengere Überprüfung von Bioeffekt-Manuskripten, einschließlich ausdrücklicher Anweisungen an die Gutachter zur Bewertung der Studienqualität) vor, um die Zuverlässigkeit von RF-Bioeffekt-Studien zu erhöhen und den Gesundheitsbehörden die Überprüfung dieses gesellschaftlich kontroversen Themas zu erleichtern.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34270779/>

--

American National Standard for Methods of Measurements of Radio-Frequency Emissions from Wireless Power Transfer Equipment

"American National Standard for Methods of Measurements of Radio-Frequency Emissions from Wireless Power Transfer Equipment," in *ANSI C63.30-2021*, vol., no., pp.1-253, 15 July 2021, doi: 10.1109/IEEESTD.2021.9491984.

Zusammenfassung

Die US-Konsensnorm spezifiziert Methoden, Instrumente und Einrichtungen zur Messung von Hochfrequenzemissionen und -signalen, die von drahtlosen Energieübertragungsgeräten im Frequenzbereich von 9 kHz bis 40 GHz ausgestrahlt werden. Diese Norm enthält weder generische noch produktspezifische Emissionsgrenzwerte. Die Festlegungen in dieser Norm sind, soweit möglich, mit anderen nationalen und internationalen Normen, die für ähnliche Zwecke verwendet werden, harmonisiert.

Anwendungsbereich Diese Norm enthält Verfahren zur Bewertung der Übereinstimmung von Geräten zur drahtlosen Energieübertragung (WPT) mit den geltenden Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Sie enthält Prüfverfahren für die Messung der gestrahlten Feldstärke und der

leitungsgebundenen Störgrößen, gegebenenfalls mit Verweis auf etablierte Normen. Verfahren zur Einhaltung der WPT-HF-Exposition sind nicht enthalten. Dieses Dokument behandelt Messverfahren, ist aber nicht dazu gedacht, Grenzwerte festzulegen. Diese Norm berücksichtigt keine Prüfverfahren für den Sender- oder Empfängerteil von Teilkomponenten eines Funkgeräts, die in dem zu prüfenden Gerät enthalten sein können und die nicht mit der WPT-Frequenz (oder den WPT-Frequenzen) arbeiten. Diese Nicht-WPT-Funk-Teilkomponenten, die mit der WPT-Funktion des EUT verbunden sein können oder nicht, werden von anderen Normen abgedeckt (z. B. ANSI C63.10 [B1] und ANSI C63.26 [B2]).

Zweck Diese Norm legt die Messverfahren fest, die zur Bewertung der Einhaltung der geltenden Anforderungen an gestrahlte und leitungsgebundene Wechselstromnetz-Emissionen für WPT-Geräte zu verwenden sind, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser ersten Ausgabe von ANSI C63.30 entweder bereits weit verbreitet sind oder demnächst auf den Markt gebracht werden (wie z. B. Qi-, PMA-, A4WP2- und SAE3 J2954 [B26]-konforme Modelle - siehe Anhang A). Dieses Dokument enthält Verfahren, die aus einer umfassenden Untersuchung solcher Geräte entwickelt wurden, einschließlich der Feldausbreitungseigenschaften, der simulationsbasierten Analyse und der Prüfstellendynamik (siehe Anhang B).

<https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9491982>

--

Einsatz von maschinellem Lernen für die Abschätzung der Down- und Up-Link-Feldexposition in Multi-Source Indoor WiFi-Szenarien

Gabriella Tognola, David Plets, Emma Chiaramello, Silvia Gallucci, Marta Bonato, Serena Fiocchi, Marta Parazzini, Luc Martens, Wout Joseph, Paolo Ravazzani. Einsatz von maschinellem Lernen für die Schätzung der Down- und Up-Link-Feldexposition in Multi-Source-Indoor-WiFi-Szenarien. Bioelectromagnetics. 2021 Jul 23. doi: 10.1002/bem.22361.

Zusammenfassung

Eine neuartige Methode des maschinellen Lernens (ML), die auf neuronalen Netzen (NN) basiert, wird vorgeschlagen, um die durch WiFi-Quellen in Innenräumen erzeugte Hochfrequenzbelastung zu bewerten. Ziel war es, ein NN zu entwickeln, das in der Lage ist, die Komplexität und Variabilität realer Expositionssituationen zu berücksichtigen, einschließlich der Auswirkungen nicht nur der Downlink-Übertragung von Access Points (APs), sondern auch der Uplink-Übertragung durch verschiedene Quellen (z. B. Laptops, Drucker, Tablets und Smartphones). Das NN wurde mit leicht auffindbaren Daten gefüttert, wie z. B. der Position und der Art der WiFi-Quellen (APs, Clients und andere Nutzer) sowie der Position und den Materialeigenschaften (z. B. Durchdringungsverlust) der Wände. Das NN-Modell wurde unter Verwendung eines zusätzlichen neuen Layouts bewertet, das sich von dem zur Erstellung und Optimierung der NN-Koeffizienten verwendeten unterscheidet. Das NN-Modell erreichte eine bemerkenswerte Feldvorhersagegenauigkeit unter allen Expositionsbedingungen in beiden Layouts, mit einem mittleren Vorhersagefehler von -0,4 bis 0,6 dB und einem mittleren quadratischen Fehler von 2,5-5,1 dB, verglichen mit dem elektrischen Zielfeld, das von einem deterministischen

Netzwerkplaner für Innenräume geschätzt wurde. Der vorgeschlagene Ansatz zeigt gute Ergebnisse für die verschiedenen Layouts und kann daher allgemein zur Bewertung der HF-Exposition in Innenräumen verwendet werden.

Frei zugängliches Papier: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.22361>

--

Zeit-Temperatur-Schwellenwerte und Sicherheitsfaktoren für thermische Gefährdungen durch Hochfrequenzenergie über 6 GHz

Kenneth R. Foster, Marvin C. Ziskin, Quirino Balzano. Zeit-Temperatur-Schwellenwerte und Sicherheitsfaktoren für thermische Gefährdungen durch Hochfrequenzenergie über 6 GHz. Health Phys. 2021 Jul 9. doi: 10.1097/HP.0000000000001447.

Zusammenfassung

Zwei wichtige Sätze von Expositionsgrenzwerten für hochfrequente Strahlung, die der International Commission on Nonionizing Radiation Protection (ICNIRP 2020) und des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE C95.1-2019), wurden kürzlich überarbeitet und aktualisiert, wobei sich die Grenzwerte oberhalb von 6 GHz im Millimeterwellenbereich (30-300 GHz) erheblich geändert haben. In diesem Bericht werden die verfügbaren Daten über thermische Schäden und Schmerzen durch die Exposition gegenüber HF-Energie über 6 GHz mit entsprechenden Daten über Infrarotenergie und andere Wärmequellen verglichen und Sicherheitsfaktoren geschätzt, die in die IEEE- und ICNIRP-Grenzwerte für HF-Exposition einfließen. Die Maßstäbe für die Schädigung sind die gleichen wie bei den ICNIRP-IR-Grenzwerten: minimale Epithelschäden an der Hornhaut und Verbrennungen ersten Grades (innerhalb von 48 Stunden nach der Exposition erkennbare Hautrötungen). Die Daten deuten darauf hin, dass die begrenzte thermische Gefahr für die Haut bei Expositionsdauern von weniger als ≈20 min in Form von Hautschmerzen und bei längeren Expositionen in Form von thermischen Schäden besteht. Es wird auf die Einschränkungen der verfügbaren Daten und thermischen Modelle hingewiesen. Die Daten über die thermische Schädigung durch HF- und IR-Strahlung und die Schmerzschwellen zeigen jedoch, dass Expositionen weit über den derzeitigen ICNIRP- und IEEE-Grenzwerten erforderlich wären, um thermisch gefährliche Wirkungen hervorzurufen. Diese Übersicht konzentriert sich ausschließlich auf die thermischen Gefahren, die von HF-Expositionen über 6 GHz für Haut und Hornhaut ausgehen, die in dem betrachteten Frequenzbereich am stärksten exponierten Gewebe.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34261892/>

--

Auswirkungen von 5,8 GHz-Mikrowellen auf die synaptische Plastizität des Hippocampus von Ratten

Gang Rui, Li-Yuan Liu, Ling Guo, Yi-Zhe Xue, Pan-Pan Lai, Peng Gao, Jun-Ling Xing, Jing Li, Gui-Rong Ding. Auswirkungen von 5,8 GHz-Mikrowellen auf die synaptische Plastizität des Hippocampus

von Ratten. Int J Environ Health Res. 2021 Jul 22;1-13. doi: 10.1080/09603123.2021.1952165.

Zusammenfassung

Das 5,8-GHz-Spektrum gewinnt in der drahtlosen Technologie immer mehr an Bedeutung. Um die möglichen Gefahren zu erforschen, untersuchten wir die Wirkung einer 5,8 GHz-Mikrowellen-Exposition auf das Lern- und Erinnerungsvermögen von Ratten.

Methoden Morris-Wasserlabyrinth (MWM), Neuartige Objekterkennung (NOR) und Angst-Konditionierungstest (FCT) wurden verwendet, um die Fähigkeit des räumlichen und nicht-räumlichen Gedächtnisses von Ratten zu bewerten. Die Morphologie des Hippocampus, der Gehalt an Hirnschädigungsfaktoren im Serum und das mitochondriale Membranpotenzial der Hippocampusneuronen wurden untersucht, um die Schädigung der Hippocampusneuronen zu bewerten. Die Dichte der dendritischen Stacheln, die Ultrastruktur der Synapsen und der Gehalt an PSD95, Synaptophysin, p-CREB und CREB wurden ermittelt, um die synaptische Plastizität des Hippocampus zu bewerten.

Ergebnisse Im Vergleich zur Sham-Gruppe gab es keinen signifikanten Unterschied in der Leistung der Ethologie (in MWM, NOR, FCT) in der Mikrowellen-2-h-Gruppe oder Mikrowellen-4-h-Gruppe. Die Morphologie des Hippocampus, der Serumspiegel der Hirnverletzungsfaktoren und der Gehalt an mitochondrialem JC-1-Monomer in der Mikrowellen-2-Stunden-Gruppe oder Mikrowellen-4-Stunden-Gruppe veränderten sich im Vergleich zur Sham-Gruppe nicht offensichtlich. Die Dichte der dendritischen Stacheln, die Ultrastruktur der Synapse und die Werte von PSD95, Synaptophysin, p-CREB und CREB im Hippocampus in der Mikrowellen-2h-Gruppe oder Mikrowellen-4h-Gruppe veränderten sich nicht signifikant im Vergleich zur Schein-Gruppe.

Schlussfolgerung: Unter diesen experimentellen Bedingungen konnte die Exposition bei 5,8 GHz-Mikrowellen die synaptische Plastizität des Hippocampus von Ratten nicht beeinflussen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34293966/>

--

Spezifische elektromagnetische Strahlung im Bereich drahtloser Signale erhöht die Wachheit bei Mäusen

Lingyu Liu, Hu Deng, Xiaping Tang, Yingxian Lu, Jiayao Zhou, Xiaofei Wang, Yanyu Zhao, Bing Huang, Yigong Shi. Spezifische elektromagnetische Strahlung im drahtlosen Signalbereich erhöht die Wachheit bei Mäusen. Proc Natl Acad Sci U S A. 2021 Aug 3;118(31):e2105838118. doi: 10.1073/pnas.2105838118.

Zusammenfassung

Die elektromagnetische Strahlung (EMR) in der Umwelt hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Die Auswirkungen von EMR in der Umwelt auf lebende Organismen sind nur

unzureichend beschrieben. Hier berichten wir über die Auswirkungen von EMR im drahtlosen Bereich auf die Schlafarchitektur von Mäusen. Eine längere Exposition mit 2,4-GHz-EMR, die mit 100-Hz-Rechteckimpulsen bei einem nicht-thermischen Leistungspegel moduliert wurde, führt bei Mäusen zu einer deutlich erhöhten Wachzeit. Diese Mäuse zeigen entsprechend verringerte Zeiten für nicht-schnelle Augenbewegungen (NREM) und schnelle Augenbewegungen (REM). Im Gegensatz dazu hat eine längere Exposition mit unmodulierter 2,4-GHz-EMR bei demselben zeitlich gemittelten Leistungspegel nur geringe Auswirkungen auf den Schlaf der Mäuse. Diese Beobachtungen weisen auf eine Veränderung der Schlafarchitektur bei Mäusen als spezifische physiologische Reaktion auf eine verlängerte EMR-Exposition im drahtlosen Bereich hin.

Offen zugängliches Papier: <https://www.pnas.org/content/118/31/e2105838118>

--

Die Migration von Glioblastomzellen wird durch elektrische Signale gesteuert

Hannah Clancy, Michal Pruski, Bing Lang, Jared Ching, Colin D McCaig. Die Migration von Glioblastomzellen wird durch elektrische Signale gesteuert. *Exp Cell Res.* 2021 Jul 14;112736. doi: 10.1016/j.yexcr.2021.112736.

Zusammenfassung

Es ist bekannt, dass bei Glioblastoma multiforme (GBM) und neuralen Stammzellen eine durch elektrische Felder (EF) gesteuerte Zellmigration (Elektrotaxis) stattfindet, wobei wichtige Signalwege bei GBM häufig dysreguliert sind. Einer dieser Signalwege ist EGFR/PI3K/Akt, der durch Agonisten des Peroxisom-Proliferator-aktivierten Rezeptors gamma (PPAR γ) herunterreguliert wird. Wir untersuchten die Wirkung elektrischer Felder auf die Migration von primär differenzierten und Gliomstammzellen (GSCs) und stellten fest, dass diese eine anodale bzw. kathodale Migration bevorzugen. Als Nächstes wollten wir herausfinden, ob die chemische Unterbrechung von Akt durch die Hochregulierung von PTEN mit dem PPAR γ -Agonisten Pioglitazon die Elektrotaxis dieser Zellen modulieren würde. Wir fanden heraus, dass die gerichtete Zellmigration durch die Zugabe von Pioglitazon sowohl bei differenzierten GBM- als auch bei GSC-Subtypen signifikant gehemmt wurde. Western-Blot-Analysen ergaben keine Veränderung der PPAR γ -Expression mit und ohne Exposition gegenüber EF. Zusammenfassend zeigen wir, dass gegensätzliche EF-Reaktionen in primären differenzierten GBM-Zellen und GSCs chemisch durch Pioglitazon gehemmt werden können, was darauf hindeutet, dass die Modulation von EF in GBM ein potenzielles Ziel bei der Verhinderung von Tumorrezidiven darstellt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34273404/>

--

Heisenbergsche Unschärfe von räumlich gatterförmigen elektromagnetischen Feldern

Vladimir Y Chernyak, Shaul Mukamel. Heisenbergsche Unschärfe von räumlich gattergesteuerten elektromagnetischen Feldern. *J Chem Phys.* 2021 May 7;154(17):174110. doi: 10.1063/5.0045352.

Zusammenfassung

Es wird eine Heisenberg-Unschärferelation für räumlich gesteuerte elektrische ΔE - und magnetische ΔH -Feldfluktuationen abgeleitet. Die Unschärfe nimmt für kleine Torgrößen zu, was bedeutet, dass in begrenzten Räumen die Quantennatur des elektromagnetischen Feldes berücksichtigt werden muss. Es sollte möglich sein, den Zustand des Lichts so zu optimieren, dass ΔE auf Kosten von ΔH minimiert wird und umgekehrt. Räumliche Begrenzungen und Quantenfelder können alternativ auch ohne Gating durch Wechselwirkung des Feldes mit einer Nanostruktur realisiert werden. Mögliche Anwendungen sind die nichtlineare Spektroskopie von Nanostrukturen und optischen Kavitäten sowie chirale Signale.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34241063/>

--

Reflexionseigenschaften der menschlichen Haut von 40 bis 110 GHz: Eine Bestätigungsstudie

Andreas Christ, Adrian Aeschbacher, Fereshteh Rouholahnejad, Theodoros Samaras, Bernadetta Tarigan, Niels Kuster. Reflexionseigenschaften der menschlichen Haut von 40 bis 110 GHz: A Confirmation Study. Bioelectromagnetics. 2021 Jul 21. doi: 10.1002/bem.22362.

Zusammenfassung

Mehrere neuere theoretische Dosimetriestudien über 6 GHz verwenden generische geschichtete Hautmodelle. Für diesen Frequenzbereich wurden neue experimentelle Phantome für die Over-the-Air-Leistung drahtloser Geräte vorgeschlagen, die die Impedanzanpassungseffekte der Stratum-Corneum-Schicht (SCL) mit einer verlustarmen Deckschicht simulieren. Ziel dieser Studie war es, die Hautmodelle zu verifizieren, indem ihre Reflexionskoeffizienten S11 mit Messungen von 37 menschlichen Freiwilligen (21 Männer, 16 Frauen, 5-80 Jahre) an 21 Körperstellen (10 an der Handfläche, 11 an Arm/Gesicht) mit unterschiedlichen SCL-Dicken verglichen wurden, wobei Wellenleiter für Frequenzen von 40 bis 110 GHz verwendet wurden. Solche Messungen wurden auch mit dem Phantom-Material durchgeführt. Die statistische Analyse ergab starke Hinweise darauf, dass S11 von der SCL-Dicke abhängt und keine Hinweise darauf, dass S11 vom Geschlecht abhängt. Die gemessenen S11-Werte für dünne und dicke Haut können durch SCL-Schichten von 15 bzw. 140 μm dargestellt werden. Diese Werte stimmen gut mit den Annahmen früherer Studien überein. (Das Phantommaterial imitiert den Anpassungseffekt der SCL mit Abweichungen von den Hohlleitersmessungen von weniger als 0,85 dB (22 %), was die Eignung von Schichtphantomen zur Darstellung der elektromagnetischen Reflexion/Absorption der menschlichen Haut bestätigt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34289515/>

--

Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern bei Kindergartenkindern: Responsive Gesundheitsrisiko-Bedenken

Shiva Raj Acharya, Yong Chul Shin, Deog Hwan Moon, Sandip Pahari. Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern bei Kindergartenkindern: Responsive Health Risk Concern. *Front Pediatr.* 2021 Jul 5;9:694407. doi: 10.3389/fped.2021.69.

Abstrakt

Langfristige Exposition gegenüber physikalischen Einwirkungen kann für Kinder aufgrund ihrer Anfälligkeit schädlich sein. Diese Studie zielte darauf ab, das Niveau der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) in der Umgebung der Kindergärten durch die unterirdische Hochspannungsleitung (UGTL) zu bewerten und zu vergleichen. Wir untersuchten 24 zufällig ausgewählte Kindergärten, die sich in der Nähe der UGTL befinden. Die EMF-Emissionswerte wurden mit einem EMDEX II (Electric and Magnetic Digital Exposure Meter) gemessen. Der maximale Mittelwert des EMF-Emissionsniveaus lag bei 13,5 mG in der Umgebung der Kindergärten und bei 17,7 mG zwischen dem Punkt des UGTL und den Kindergärten. Der EMF-Emissionspegel in der Umgebung der Kindergärten war signifikant mit dem Standort des UGTL verbunden ($t = -7,35$, $P < 0,001$). Diese Schätzungen sind nicht trivial, da eine Langzeitexposition von Kindergartenkindern gegenüber EMF zu verschiedenen Gesundheitsproblemen führen kann. Es wird empfohlen, die EMF-Emissionswerte routinemäßig zu überwachen und die Bürger für die EMF-Exposition zu sensibilisieren.

Frei zugängliches Papier: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fped.2021.694407/full>

--

Hochfrequenz-Expositionswerte von Mobilfunk-Basisstationen in Außenbereichen und einem unterirdischen Einkaufszentrum in Japan

Teruo Onishi, Miwa Ikuyo, Kazuhiro Tobita, Sen Liu, Masao Taki, Soichi Watanabe. Hochfrequenz-Expositionswerte von Mobilfunk-Basisstationen in Außenbereichen und einem unterirdischen Einkaufszentrum in Japan. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18(15), 8068; doi: 10.3390/ijerph18158068.

(Dieser Artikel gehört zur Sonderausgabe [Berufliche und öffentliche Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern](#))

Abstrakt

Die jüngsten Fortschritte bei den drahtlosen Technologien haben die Exposition des Menschen gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) zunehmend komplexer gemacht. Diese Situation kann die Besorgnis der Öffentlichkeit über mögliche gesundheitliche Auswirkungen der EMF-Exposition verstärken. Die Überwachung der EMF-Expositionswerte und ihre Charakterisierung sind für die Risikokommunikation über die Exposition des Menschen gegenüber EMF unerlässlich. Vor diesem Hintergrund wurde 2019 ein Projekt zur Erfassung, Akkumulation und Anwendung von EMF-Expositionsüberwachungsdaten in Japan gestartet. Eines der Ziele dieses Projekts ist es, ein umfassendes Bild der EMF-Exposition im täglichen Leben zu erhalten. In den Jahren 2019 und 2020 haben wir die Stärke des elektrischen Feldes (E-Feld) hauptsächlich von Mobilfunk-Basisstationen in denselben Gebieten gemessen wie bei den Messungen, die 2006 und 2007 vom japanischen Ministerium für innere Angelegenheiten und Kommunikation (MIC) durchgeführt wurden, und die Daten verglichen, um den zeitlichen Verlauf der EMF-Umgebung zu untersuchen. Die Anzahl der Messpunkte

betrug 100 (10 × 10 Raster) in einem Gebiet von 1 km × 1 km in zwei städtischen und zwei vorstädtischen Gebieten, und die Anzahl der Punkte in einem unterirdischen Einkaufszentrum betrug 158. Diese groß angelegte Studie ist die erste in Japan. Als Ergebnis stellten wir fest, dass die gemessenen E-Feldstärken in den Jahren 2019 und 2020 tendenziell höher sind als in den Jahren 2006 und 2007, insbesondere im Einkaufszentrum. Die mittleren Werte der japanischen Funkwellenschutzrichtlinien für städtische Gebiete und Einkaufszentren liegen jedoch unter -40 dB.

Auszüge

"Die Messergebnisse wurden mit den Grenzwerten für allgemeine Umgebungen in den japanischen Richtlinien zum Schutz vor Funkwellen verglichen, wie in Tabelle 2 dargestellt. Die E-Feldstärke in den Funkwellenschutzrichtlinien ist proportional zur Quadratwurzel der Frequenz zwischen 300 MHz und 1,5 GHz und liegt bei Frequenzen über 1,5 GHz konstant bei 61,4 V/m (155,76 dB μ V/m) [25]. Die minimale E-Feldstärke in den Richtlinien bei der Zielfrequenz dieser Messung beträgt 44,1 V/m (152,89 dB μ V/m). Daher wurden das Verhältnis zum Richtwert in jedem Frequenzband und die Summe der Quadrate berechnet. Ein Messwert von 0 dB bedeutet den gleichen Pegel wie die Grenzwerte. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, sind die maximalen Verhältnisse in den städtischen Gebieten und im Einkaufszentrum etwa zehnmal höher als in den Vorstädten; sie lagen jedoch weniger als -20 dB unter dem Niveau der japanischen Richtlinien. Wenn wir uns auf den Medianwert konzentrieren, liegt das Verhältnis ungefähr in der Größenordnung von -40 dB vom Grenzwert."

"Die Ergebnisse von E-Feldstärkemessungen in Mobilfunk-Basisstationen, die eine der Hauptquellen für die EMF-Exposition in der allgemeinen Umwelt darstellen, insbesondere in Außenbereichen und einem unterirdischen Einkaufszentrum in Japan in den Jahren 2019 und 2020, wurden vorgestellt. Die Messungen wurden in denselben Gebieten durchgeführt wie die Messungen des MIC, Japan, in den Jahren 2006 und 2007.

Daraus ergibt sich, dass die mittleren Gesamt-E-Feldstärken in den städtischen Gebieten etwa 7 dB größer sind als in den Vorstädten. Auch in den einzelnen Frequenzbändern sind die E-Feldstärken in den städtischen Gebieten tendenziell größer als in den vorstädtischen Gebieten. Für das Einkaufszentrum wird deutlich, dass die Unterschiede in den E-Feldstärken zwischen Tag und Nacht marginal sind. Die E-Feldstärken in den Bändern 2000 und 3500 MHz sind größer als in den anderen Bändern. Die E-Feldstärken im 2400-MHz-ISM-Band sind die gleichen wie im 2000-MHz-Band, während die mittleren E-Feldstärken in den 5000-MHz-ISM-Bändern 5-9 dB kleiner sind.

Die Messergebnisse wurden mit den japanischen Richtlinien zum Schutz vor Funkwellen verglichen. Das Ergebnis war, dass die Grenzwerte um -20 dB unterschritten wurden. Wenn man sich auf die mittlere E-Feldstärke konzentriert, liegt das Verhältnis ungefähr in der Größenordnung von -40 dB in Bezug auf den Grenzwert. Im Vergleich zu den früheren Daten aus den Jahren 2006 und 2007 wird deutlich, dass die E-Feldstärken sowohl im Freien als auch im Einkaufszentrum zugenommen haben, insbesondere im Einkaufszentrum, wo das Verhältnis der E-Feldstärke im Jahr 2007 zu der im Jahr 2020 20,3 dB beträgt. Obwohl die gegenwärtigen Messbedingungen nicht genau mit denen der früheren Messungen übereinstimmen, ist es nützlich, den zeitlichen Verlauf der EMF in verschiedenen Umgebungen zu untersuchen. Außerdem sind die E-Feldstärken, die wir im Freien gemessen haben, etwas geringer als die in einem anderen Land.

Da unsere Messungen vor dem Start des kommerziellen 5G-Dienstes durchgeführt wurden, wurde das Expositionsniveau in dem bei 5G verwendeten Frequenzband nicht berücksichtigt. Die Messungen der Expositionswerte für 5G und die neuen verwendeten Funkwellen werden jedoch fortgesetzt. Aufgrund der begrenzten Zeit und des begrenzten Raums der Messungen in dieser Studie werden in Zukunft Expositionsdaten unter verschiedenen Bedingungen des täglichen Lebens gesammelt werden."

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/15/8068>

--

Epigenetische Dysregulation in verschiedenen Zelltypen, die extrem niederfrequenten Magnetfeldern ausgesetzt sind (Review)

Gianfranco Giorgi, Brunella Del Re. Epigenetische Dysregulierung in verschiedenen Zelltypen, die bei extrem niederfrequenten Magnetfeldern exponiert wurden. Cell Tissue Res. 2021 Jul 21. doi: 10.1007/s00441-021-03489-6.

Zusammenfassung

Epigenetische Mechanismen regulieren die Genexpression, ohne die DNA-Sequenz zu verändern, und legen zelltypspezifische zeitliche und räumliche Expressionsmuster fest. Veränderungen der epigenetischen Markierungen wurden bei verschiedenen pathologischen Zuständen, einschließlich Krebs und neurologischen Störungen, beobachtet. Neue Erkenntnisse deuten darauf hin, dass eine Vielzahl von Umweltfaktoren epigenetische Veränderungen hervorrufen und schließlich das Krankheitsrisiko beeinflussen können. Der Mensch ist in zunehmendem Maße extrem niederfrequenten Magnetfeldern (ELF-MF) ausgesetzt, die 2002 von der Internationalen Agentur für Krebsforschung als mögliche Karzinogene eingestuft wurden. Diese Übersicht fasst den aktuellen Wissensstand über den Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber ELF-MFs und epigenetischen Veränderungen in verschiedenen Zelltypen zusammen. Trotz der begrenzten Anzahl von Veröffentlichungen deuten die verfügbaren Belege darauf hin, dass die Exposition gegenüber ELF-MF mit epigenetischen Veränderungen, einschließlich DNA-Methylierung, Modifikationen von Histonen und mikroRNA-Expression, verbunden sein kann. Weitere Forschung ist erforderlich, um die molekularen Mechanismen zu untersuchen, die den beobachteten Phänomenen zugrunde liegen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34287715/>

--

Wirkung elektromagnetischer Felder (EMF) auf das transkriptomische Profil des Schweinemyometriums während der Peri-Implantationszeit - eine In-vitro-Studie

Ewa Monika Drzewiecka, Wiktoria Kozłowska, Lukasz Paukszto, Agata Zmijewska, Pawel Jozef Wydorski, Jan Pawel Jastrzebski, Anita Franczak. Wirkung der elektromagnetischen Feld (EMF)-Bestrahlung auf das transkriptomische Profil des Schweinemyometriums während der Peri-Implantationszeit - eine In-vitro-Studie. Int J Mol Sci. 2021 Jul 7;22(14):7322. doi: 10.3390/ijms22147322.

Zusammenfassung

Das elektromagnetische Feld (EMF) beeinflusst die physiologischen Prozesse in Säugetieren, aber der molekulare Hintergrund der beobachteten Veränderungen ist noch nicht gut geklärt. In dieser Studie wurde die Wirkung einer kurzen Dauer (2 h) der EMF-Behandlung (50 Hz, 8 mT) auf globale transkriptomische Veränderungen im Myometrium von Schweinen während der Periimplantations-Periode mittels Next-Generation-Sequencing getestet. Im Ergebnis beeinflusste die EMF-Behandlung die Expression von 215 transkriptaktiven Regionen (TARs), von denen der zugewiesene Gen-Protein-kodierende Biotyp 90 besaß (differentiell exprimierte Gene, DEGs), die größtenteils den Gen-Ontologie-Begriffen zugeordnet wurden, die mit Abwehr- und Immunreaktionen sowie Sekretion und Export verbunden sind. Die ausgewerteten DEGs bereichern den KEGG TNF-Signalweg und die Regulierung des IFNA-Signalwegs und des Interferon-alpha/beta-Signalwegs REACTOME. Es wurden 12 differentiell exprimierte lange nichtkodierende RNAs (DE-lnc-RNAs) und 182 vorhergesagte Einzelnukleotidvarianten (SNVs) Substitutionen innerhalb von RNA-Editierstellen bewertet. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die EMF-Behandlung im Myometrium, das während der Periimplantationszeit gesammelt wurde, die Expression von Genen beeinflusst, die an Abwehr- und Immunreaktionen beteiligt sind. Die Studie gibt auch neue Einblicke in die Mechanismen der EMF-Wirkung bei der Regulierung des transkriptomischen Profils durch lnc-RNAs und SNVs.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34298942/>

--

Magnetfeld beeinflusst das Wachstum und den Ertrag von Sonnenblumen unter verschiedenen Feuchtigkeitsstressbedingungen

Ananta Vashisth, Neetu Meena, Prameela Krishnan. Magnetfeld beeinflusst das Wachstum und den Ertrag von Sonnenblumen unter verschiedenen Feuchtigkeitsstressbedingungen. Bioelektromagnetik. 26. Juni 2021/ doi: 10.1002/bem.22354

Zusammenfassung

Magnetfeldbehandlungen von Saatgut haben signifikante Auswirkungen auf die Verbesserung des Pflanzenwachstums gezeigt. Bodenfeuchtigkeitsstress ist das Haupthindernis bei der Produktion von Sonnenblumen. Daher wurde das Experiment durchgeführt, um die Wirkung eines 200 mT-Magnetfeldes für 2 Stunden auf das Pflanzenwachstum und den Ertrag von Sonnenblumen-Pflanzen zu untersuchen, die aus magnetisch behandeltem Saatgut gezogen wurden, das unter verschiedenen Feuchtigkeits-Stress-Bedingungen ausgesät wurde. Die Ergebnisse zeigten, dass Pflanzen aus magnetisch behandeltem Saatgut einen höheren Blattflächen-Index, eine höhere Triebhöhe, eine höhere Anzahl von Blättern, einen höheren Chlorophyll-Gehalt, eine höhere Biomasse, eine höhere 1000-Samen-Masse und einen höheren Saatgut-Ertrag im Vergleich zu unbehandelten Pflanzen aufwiesen. Die Effizienz der Strahlungsnutzung und die Wasserproduktivität waren bei Pflanzen aus magnetisch behandeltem Saatgut deutlich höher als bei unbehandeltem Saatgut. Pflanzen, die aus

magnetisch behandeltem Saatgut gezogen wurden, hatten einen um 6,2 % höheren Samenertrag und einen um 7,1 % höheren Protein- und Ölgehalt als Pflanzen, die aus unbehandeltem Saatgut gezogen wurden. Daraus kann gefolgert werden, dass die Exposition von trockenen Sonnenblumensamen bei einem statischen Magnetfeld von 200 mT für 2 Stunden zur Verbesserung des Pflanzenwachstums und -ertrags unter verschiedenen Feuchtigkeitsstress-Bedingungen genutzt werden könnte.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.22354>

--

Veränderungen der Körpertemperatur von Kleinsäugetern und Vögeln innerhalb weniger Minuten als Spiegelbild von Umwelteinflüssen

M E Diatroptov. Änderungen der Körpertemperatur von kleinen Säugetieren und Vögeln im Bereich von wenigen Minuten als Spiegel der Umwelteinflüsse. Bull Exp Biol Med. 2021 Jul 23. doi: 10.1007/s10517-021-05234-z.

Zusammenfassung

In der Studie wurden die Veränderungen der intraperitonealen Körpertemperatur von Labormäusen, Dschungelhamstern, Grünfinken (*Chloris chloris*) und Staren untersucht. In einem Bereich von wenigen Minuten korrelierten diese Veränderungen signifikant nicht nur zwischen den Tieren der gleichen Art, sondern auch zwischen den verschiedenen Klassen wie Vögeln und Säugetieren, die voneinander isoliert und unter unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen gehalten wurden. Dieses Phänomen deutet auf einen oder mehrere externe Einflüsse auf die zentralen Mechanismen des Wärmeregulierungssystems hin, die nicht mit dem Beleuchtungsregime zusammenhängen. In 80 % der Fälle stimmten die Phasen der am stärksten ausgeprägten Rhythmen der Körpertemperatur, die mit einer Periode von 8-9 und 12-13 Minuten oszillierten, mit denen des geomagnetischen Feldes mit einer Genauigkeit von ± 1 Minute überein. Die Amplitude der Körpertemperatur-Oszillationen hing jedoch nicht von der Amplitude der Oszillationen des geomagnetischen Feldes (GMF) ab. Eine Synchronizität der Änderungen der Körpertemperatur und des GMF wurde bei einer Amplitude der GMF-Oszillation von 0,4 nT beobachtet, was ein extrem niedriger Wert ist. Im Gegensatz dazu gab es keine Reaktion der Körpertemperatur auf größere (6-10 nT), aber unregelmäßige und abrupte GMF-Störungen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34297296/>

--

Methoden und Experimente zur Erfassung von Schwankungen der Sonnenaktivität und zur Bestimmung ihrer Auswirkungen auf die Herzvariabilität

Michael Hanzelka, Jiří Dan, Zoltán Szabó, Zdeněk Roubal, Přemysl Dohnal, Radim Kadlec. Methoden und Experimente zur Erfassung von Schwankungen der Sonnenaktivität und zur Bestimmung ihrer Auswirkungen auf die Herzvariabilität. Sensors (Basel). 2021 Jul 14;21(14):4817. doi: 10.3390/s21144817.

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die Schwankungen der Sonnenaktivität und ihre Auswirkungen auf das menschliche Nervensystem untersucht, einschließlich der Art und Weise, wie das menschliche Verhalten und die Entscheidungsfindung diese Auswirkungen im Rahmen von (symmetrischen) sozialen Interaktionen widerspiegeln. Die einschlägigen Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass die Sonnenaktivität, die sich durch die Exposition der Erde gegenüber geladenen Teilchen der Sonne manifestiert, die Herzvariabilität beeinflusst. Die Bewertungsmethoden konzentrierten sich auf die Untersuchung der Beziehungen zwischen ausgewählten psychophysiologischen Daten und der Sonnenaktivität, die im Allgemeinen große Veränderungen im schwachen elektromagnetischen Feld verursacht. Die Untersuchung im Rahmen dieser Arbeit ergab, dass schwache EMF-Änderungen zu den Faktoren gehören, die die Herzfrequenzvariabilität und damit auch die Variationen auf der spektralen Ebene der Frequenz in den VLF- ($f = 0,01-0,04$ Hz), LF- ($f = 0,04-0,15$ Hz) und HF-Bändern ($f = 0,15$ až $0,40$ Hz) beeinflussen. Die Ergebnisse der vorgestellten Experimente können auch als eine indirekte Erklärung für plötzliche Todesfälle und Herzversagen interpretiert werden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34300557/>

--

Auswirkungen der Kommunikation von Unsicherheitsbeschreibungen bei der Gefahrenidentifizierung, Risikocharakterisierung und dem Risikoschutz

Peter Wiedemann, Franziska U. Boerner, Frederik Freudenstein. Auswirkungen der Kommunikation von Unsicherheitsbeschreibungen in der Gefahrenidentifikation, Risikocharakterisierung und dem Risikoschutz. PLoS One. 2021 Jul 13;16(7):e0253762. doi: 10.1371/journal.pone.0253762.

Zusammenfassung

Unsicherheit ist ein zentrales Thema für jede Risikobewertung. Folglich stellt sie auch für die Risikokommunikation eine große Herausforderung dar. In vielen Leitfäden wird empfohlen, Unsicherheiten in Risikobewertungen anzugeben, in der Erwartung, dass das Publikum diese Offenlegung zu schätzen weiß. Die empirische Evidenz über die Auswirkungen der Angabe von Unsicherheiten ist jedoch spärlich und nicht schlüssig. Daher wurden anhand von Beispielen potenzieller Gesundheitsrisiken elektromagnetischer Felder (EMF) drei Experimente durchgeführt, in denen die Auswirkungen der Kommunikation von Unsicherheiten getrennt für die Gefahrenidentifizierung, die Risikobeschreibung und den Risikoschutz analysiert wurden. Die Versuchsanordnungen zielten darauf ab, zu untersuchen, wie das Berichten und Erklären von Unsicherheiten abhängige Variablen wie die Risikowahrnehmung, die wahrgenommene Kompetenz der Risikobewerter und das Vertrauen in das Risikomanagement beeinflusst. Jedes der drei Experimente verwendete ein 2x2-Design mit einem ersten Faktor, der Unsicherheitsbeschreibungen (wie sie in öffentlichen Kontroversen über EMF-bedingte Gesundheitsauswirkungen verwendet werden) oder die Beschreibung von Gewissheitsbedingungen enthielt, und einem zweiten Faktor, der die Ursachen von Unsicherheiten erklärte (indem er auf Wissenslücken hinwies) oder sie nicht erklärte. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass qualitative Unsicherheitsbeschreibungen bei der

Gefährdungsermittlung das Vertrauen in die fachlichen Kompetenzen der Gutachter verringern. Im Gegensatz dazu hat eine quantitative Unsicherheitsbeschreibung bei der Risikobeschreibung - in Bezug auf das Ausmaß des Risikos - keinen Einfluss auf eine der abhängigen Variablen. Beim Risikoschutz wird das Vertrauen in Expositionsgrenzwerte nicht durch qualitative Unsicherheitsinformationen beeinflusst. Die qualitative Beschreibung der Unsicherheit bezüglich der Angemessenheit des Schutzes verstärkt jedoch die Ängste. Außerdem führt die Erläuterung dieser Unsicherheit zu einer geringeren Verständlichkeit des Textes.

Schlussfolgerungen

Aus unseren Experimenten ergeben sich mehrere Implikationen für die Berichterstattung über Unsicherheiten. Sie zeigen, dass die Information über Unsicherheiten nicht immer ein Mittel zur Verbesserung von Vertrauen und Glaubwürdigkeit ist. Wissenschaftsskeptiker und Aktivisten mit einer bestimmten politischen Agenda könnten Ungewissheit instrumentalisieren, um Misstrauen in die Wissenschaft zu verbreiten, vor allem wenn sich die Ungewissheit auf die Identifizierung von Gefahren bezieht. Risikokommunikatoren sollten sich bewusst sein, dass das Eingestehen von Unsicherheit ein zweischneidiges Schwert ist. Laien könnten sie auf einen Mangel an Fachwissen zurückführen.

Weitere Forschungen sollten sich auf die Fragen der kognitiven Ressourcen und früheren Überzeugungen konzentrieren. Sie sollte sich darauf konzentrieren, wie die Empfänger den spezifischen sozialen Kontext interpretieren, in dem die Informationen gegeben werden, und wie die kognitiven Ressourcen der Empfänger, ihre Motivationen zur Informationsverarbeitung und ihre vorherigen Überzeugungen die Interpretation von Unsicherheitsinformationen beeinflussen. Diese Fragen könnten mit Hilfe von Dual-Process-Theorien angegangen werden, die in der Urteils- und Entscheidungsfindung entwickelt wurden [53]. Die Empfänger könnten dieselbe Information unterschiedlich verstehen, je nachdem, ob die Information durch elaborative oder heuristische Kognition verarbeitet wird. Darüber hinaus wird die Interpretation von Unsicherheiten bei der Risikobewertung durch vorherige Überzeugungen beeinflusst. Dieses Problem kann durch Theorien angegangen werden, die erklären, wie motiviertes Denken die Urteile und Meinungen über Unsicherheitsinformationen beeinflusst [54].

Schließlich möchten wir die Bedeutung des performativen Ziels der Information über Unsicherheit betonen. Es macht einen gewaltigen Unterschied, ob Unsicherheit genutzt wird, um Ängste und Misstrauen gegenüber der Wissenschaft zu schüren, oder um ehrlich über die Grenzen des evidenzbasierten Wissens zu berichten. Weitere Forschung sollte diesem Thema mehr Aufmerksamkeit schenken. Neue Studien könnten von der Analyse der Politisierung der Wissenschaft [16] lernen, die sich darauf konzentriert hat, wie Unsicherheit ausgenutzt wird, um das Vertrauen in die Wissenschaft zu untergraben.

Frei zugängliches Papier: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0253762>

--

Wirkungen gepulster elektromagnetischer Felder auf die Lebensfähigkeit von Tumorzellen: eine Meta-Analyse von randomisierten kontrollierten in vitro Experimenten

Guangzhou An, Meilun Shen, Juan Guo, Xia Miao, Yuntao Jing, Keying Zhang, Ling Guo, Junling Xing. Wirkungen von gepulsten elektromagnetischen Feldern auf die Lebensfähigkeit von Tumorzellen: eine Meta-Analyse von randomisierten kontrollierten in vitro Experimenten. Electromagn Biol Med. 2021 Jul 26;1-8. doi: 10.1080/15368378.2021.1958341.

Zusammenfassung

Die Behandlung von bösartigen Tumoren bleibt bis heute eine große Herausforderung, und die wachsende Literatur deutet darauf hin, dass gepulste elektromagnetische Felder (PEMF) bei der Tumorbehandlung vielversprechend sind, da sie den Vorteil der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit haben. Daher haben wir eine Meta-Analyse durchgeführt, um die Auswirkungen von PEMF auf die Lebensfähigkeit von Tumorzellen zu bewerten. Die Datenbanken PubMed, EMBASE, Web of Science und Cochrane Library wurden nach Studien durchsucht, die bis Februar 2021 veröffentlicht wurden. Eingeschlossen wurden Studien über die direkten Auswirkungen von PEMF auf die Lebensfähigkeit von Tumorzellen, die mittels kolorimetrischer Analyse bestimmt wurden. Zwei Autoren extrahierten die Daten und schlossen die Qualitätsbewertung ab. Es wurde eine Meta-Analyse durchgeführt, um die Absorptionswerte und 95 %-Konfidenzintervalle (CIs) unter Verwendung von Modellen mit zufälligen Effekten zu berechnen. Sieben Studien, darunter 32 randomisierte kontrollierte Experimente, wurden analysiert. Im Vergleich zur Kontrollgruppe war die Lebensfähigkeit der Tumorzellen in der PEMF-Expositionsgruppe deutlich geringer (SMD, -0,67; 95% CI: -1,12 bis -0,22). Die Ergebnisse der Subgruppen-Metaanalyse zeigten, dass PEMF die Lebensfähigkeit von epithelialen Krebszellen signifikant reduzierte (SMD, -0,58; 95% CI: -0,92 bis -0,23), aber keinen Einfluss auf die Lebensfähigkeit von Stromatumorzellen hatte (SMD, -0,93; 95% CI: -0,21 bis 0,15). Unsere Studie zeigte, dass PEMF die Proliferation von Tumorzellen bis zu einem gewissen Grad hemmen kann, aber das Risiko einer Verzerrung und die hohe Heterogenität ($I^2 > 75\%$) schwächten die Aussagekraft der Analyse.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34311647/>

--

Gesundheitsrat der Niederlande und Bewertung der fünften Generation, 5G, für drahtlose Kommunikation und Krebsrisiken

Lennart Hardell. Gesundheitsrat der Niederlande und Bewertung der fünften Generation, 5G, für drahtlose Kommunikation und Krebsrisiken. World J Clin Oncol 2021; 12(6): 393-403 doi: 10.5306/wjco.v12.i6.393.

Abstrakt

Derzeit steht die fünfte Generation, 5G, für die drahtlose Kommunikation weltweit vor der Einführung. Viele Menschen sind besorgt über mögliche Gesundheitsrisiken durch hochfrequente Strahlung. Im September 2017 wurde ein Brief an die Europäische Union geschickt, in dem ein Moratorium für die Einführung gefordert wurde, bis eine wissenschaftliche Bewertung der möglichen Gesundheitsrisiken vorliegt (<http://www.5Gappeal.eu>). Dieser Appell hatte wenig Erfolg. Der Gesundheitsrat der Niederlande veröffentlichte am 2. September 2020 seine Bewertung zu 5G und Gesundheit. Sie

basierte weitgehend auf einem Entwurf der Weltgesundheitsorganisation und einem Bericht der schwedischen Strahlenschutzbehörde, die beide als nicht unparteiisch kritisiert wurden. Es wurde empfohlen, die Richtlinien der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung zu verwenden, obwohl diese als unzureichend für den Schutz vor Gesundheitsgefahren angesehen werden (<http://www.emfscientist.org>). Der Ausschuss des Gesundheitsrates empfahl, das 26-GHz-Frequenzband nicht zu nutzen, solange die Gesundheitsrisiken nicht untersucht worden sind. Für niedrigere Frequenzen wurden die Richtlinien der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection empfohlen. Die Schlussfolgerung, dass es keinen Grund gibt, die Nutzung niedrigerer Frequenzen für 5G zu stoppen, ist durch die aktuellen Erkenntnisse über Krebsrisiken, wie sie in diesem Artikel erläutert werden, nicht gerechtfertigt. Ein Moratorium für die Einführung von 5G für die drahtlose Kommunikation ist dringend erforderlich.

Kerntipp: In diesem Kommentar werden Richtlinien für Hochfrequenzstrahlung in Bezug auf eine aktuelle Bewertung des Gesundheitsrats der Niederlande diskutiert. Der Ausschuss empfiehlt, dass für die Einführung von 5G das Frequenzband 26 GHz nicht verwendet werden sollte. Für niedrigere Frequenzen werden die Richtlinien der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung empfohlen. Diese Leitlinien beruhen jedoch nicht auf einer objektiven Bewertung der Gesundheitsrisiken, die in diesem Papier erörtert wird.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die derzeitigen wissenschaftlichen Erkenntnisse eindeutig ein erhöhtes Risiko für Gliome und Akustikusneurinome bei der Nutzung von Mobil- und/oder Schnurlostelefonen belegen. In dieser Übersicht werden andere Tumorarten und Gesundheitsendpunkte nicht behandelt. Das erhöhte Risiko für Hirn- und Kopftumore basiert auf epidemiologischen Studien über Krebs beim Menschen und wird durch ähnliche Tumorarten, die in Tierstudien gefunden wurden, bestätigt. Tatsächlich bestätigten diese Tierstudien die früheren Ergebnisse von Fall-Kontroll-Studien über ein erhöhtes Tumorrisiko bei der Benutzung von drahtlosen Telefonen (sowohl Mobil- als auch Schnurlostelefonen). Mechanistische Aspekte der Krebsentstehung ergeben sich aus Laborergebnissen, z. B. über den Anstieg reaktiver Sauerstoffspezies [5] und DNA-Schäden [4]. Die aktuelle Bewertung durch den niederländischen Gesundheitsrat basiert auf einem WHO-Entwurf und einem SSM-Bericht. Er empfiehlt außerdem die Anwendung der ICNIRP-Richtlinien, die von der Mehrheit der Wissenschaftler auf diesem Gebiet als unzureichend für den Schutz vor Gesundheitsrisiken wie Krebs angesehen werden (<https://www.emfscientist.org>). Der Bericht stellt keine gründliche, ausgewogene, objektive und aktuelle Bewertung der Krebsrisiken und anderer gefährlicher Auswirkungen von HF-Strahlung dar. Er ist auch auffallend widersprüchlich, da er zu dem Schluss kommt, dass ernsthafte gesundheitliche Auswirkungen wie Krebs und Geburtsfehler "möglich" sind. Dennoch erhebt sie keine Einwände gegen die Einführung von 5G und empfiehlt, dass spätere Studien durchgeführt werden, um gesundheitliche Folgen wie Krebs und Geburtsfehler zu untersuchen. Es werden also keine Lehren aus den bisherigen Beobachtungen über erhöhte Krebsrisiken gezogen [49]. Die Schlussfolgerung der Kommission, dass es keinen Grund gibt, die Nutzung niedrigerer Frequenzen für 5G bis zu 3,5 GHz zu stoppen, weil es keine "nachgewiesenen negativen Auswirkungen auf die Gesundheit" gibt, spiegelt lediglich die voreingenommenen Schlussfolgerungen der von der ICNIRP dominierten Gruppen wider. Daher muss diese Schlussfolgerung zurückgewiesen werden, und es müssen neue Richtlinien für frühere und neue Frequenzen festgelegt werden, die die neue Technologie, das andere Ausbreitungsmuster für 5G und die erhöhte HF-Strahlung berücksichtigen. Ein Moratorium für die Einführung von 5G für die drahtlose Kommunikation ist dringend erforderlich [13]. Letztlich sind kabelgebundene Lösungen vorzuziehen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.wignet.com/2218-4333/full/v12/i6/393.htm>

--

Die entscheidende Bedeutung von molekularen Biomarkern und bildgebenden Verfahren bei der Untersuchung von Elektrohypersensitivität. Ein internationaler wissenschaftlicher Konsensbericht

Belpomme, Dominique, George L. Carlo, Philippe Irigaray, David O. Carpenter, Lennart Hardell, Michael Kundi, Igor Belyaev, Magda Havas, Franz Adlkofer, Gunnar Heuser, Anthony B. Miller, Daniela Caccamo, Chiara De Luca, Lebrecht von Klitzing, Martin L. Pall, Priyanka Bandara, Yael Stein, Cindy Sage, Morando Soffritti, Devra Davis, Joel M. Moskowitz, S. M.J. Mortazavi, Martha R. Herbert, Hanns Moshhammer, Gerard Ledoigt, Robert Turner, Anthony Tweedale, Pilar Muñoz-Calero, Iris Udasin, Tarmo Koppel, Ernesto Burgio, und André Vander Vorst. 2021. "Die kritische Bedeutung von molekularen Biomarkern und Bildgebung bei der Untersuchung von Elektrohypersensibilität. A Scientific Consensus International Report" *International Journal of Molecular Sciences* 22(14):7321. doi:10.3390/ijms22147321.

Abstrakt

Die klinische Forschung, die darauf abzielt, Krankheiten anhand klinischer Beobachtungen sowie biologischer und radiologischer Befunde objektiv zu identifizieren und zu charakterisieren, ist ein entscheidender erster Forschungsschritt bei der Festlegung objektiver Diagnosekriterien und Behandlungen. Werden solche diagnostischen Kriterien nicht zuerst definiert, kann die Erforschung von Pathogenese und Ätiologie zu schwerwiegenden Verwechslungen und fehlerhaften medizinischen Interpretationen führen. Dies gilt insbesondere für die Elektrohypersensibilität (EHS) und vor allem für die so genannten "Provokationstests", die nicht den kausalen Ursprung der EHS untersuchen, sondern den mit der EHS verbundenen besonderen Zustand der Umweltintoleranz mit Überempfindlichkeit gegenüber künstlichen elektromagnetischen Feldern (EMF). Da diese Tests jedoch von mehreren EMF-assoziierten physikalischen und biologischen Parametern abhängen und an Patienten durchgeführt wurden, ohne dass zuvor EHS objektiv und/oder Endpunkte angemessen definiert wurden, können sie derzeit nicht als gültige Forschungsmethoden zur Pathogenese angesehen werden. Folglich schließen die negativen Ergebnisse dieser Tests eine Rolle der EMF-Exposition als symptomatischer Auslöser bei EHS-Patienten nicht aus. Außerdem gibt es keinen Beweis dafür, dass EHS-Symptome oder EHS selbst durch psychosomatische oder Nocebo-Effekte verursacht werden. Dieser internationale Konsensbericht plädiert für die Anerkennung von EHS als eigenständige neuropathologische Erkrankung und für ihre Aufnahme in die Internationale Klassifikation der Krankheiten der WHO.

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/14/7321>

--

Überprüfung der wissenschaftlichen Erkenntnisse über die individuelle Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern (EHS)

Dariusz Leszczynski. Überprüfung der wissenschaftlichen Beweise für die individuelle Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern (EHS). *Rev Environ Health*. 2021 Jul 6. doi: 10.1515/reveh-2021-0038.

Zusammenfassung

Ein Teil der Bevölkerung betrachtet sich selbst als empfindlich gegenüber der vom Menschen verursachten elektromagnetischen Strahlung (EMF), die von Stromleitungen, elektrischen Leitungen, elektrischen Haushaltsgeräten und drahtlosen Kommunikationsgeräten und -netzen ausgeht. Die Empfindlichkeit ist durch eine Vielzahl von unspezifischen Symptomen gekennzeichnet, die die empfindlichen Personen angeben, wenn sie EMF ausgesetzt sind. Während die empfundenen Symptome derzeit als reale Beeinträchtigung des Lebens angesehen werden, bleibt der Faktor, der diese Symptome verursacht, unklar. Bisher waren Wissenschaftler nicht in der Lage, einen kausalen Zusammenhang zwischen den von empfindlichen Personen empfundenen Symptomen und der EMF-Exposition herzustellen. Wie in dieser Übersichtsarbeit dargestellt, sind die bisher durchgeführten wissenschaftlichen Studien zur Untersuchung der EMF-Empfindlichkeit jedoch von schlechter Qualität, um einen Zusammenhang zwischen der EMF-Exposition und den Empfindlichkeitssymptomen einiger Personen herzustellen. Es ist logisch, davon auszugehen, dass die Empfindlichkeit gegenüber EMF existiert, aber die wissenschaftliche Methodik, mit der sie festgestellt wurde, von unzureichender Qualität ist. Es ist an der Zeit, psychologisch motivierte Provokationsstudien, die nach gefühlsbedingten, unspezifischen Symptomen fragen, die von Freiwilligen unter EMF-Exposition erlebt werden, aufzugeben. Ein solcher Forschungsansatz liefert nur subjektive und daher höchst unzuverlässige Daten, die nicht ausreichen, um den Kausalzusammenhang zwischen EHS und EMF zu beweisen oder zu widerlegen. Bei der Untersuchung der Empfindlichkeit gegenüber EMF muss eine neue Richtung eingeschlagen werden. Grundlage dafür ist die Vorstellung eines allgemein bekannten Phänomens der individuellen Empfindlichkeit, bei dem die Reaktionen des Einzelnen auf EMF von den genetischen und epigenetischen Eigenschaften des Einzelnen abhängen. Hier wird vorgeschlagen, dass neue Studien, die den Ansatz der Provokation, bei dem Freiwillige EMF ausgesetzt werden, mit Hochdurchsatztechnologien der Transkriptomik und Proteomik kombinieren, zur Erzeugung objektiver Daten verwendet werden, um biochemische Reaktionen des menschlichen Körpers auf EMF auf molekularer Ebene zu ermitteln.

Abschließende Schlussfolgerungen

- Probleme und Lösungen für die EHS-Forschung sind in Abbildung 2 zusammengefasst
- .- In den letzten 30 Jahren hat eine beträchtliche Anzahl von Forschungsstudien den Kausalzusammenhang zwischen EMF-Expositionen und EHS-Symptomen untersucht.
- Die Mehrheit der Studien fand keinen Zusammenhang zwischen EMF und EHS.
- Die EHS-Studien untersuchten akute Wirkungen, waren aber nicht in der Lage, verzögerte EMF-Reaktionen zu untersuchen.
- Das Hauptproblem besteht darin, dass die Wissenschaftler nicht wissen, ob die EHS-Freiwilligen tatsächlich eine korrekte EHS-Selbstdiagnose gestellt haben oder ob die Diagnose falsch ist und die Versuchsgruppen in unbekanntem Ausmaß durch Nicht-EHS-Personen kontaminiert sind. Im Extremfall könnte die kleine Gruppe von Freiwilligen, die für die Forschungsstudie verwendet wird, überhaupt keine EHS-Personen enthalten.
- In jüngster Zeit ist die EHS-Forschung in Richtung Nocebo als Ursache von EHS abgedriftet, was falsch ist.
- Anstatt die offensichtlichen Auswirkungen des Nocebo oder die Krankheit von Medizinstudenten zu untersuchen, sollte sich die Forschung darauf konzentrieren, geeignete biochemische und biophysikalische Marker zu finden, die in Kombination mit auf einzelne Personen ausgerichteten Provokationsstudien verwendet werden könnten, um die Ursachen der EHS-Symptome zu ermitteln.
- Die Meinung, dass es keinen Kausalzusammenhang zwischen EHS und EMF gibt, ist unbewiesen. Diese Meinung, die vom EMF-Projekt der Weltgesundheitsorganisation, der Internationalen

Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung, dem Internationalen Komitee für elektromagnetische Sicherheit und zahlreichen Regierungsorganisationen geäußert wurde, sollte revidiert werden, da die wissenschaftlichen Forschungsdaten von unzureichender Qualität sind, um als Beweis für die fehlende Kausalität herangezogen werden zu können

<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2021-0038/html>

--

Entwicklung der Inzidenz von nicht-bösartigen Meningeomen und vestibulären Schwannomen in den Vereinigten Staaten, 2004-2017

Diana R Withrow, Susan S Devesa, Dennis Deapen, Valentina Petkov, Alison L Van Dyke, Margaret Adamo, Terri S Armstrong, Mark R Gilbert, Martha S Linet. Entwicklung der Inzidenz von nicht-bösartigen Meningeomen und vestibulären Schwannomen in den Vereinigten Staaten, 2004-2017. *Cancer*. 2021 Jun 23. doi: 10.1002/cncr.33553.

Zusammenfassung

Hintergrund: Angesichts der Besorgnis über die Risiken, die mit der zunehmenden Nutzung von Mobiltelefonen in den letzten Jahrzehnten verbunden sind, analysierten die Autoren die zeitlichen Trends der Inzidenzraten von nicht-malignen Meningeomen und vestibulären Schwannomen in den Vereinigten Staaten.

Methoden: Die Inzidenz von nicht-malignen Meningeomen und vestibulären Schwannomen bei Erwachsenen in den Surveillance, Epidemiology, and End Results 18 Registern wurde zwischen 2004 und 2017 nach der Art der Diagnose ausgewertet: mikroskopisch (MC) oder röntgenologisch bestätigt (RGC). Jährliche prozentuale Veränderungen (APCs) und 95 %-KIs wurden mithilfe log-linearer Modelle geschätzt.

Ergebnisse: Die Gesamtraten für Meningeome (n = 108.043) stiegen von 2004 bis 2009 signifikant an (APC, 5,4 %; 95 % CI, 4,4 %-6,4 %), stiegen dann aber bis 2017 langsamer an (APC, 1,0 %; 95 % CI, 0,6 %-1,5 %). Die Raten für MC-Meningeome veränderten sich von 2004 bis 2017 kaum (APC, -0,3 %; 95 % KI, -0,7 %, 0,1 %), während sie für RGC-Meningeome bis 2009 rasch anstiegen (APC, 9,5 %; 95 % KI, 7,8 %-11,1 %) und danach nur noch geringfügig zunahmten (APC, 2,3 %; 95 % KI, 1,5 %-3,0 %). Die Gesamtraten für vestibuläre Schwannome (n = 17.475) waren stabil (APC, 0,4 %; 95 % CI, -0,2 %, 1,0 %), aber die Raten für MC vestibuläre Schwannome gingen zurück (APC, -1,9 %; 95 % CI, -2,7 %, -1,1 %), während die Raten für RGC vestibuläre Schwannome stiegen (2006-2017: APC, 1,7 %; 95 % CI, 0,5 %-3,0 %). Für jeden Tumor waren die Trends nach Diagnosemethode für jedes Geschlecht und jede rassische/ethnische Gruppe ähnlich, aber die RGC-Diagnose war bei älteren Patienten und bei kleineren Tumoren wahrscheinlicher. Die Trends bei Meningeomen und der Anteil der RGC-Diagnosen variierten je nach Register erheblich.

Schlussfolgerungen: In dieser ersten großen, detaillierten Auswertung verdeckten die Gesamttrends die Unterschiede zwischen den Diagnosemethoden, aber die seit kurzem stabilen Raten sprechen gegen einen Zusammenhang mit der Nutzung von Mobiltelefonen. Die Unterschiede zwischen den Registern müssen ausgewertet werden, um die Erfassung dieser nicht bösartigen Tumoren zu verbessern.

Zusammenfassung: Die Ätiologie der meisten gutartigen Meningeome und vestibulären Schwannome ist nur unzureichend bekannt, aber es wurden Bedenken geäußert, ob die Nutzung von Mobiltelefonen zum Risiko der Entwicklung dieser Tumoren beiträgt. Deskriptive Studien, die zeitliche Trends untersuchen, könnten Aufschluss geben; weltweit erfassen jedoch nur wenige Register diese nicht bösartigen Fälle. In den Vereinigten Staaten ist die Meldung gutartiger Meningeome und vestibulärer Schwannome seit 2004 gesetzlich vorgeschrieben. Dies war die erste große, systematische Studie zur Quantifizierung und Charakterisierung der Inzidenztrends für Meningeome und Vestibularisschwannome in Abhängigkeit davon, ob die Tumoren mikroskopisch oder nur röntgenologisch diagnostiziert wurden. Unterschiedliche Trends zwischen den Registern und nach Diagnosemethode legen nahe, dass bei der Interpretation der Muster Vorsicht geboten ist.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34160068/>

Auszüge

"Die ätiologischen Faktoren für die meisten gutartigen Meningeome und vestibulären Schwannome (Akustikusneurinome) sind nur unzureichend bekannt, doch werden seit langem Bedenken geäußert, ob die Nutzung von Mobiltelefonen das Auftreten dieser Tumoren des zentralen Nervensystems (ZNS) auslösen oder fördern könnte. 1, 2 Analytische epidemiologische Studien, die die Nutzung von Mobiltelefonen und das Risiko von Meningiomen untersuchten, zeigten keinen Zusammenhang bei einer Nutzungsdauer von mehr als 10 Jahren (siehe Tabelle 1). Für Schwannome des Vestibularapparats wurde kein konsistenter Zusammenhang zwischen langfristiger Mobiltelefonnutzung und dem Risiko festgestellt, allerdings gibt es eine Heterogenität zwischen den Untersuchungen, und in einigen wenigen Studien wurde bei einer Nutzungsdauer von mehr als 10 Jahren ein erhöhtes Risiko beobachtet (siehe Tabelle 2). 2"

"Die Bewertung eines statistischen Zusammenhangs zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und dem Risiko eines Meningeoms oder vestibulären Schwannoms war aufgrund der verwendeten deskriptiven epidemiologischen Studienmethoden und des Mangels an detaillierten Daten über die Vorgeschichte, die Häufigkeit und die Stunden pro Tag, pro Woche oder pro Monat der Mobiltelefon-Nutzung bei Patienten mit gutartigen Hirntumoren und bei einer geeigneten Vergleichsgruppe nicht möglich.

"Der potenziell große Einfluss dieser nicht-ätiologischen Faktoren auf die Inzidenztrends und die bescheidenen Anstiege bei Meningeomen und stabilen Vestibularschwannom-Raten in den letzten Jahren sprechen gegen eine wesentliche Auswirkung des enormen Anstiegs der Mobiltelefon-Nutzung auf das zugrunde liegende Krankheitsrisiko. Diese Schlussfolgerung setzt jedoch voraus, dass die Latenzzeit nicht mehrere Jahrzehnte beträgt.

Mein Kommentar: Obwohl die Fall-Kontroll-Forschung, die den Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und Meningeomen untersucht, gemischte Ergebnisse liefert, ergab diese Studie, dass die Inzidenz von Meningeomen in den USA seit 2009 immer noch ansteigt, nur langsamer.

Die Ergebnisse der epidemiologischen Forschung, die den Zusammenhang zwischen [Mobiltelefonnutzung und Akustikusneurinomen](#) untersucht, sind konsistenter; allerdings kann die Latenzzeit für die Tumoridentifizierung 20 oder mehr Jahre betragen.

Das Smartphone wurde in den USA 2007 mit dem ersten iPhone und 2008 mit Android-Handys populär. Bei vielen Smartphones befinden sich die Mobilfunkantennen an der Unterseite des Geräts, so dass der Nacken, nicht der Kopf, bei denjenigen, die das Telefon am Ohr halten, wahrscheinlich am stärksten der Mikrowellenstrahlung ausgesetzt ist. In [zwei Fall-Kontroll-Studien](#) wurde ein

Zusammenhang zwischen Schilddrüsenkrebs und der Nutzung von Mobiltelefonen festgestellt, und die [Häufigkeit von Schilddrüsenkrebs](#) hat in vielen Ländern, darunter auch in den USA, rapide zugenommen.

--

Immunität und elektromagnetische Felder

Piotr Piszczek, Karolina Wójcik-Piotrowicz, Krzysztof Gil, Jolanta Kaszuba-Zwoińska. Immunität und elektromagnetische Felder. Environ Res. 2021 Jun 11;111505. doi: 10.1016/j.envres.2021.111505.

Zusammenfassung

Trotz zahlreicher Studien ist die Frage nach dem positiven oder negativen Einfluss elektromagnetischer Felder (EMF) auf lebende Organismen nach wie vor ungelöst. Bislang sind die Ergebnisse uneinheitlich und zwischen verschiedenen Labors kaum vergleichbar. Die beobachteten biologischen Wirkungen sind nicht nur von den angewandten EMF selbst abhängig, sondern auch von vielen anderen Faktoren wie dem getesteten Modellsystem oder der Umwelt. In einem Organismus spielt das Immunsystem, das aus verschiedenen Zelltypen besteht, die Rolle des Abwehrsystems gegen externe Stressoren. Die Immunzellen sind an vielen physiologischen Prozessen beteiligt und für das reibungslose Funktionieren des gesamten Organismus verantwortlich. Jeder Faktor, der immunmodulatorische Wirkungen hervorrufen kann, kann die Reaktion des Immunsystems schwächen oder verstärken. Diese Übersicht konzentriert sich auf ein breites Spektrum elektromagnetischer Felder als mögliche externe Faktoren, die die angeborene und/oder adaptive Immunität modulieren können. Unter Berücksichtigung der vorhandenen Datenbanken haben wir die durch EMF hervorgerufenen biologischen Wirkungen auf bestimmte Arten von Immunzellen, die an verschiedenen Arten von Immunreaktionen beteiligt sind, mit den üblichen mechanistischen Modellen und den meist aktivierten intrazellulären Signalkaskadenwegen zusammengestellt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34126050/>

Höhepunkte

- Die Zellen des Immunsystems werden durch die Exposition gegenüber EMF beeinflusst.
- EMF könnten die Effektoraktivitäten der Immunantwort modulieren.
- Die biologische Wirksamkeit hängt mit dem Frequenzbereich der EMF und den Zelltypen zusammen.
- Die zellulären Veränderungen könnten durch Synergieeffekte von EMF und anderen Stressoren verstärkt werden.

Schlussfolgerungen

Gegenwärtig ist es äußerst schwierig, einen intrazellulären Mechanismus auszuwählen, der eine dominante Rolle bei der Modulation der Lebensfähigkeit und/oder der Effektoraktivitäten verschiedener Arten von Immunzellen unter EMF-Exposition in einem breiten Spektrum von Parametern spielen könnte. Die große Anzahl von Ergebnissen, die für verschiedene EMF-Parameter und experimentelle Bedingungen erzielt wurden, erlauben keinen einfachen Vergleich der Ergebnisse verschiedener Laboratorien. Dennoch stimmen die meisten Studien darin überein:

- (i) Es gibt keinen allgemein anerkannten physikalischen und/oder biologischen Mechanismus der EMF-Wirkung, unabhängig von der Art der Studien (d.h. in vivo/in vitro);
- (ii) Es gibt keine schlüssigen Beweise für genotoxische Wirkungen von EMF;

- (iii) Erkenntnisse über intrazelluläre Wirkungen wie EMF-induzierte Modulationen der Genexpression, des Gehalts an Hitzeschockproteinen, der Zellmembranoberfläche und der Zellmorphologie, der Signaltransduktionswege, der Ionenhomöostase und des ROS-Gehalts können nicht ausgeschlossen werden;
- (iv) signifikante biologische Wirkungen werden bei gleichzeitiger EMF-Exposition mit anderen Zellstimuli festgestellt (synergetische Effekte);
- (v) die Reaktion der verschiedenen Immunzellen unterscheidet sich in Abhängigkeit vom EMF-Typ;
- (vi) Die multidirektionale Forschung an Immunzellkulturen muss auf jeden Fall fortgesetzt werden, um die potenziellen Risiken der EMF-Exposition zu verstehen;
- (vii) der Einfluss von EMF auf die angeborene Immunität scheint ein interessantes Thema im Zusammenhang mit dem Alterungsprozess zu sein (Pawelec et al., 2020).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass EMF ein vielversprechendes Instrument zur Modulation verschiedener Immunzell-Signalwege und Reaktionen des Immunsystems zu sein scheinen. Darüber hinaus sind die Studien über die Wirkung elektromagnetischer Felder allein oder in Kombination mit Medikamenten in die Hauptinteressen der EMF-bezogenen Forschung in Medizin und Gesundheitswesen eingebettet.

--

Exposition von Männern gegenüber Mobiltelefonen, Fruchtbarkeit und Spermienqualität: Ergebnisse aus zwei Kohortenstudien vor der Empfängnis

E E Hatch, S K Willis, A K Wesselink, E M Mikkelsen, M L Eisenberg, G J Sommer, H T Sorensen, K J Rothman, L A Wise. Männliche Mobiltelefon-Exposition, Fruchtbarkeit und Spermienqualität: Ergebnisse aus zwei präkonzeptionellen Kohortenstudien. Hum Reprod. 2021 Apr 20;36(5):1395-1404. doi: 10.1093/humrep/deab001.

Zusammenfassung

Fragestellung der Studie: In welchem Ausmaß ist die Exposition gegenüber Mobiltelefonen mit der männlichen Fruchtbarkeit verbunden?

Zusammenfassende Antwort: Insgesamt fanden wir nur einen geringen Zusammenhang zwischen dem Tragen eines Mobiltelefons in der vorderen Hosentasche und der männlichen Fruchtbarkeit, obwohl bei schlanken Männern (BMI <25 kg/m²) das Tragen eines Mobiltelefons in der vorderen Hosentasche mit einer geringeren Fruchtbarkeit verbunden war.

Was bereits bekannt ist: Einige Studien deuten darauf hin, dass die Nutzung von Mobiltelefonen mit einer schlechten Samenqualität verbunden ist, aber die Ergebnisse sind widersprüchlich.

Studiendesign, Größe, Dauer: Es wurden zwei prospektive präkonzeptionelle Kohortenstudien mit Männern in Dänemark (n = 751) und in Nordamerika (n = 2349) durchgeführt, die über das Internet eingeschrieben und von 2012 bis 2020 verfolgt wurden.

Teilnehmer/Materialien, Setting, Methoden: Im Ausgangsfragebogen gaben die Männer an, wie viele Stunden/Tag sie ein Handy an verschiedenen Körperstellen tragen. Wir ermittelten die Zeit bis zur Schwangerschaft anhand von zweimonatlichen Follow-up-Fragebögen, die von der Partnerin bis zu 12 Monate lang oder bis zur gemeldeten Empfängnis ausgefüllt wurden. Mit Hilfe von Regressionsmodellen mit proportionalen Wahrscheinlichkeiten schätzten wir die

Fruchtbarkeitsquotienten (FRs) und 95 %-Konfidenzintervalle (CIs) für den Zusammenhang zwischen männlichen Mobiltelefongewohnheiten und Fruchtbarkeit, wobei wir uns auf die Exposition in der vorderen Hosentasche konzentrierten, und zwar in jeder Kohorte separat und in einer kohortenübergreifenden Metaanalyse mit festen Effekten. Bei einer Untergruppe der Teilnehmer untersuchten wir ausgewählte Spermaparameter (Spermavolumen, Spermienkonzentration und Spermienmotilität) mit Hilfe eines Spermatest-Kits für zu Hause.

Wichtigste Ergebnisse und die Rolle des Zufalls: Insgesamt gab es nur einen geringen Zusammenhang zwischen dem Tragen eines Mobiltelefons in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit: Der FR für jede Exposition in der vorderen Hosentasche im Vergleich zu keiner Exposition betrug 0,94 (95% CI: 0,83-1,05). Wir beobachteten einen umgekehrten Zusammenhang zwischen jeglicher Exposition in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit bei Männern mit einem BMI von <25 kg/m² (FR = 0,72, 95% CI: 0,59-0,88), aber einen geringen Zusammenhang bei Männern mit einem BMI von ≥ 25 kg/m² (FR = 1,05, 95% CI: 0,90-1,22). Es gab nur wenige konsistente Assoziationen zwischen Handy-Exposition und Spermienvolumen, Spermienkonzentration oder Spermienmotilität.

Einschränkungen, Gründe zur Vorsicht: Die Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen unterliegt einer beträchtlichen nicht-differentiellen Fehlklassifikation, die die Schätzungen für dichotome Vergleiche und extreme Expositions-Kategorien (z.B. Exposition 8 vs. 0 h/Tag) tendenziell abschwächen würde. Verbleibende Verunreinigungen durch den Beruf oder andere unbekannte oder schlecht gemessene Faktoren könnten die Ergebnisse ebenfalls beeinflusst haben.

Weiterreichende Auswirkungen der Ergebnisse: Insgesamt gab es einen geringen Zusammenhang zwischen dem Tragen des Handys in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit. Bei Männern mit einem BMI <25 kg/m² bestand ein mäßiger inverser Zusammenhang zwischen dem Tragen von Mobiltelefonen in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit, nicht jedoch bei Männern mit einem BMI ≥ 25 kg/m². Obwohl mehrere frühere Studien auf Assoziationen zwischen Handy-Exposition und geringerer Spermienmotilität hingewiesen haben, fanden wir nur wenige konsistente Assoziationen mit irgendwelchen Parametern der Samenqualität.

Finanzierung der Studie/konkurrierende Interessen: Die Studie wurde von den National Institutes of Health unter der Förderungsnummer R03HD090315 finanziert. In den letzten drei Jahren erhielt PRESTO Sachspenden von Sandstone Diagnostics (für Spermakits), Swiss Precision Diagnostics (Heimschwangerschaftstests), Kindara.com (Fruchtbarkeits-App) und FertilityFriend.com (Fruchtbarkeits-App). Dr. L.A.W. ist Myom-Berater für AbbVie, Inc. Dr. H.T.S. berichtet, dass die Abteilung für klinische Epidemiologie an Studien beteiligt ist, die von verschiedenen Unternehmen als Forschungszuschüsse an die Universität Aarhus vergeben und von dieser verwaltet werden. Keine dieser Studien steht im Zusammenhang mit der aktuellen Studie. Dr. M.L.E. ist ein Berater von Sandstone Diagnostics, Ro, Dadi, Hannah und Underdog. Dr. G.J.S. ist Eigentümer von Sandstone Diagnostics Inc. und Entwickler des Trak Male Fertility Testing System. Darüber hinaus hat Dr. G.J.S. ein Patent im Zusammenhang mit dem Trak Male Fertility Testing System angemeldet.

--

Intelligente Geräte/Handys bei Patienten mit Epilepsie? Eine systematische Übersicht

Ali A Asadi-Pooya, Nafiseh Mirzaei Damabi, Marzieh Rostaminejad, Mina Shahisavandi, Anahita Asadi-Pooya. Intelligente Geräte/Handys bei Patienten mit Epilepsie? Eine systematische Übersicht. Acta

Neurol Scand. 2021 Jun 28. doi: 10.1111/ane.13492.

Zusammenfassung

Wir haben die vorhandene Literatur zur Sicherheit der Nutzung von Smartphones, Mobiltelefonen/Internet und Wi-Fi durch Menschen mit Epilepsie (PWE) gemäß den Empfehlungen der PRISMA-Erklärung (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) systematisch überprüft. Scopus, MEDLINE und Google Scholar wurden von Beginn an bis zum 9. April 2021 durchsucht. Als Schlüsselwörter wurden "Epilepsie" ODER "Anfall" UND "Mobiltelefon" ODER "Handy" ODER "Smartphone" ODER "Wi-Fi" ODER "Elektromagnetisch" ODER "Strahlung" verwendet. Die Primärsuche ergab 7766 Studien; 33 Studien waren miteinander verbunden. Insgesamt stützten sich 19 Manuskripte auf Tier- und Computerstudien und 14 Artikel berichteten über Untersuchungen am Menschen. Bei den Tierstudien deuteten 10 Artikel auf schädliche Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMF) auf die Gehirnfunktion/Krampfaktivität hin, während neun Studien diese Hypothese verneinten. Von den Humanstudien deuteten sieben Studien auf schädliche Wirkungen von EMF auf die Hirnfunktion/Krampfaktivität hin, während sieben Studien diese Hypothese verneinten. Keine der Studien lieferte ein gutes Maß an Beweisen. In einer Humanstudie wiesen alle sieben Patienten mit Epilepsie und abnormalem EEG während der Scheinexposition einen Anstieg der Anzahl epileptischer Ereignisse bei Exposition mit Mobilfunkstrahlung auf. In einer anderen Studie über die schädlichen Auswirkungen einer übermäßigen Nutzung von Smart-Technology-Geräten unter Schülern wurde ein Zusammenhang zwischen den gemeldeten Anfällen und den Nutzungsstunden von Smart-Technology-Geräten festgestellt. Obwohl es an qualitativ hochwertigen Beweisen für die Sicherheit der Nutzung von Smartphones, Mobiltelefonen/Internet und Wi-Fi bei PWE mangelt, wird ein umsichtiger Umgang mit diesen Technologien empfohlen, einschließlich der Verwendung von kabelgebundenen Freisprecheinrichtungen oder anderen Maßnahmen zur Verringerung der Exposition.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34180044/>

--

Entwurf und Implementierung von Low-SAR-Antennen für Mobiltelefonanwendungen

Bao Lu, Bo Pang, Wei Hu, Wen Jiang. Entwurf und Implementierung einer Low-SAR-Antenne für Mobiltelefonanwendungen. IEEE Access. 30. Juni 2021. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3093720.

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird ein neuartiger Ansatz für den Entwurf einer Endgeräteantenne mit niedriger SAR (spezifische Absorptionsrate) vorgestellt. Zunächst wird die Beziehung zwischen dem Magnetfeld und dem SAR-Wert mit Hilfe der Formel für das elektrische Feld der SAR und der Maxwell-Gleichungen hergeleitet. Dann wird unter Verwendung der Randbedingungen des Mediums der Wechselwirkungsmechanismus zwischen dem abgestrahlten Magnetfeld der Antenne und dem Magnetfeld im menschlichen Gewebe untersucht. Anschließend wird die Beziehung zwischen dem Oberflächenstrom und dem abgestrahlten Magnetfeld der Antenne hergestellt. Es wird ein Ansatz zur Verringerung des von der Antenne abgestrahlten Magnetfeldes vorgeschlagen, indem der Oberflächenstrom der Antenne direkt angepasst wird, so dass der SAR-Wert des menschlichen Gewebes verringert wird. Schließlich werden zwei Low-SAR-Antennen nach dem vorgeschlagenen Ansatz entworfen. Die Simulations- und Messergebnisse der beiden Low-SAR-Antennen zeigen, dass die -6 dB-Bandbreite beider Antennen 2,4-2,49 GHz beträgt, was dem 2,4 G WLAN-Frequenzband entspricht. Gleichzeitig werden im Vergleich zur Referenzantenne die Spitzenwerte der durchschnittlichen 10 g-SAR der beiden Antennen um mehr als 30 % reduziert. Darüber hinaus liegen

die gemessenen Wirkungsgrade der beiden Low-SAR-Antennen im Betriebsfrequenzbereich bei über 40 %. Die Gültigkeit des vorgeschlagenen Ansatzes wird durch die Simulations- und Messergebnisse der Antenne bewiesen, die als Richtschnur für die SAR-Reduzierung von Antennen für mobile Endgeräte dienen können.

Frei zugängliches Papier: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9468878>

--

Magnetische Interferenz auf implantierbare elektronische Herzgeräte durch die Apple iPhone MagSafe Technologie

Fahd Nadeem, Arismendy Nunez Garcia, Cao Thach Tran, und Michael Wu. Magnetische Interferenz auf kardiale implantierbare elektronische Geräte durch die Apple iPhone MagSafe-Technologie. Zeitschrift der American Heart Association. Jun 2, 2021. doi: 10.1161/JAHA.121.020818.

Zusammenfassung

Hintergrund Magnetisches kabelloses Laden wird in der aktuellen Generation von Smartphones zunehmend eingesetzt. Apples MagSafe ist eine proprietäre kabellose Ladetechnologie mit einer Anordnung von Magneten, die in der Lage ist, eine Magnetfeldstärke von mehr als 50 Gauss (G) zu erzeugen. Wir stellen die Hypothese auf, dass die MagSafe-Technologie von Apple klinisch bedeutsame Magnetinterferenzen bei kardialen implantierbaren elektronischen Geräten (CIED) verursacht.

Methoden und Ergebnisse Diese Studie umfasst eine In-vivo- und eine Ex-vivo-Komponente. Die In-vivo-Komponente besteht aus konsekutiven Patienten, die sich mit zuvor implantierten CIEDs im elektrophysiologischen Labor vorstellten. Das iPhone 12 Pro Max wurde direkt auf der Haut über der Hosentasche dieser Patienten platziert, und die Wirkung wurde durch Abfrage des Geräts untersucht. Für die Ex-vivo-Komponente der Studie wurden CIEDs von großen Geräteherstellern auf magnetische Interferenzen durch das iPhone 12 Pro Max in ungeöffneten Verpackungen getestet. Wir fanden heraus, dass das iPhone 12 Pro Max bei 3/3 (100 %) Teilnehmern in vivo und bei 8/11 (72,7 %) Geräten ex vivo zu klinisch feststellbaren magnetischen Interferenzen führte.

Schlussfolgerungen Apples iPhone 12 Pro Max MagSafe-Technologie kann Magnetinterferenzen bei CIEDs verursachen und hat das Potenzial, lebensrettende Therapien zu verhindern.

<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.121.020818>

Auszug

Es wurde gezeigt, dass der Magnetmodus in CIEDs bereits bei einem Magnetfeld von 10 G aktiviert wird.⁹ Die Magnetfeldstärke des iPhone 12 Pro Max kann bei direktem Kontakt mit dem Magnetometer mehr als 50 G betragen. In unserer Ex-vivo-Studie konnten wir die Magnetumkehr auslösen, indem wir das iPhone 12 Pro Max in einem Abstand von bis zu 1,5 cm zu bestimmten CIED platzierten. Der Unterschied in der Magnetreaktion auf das iPhone 12 Pro Max zwischen den verschiedenen Geräten ist wahrscheinlich auf die unterschiedliche Empfindlichkeit des Hall-Sensor-Magneten zurückzuführen, da alle Geräte für den Standard-Donut-Magneten empfindlich waren. Der Boston Scientific Accolade MRT-Schrittmacher beispielsweise benötigt einen Magneten, der stärker als 70 G ist, um den Magnetmodus zu aktivieren.¹⁰

Unsere Fallserie hat mehrere klinische Implikationen. Menschen tragen ihre Smartphones oft in der Brusttasche über einem Gerät, das sich in unmittelbarer Nähe von CIEDs befinden kann. Dies kann zu einer asynchronen Stimulation oder zur Deaktivierung von antitachykarden Therapien führen. Unsere Studie fügt sich in die wachsende Literatur ein, die EMI durch Magnete in verschiedenen gängigen Technologieprodukten wie Smart-Tablets, E-Zigaretten, Fitnessarmbändern und drahtlosen Kopfhörern nachweist.^{11, 12, 13, 14}

Unsere Fallserie hat mehrere Einschränkungen. Unsere Stichprobengröße ist klein, und wir haben nur ausgewählte Gerätetypen getestet, so dass die Ergebnisse unserer Studie möglicherweise nicht verallgemeinerbar sind. Eine groß angelegte Studie sollte durchgeführt werden, um unsere Ergebnisse zu bestätigen.

Abschließend unterstreicht dieser Bericht, wie wichtig es ist, die Öffentlichkeit über die Wechselwirkung zwischen CIEDs und einem kürzlich veröffentlichten Smartphone-Modell mit magnetischer Ladefunktion aufzuklären. Auf der Website der Food and Drug Administration heißt es zwar, dass Mobiltelefone kein nennenswertes Gesundheitsrisiko für Patienten mit diesen Geräten darstellen, doch wird eingeräumt, dass bestimmte Vorsichtsmaßnahmen ratsam sein können.¹⁵ Aufgrund der Variabilität der Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Smartphone-Modellen wird den Patienten empfohlen, einen Herzrhythmuspezialisten zu konsultieren, um spezifische Empfehlungen für ihr Smartphone und ihren CIED zu erhalten.

--

Generationsbedingtes Risiko für Dickdarm- und Enddarmkrebs in jüngeren Geburtskohorten unter 40 Jahren - die hypothetische Rolle hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen

Devra L. Davis, Aaron M. Pilarcik, Anthony B. Miller. Generationsbedingtes Risiko für Dickdarm- und Mastdarmkrebs in jüngeren Geburtskohorten unter 40 Jahren - die hypothetische Rolle der Hochfrequenzstrahlung von Mobiltelefonen. *Ann Gastroenterol Dig Dis*, 3(1): 09-16. 2020.

Abstrakt

Um festzustellen, ob es Verschiebungen in den Krebsmustern gibt, können die Erkrankungsraten anhand des Generationsrisikos (GR) bewertet werden, wobei die in jüngster Zeit Geborenen mit denen verglichen werden, die Jahrzehnte zuvor geboren wurden. Anhand von Daten der US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC), des US-amerikanischen Surveillance Epidemiology and End-Results (SEER)-Programms und iranischer Krebsregister wird der Anstieg der GR von Dickdarm- und Enddarmkrebs bei den unter 50-Jährigen dargestellt. In den USA haben die in den 1990er Jahren Geborenen bis zum Alter von 24 Jahren ein doppelt so hohes Darmkrebsrisiko (GR=2) und ein vierfach höheres Risiko für Rektumkrebs (GR=4) als die vor sechs Jahrzehnten Geborenen. Experimentelle Studien haben ergeben, dass der Dickdarm und das Rektum von Sprague-Dawley-Ratten äußerst empfindlich auf ionisierende und nicht-ionisierende Hochfrequenzstrahlung (RFR) reagieren und signifikante Unterschiede in den Methylierungsmustern einer Reihe von gut identifizierten Proteinen und anderen Biomarkern aufweisen, die das Krebsrisiko vorhersagen. Die Modellierung der nicht-ionisierenden Exposition zeigt auch, dass die Absorption von RFR in den Dickdarm und das Rektum von Mobiltelefonen, die in der Tasche aufbewahrt werden, die derzeitigen Testgrenzwerte um das Fünffache überschreitet. Französische Regierungstests von Handys, die in der Nähe des Körpers platziert wurden, zeigen eine Exposition gegenüber nicht-ionisierender Strahlung, die bis zu 11 Mal höher ist als die aktuellen Richtlinien. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse ist es ratsam, Richtlinien zu entwickeln, um die direkte Exposition gegenüber HF-Strahlung von Mobiltelefonen zu reduzieren, wie sie auftritt, wenn sie in der Nähe des Körpers aufbewahrt werden,

und um Fortschritte bei Hard- und Software zu fördern, die die direkte Exposition gegenüber HF-Strahlung reduzieren.

Frei zugängliches Papier: <https://www.somatopublications.com/increased-generational-risk-of-colon-and-rectal-cancer-in-recent-birth-cohorts-under-age-40-the-hypothetical-role-of-radiofrequency-radiation-from-cell-phones.pdf>

--

Die nicht-thermischen biologischen Wirkungen und Mechanismen der Mikrowellenexposition

X. Zhao, G. Dong, C. Wang. Die nicht-thermischen biologischen Wirkungen und Mechanismen der Mikrowellenexposition. Int J Radiation Research. 19(3):475-486. Juli 2021. doi: 10.18869/acadpub.ijrr.19.2.475.

Abstrakt

Ziel dieses Artikels war es, einen kurzen Überblick über einschlägige Informationen über die Auswirkungen von Mikrowellenstrahlung auf biologische Systeme zu geben. Die Wechselwirkung zwischen elektromagnetischen Feldern (EMF) und verschiedenen Lebensprozessen fasziniert die Forscher seit dem 18. Als Mikrowellen bezeichnet man die Schwingung eines EMF mit einer Wellenlänge von 1 mm bis 1 m, die Materie in unterschiedlichem Maße durchdringt. Mit der weit verbreiteten und ständig zunehmenden Nutzung von Mikrowellen, z. B. in Mobiltelefonen und anderen drahtlosen Technologien, wurde den potenziellen negativen biologischen Auswirkungen große Aufmerksamkeit geschenkt und Forschung betrieben. Es ist allgemein bekannt, dass Mikrowellen die biologischen Funktionen lebender Organismen sowohl auf zellulärer als auch auf molekularer Ebene beeinflussen und zu Toxizität, Genotoxizität und Transformation führen können. Bisher wurde jedoch noch kein zufriedenstellender Mechanismus vorgeschlagen, um die biologischen Auswirkungen dieser Felder zu erklären. Daher sollte den biologischen Wirkungen von Mikrowellen in Zukunft mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, zumal Mikrowellen in vielen Bereichen Anwendung finden.

<https://ijrr.com/article-1-3716-en.html>

Schlussfolgerungen

In den letzten Jahren hat die Besorgnis der Öffentlichkeit über die biologischen Auswirkungen von Mikrowellenstrahlung aus der drahtlosen Kommunikation zugenommen. Die Zahl der Berichte über die durch Mikrowellenstrahlung induzierten Wirkungen in verschiedenen zellulären und molekularen Systemen nimmt weiter zu und lenkt die öffentliche Aufmerksamkeit auf den Schutz vor Mikrowellenstrahlung. Bis jetzt wurde jedoch noch kein zufriedenstellender Mechanismus vorgeschlagen, um die biologischen Auswirkungen dieser Felder zu erklären. Die Theorien und Hypothesen, die einige der lokalen physiologischen Phänomene erklären, sind begrenzt, was die Formulierung spezifischer diagnostischer Kriterien und spezifischer Methoden zur Vorbeugung und Behandlung erschwert.

Derzeit ist der physische Schutz die wichtigste Maßnahme zum Schutz vor EMR, einschließlich Schutzkleidung mit Metalldrähten. Darüber hinaus sind medizinische Interventionen durch die Verwendung von Antioxidantien ebenfalls vorteilhaft für den Schutz vor EMR, obwohl es an spezifischen Medikamenten fehlt. Zu den möglichen Medikamenten gehören Melatonin (28), Carnitin, Kaffeesäurephenethylester (CAPE) (59), Vitamin C (60) und verschiedene Arten chinesischer Arzneimittel (61).

Ob Mobiltelefone oder andere drahtlose Technologien für den Menschen schädlich sind, ist nach wie vor umstritten, aber die Forschung deutet zunehmend darauf hin, dass es unwahrscheinlich ist, dass sie bei Erwachsenen Hirntumore verursachen (62) oder Lern- und Gedächtnisprozesse beeinträchtigen (63, 64). Darüber hinaus haben einige Studien sogar ergeben, dass von Mobiltelefonen ausgehende Mikrowellen adaptive Reaktionen hervorrufen können, die Tiere widerstandsfähiger gegen ionisierende Strahlung machen (65). Dennoch sollten Anstrengungen unternommen werden, um die Exposition gegenüber Mikrowellenstrahlung zu minimieren, indem man sich von Fernsehtürmen, Radarstationen und anderen stark strahlenden Gebieten fernhält. Darüber hinaus wurde die Nutzung von Mobiltelefonen zwar nicht mit Hirntumoren in Verbindung gebracht, doch kann die langfristige Nutzung schädlich für die Augen (66) und das Gehirn sein (67). Daher sollten mobile Geräte in einem sicheren Abstand zum Kopf gehalten und, wenn möglich, Kopfhörer verwendet werden.

Mikrowellenstrahlung kann auch von Mikrowellenherden ausgehen, die im täglichen Leben häufig für die Zubereitung von Speisen verwendet werden. Eine häufig verwendete Frequenz in solchen Öfen ist 2450 MHz (68). Im Allgemeinen können Mikrowellenherde als eine sichere Art des Kochens angesehen werden (68); bei unsachgemäßer Verwendung können jedoch die Augen geschädigt oder sogar Verbrühungen und Verbrennungen verursacht werden (69). Als Sicherheitsvorkehrung sollte bei der Verwendung von Mikrowellenherden ein Sicherheitsabstand eingehalten werden. Einige Studien deuten darauf hin, dass, obwohl es in der aktuellen Literatur keine eindeutigen Beweise für einen Zusammenhang zwischen männlicher Unfruchtbarkeit und der Exposition gegenüber Mobiltelefonen gibt, eine Begrenzung der Exposition gegenüber den möglichen schädlichen Auswirkungen von Mobiltelefonen, Laptops und Mikrowellenherden empfohlen wird (70).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die biologischen Wirkungen von Mikrowellen zwar umstritten sind, künftige Studien zu den nicht-thermischen Wirkungen und Mechanismen von Mikrowellenstrahlung aber wahrscheinlich zu einem besseren Verständnis der vorübergehenden biologischen Wirkungen führen werden, die langfristige Auswirkungen auf mikrobielle Zellen, Tiere und Menschen haben können. Immer mehr Studien befassen sich mit den biologischen Wirkungen von Mikrowellen, und es ist zu erwarten, dass ihre Zahl in Zukunft noch zunehmen wird, da Mikrowellen in vielen Bereichen Anwendung finden.

--

Eine Übersicht über Protokolle und Leitlinien zur Exposition von Bewohnern gegenüber elektromagnetischer Feldstrahlung (EMFR) in Gebäuden

Shabnam Monadzadeh, Charles J. Kibert, Jiaxuan Li, Junghoon Woo, Ashish Asutosh, Samira Roostaie, Maryam Kouhirostami. Eine Übersicht über Protokolle und Richtlinien zur Exposition von Bewohnern gegenüber elektromagnetischer Feldstrahlung (EMFR) in Gebäuden. *Journal of Green Building*. (2021) 16 (2): 55-81. doi: 10.3992/jgb.16.2.55.

Höhepunkte

- Ein umfassender Überblick über die zunehmenden Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMFR) auf die Gesundheit von Gebäudenutzern
- Wissenschaftliche Belege für die schädlichen Auswirkungen von EMFR
- Regierungen und Gesundheitsbehörden erlassen Vorschriften zur Verringerung der EMFR-Exposition
- Nationale und internationale Vorschriften in Bezug auf die Grenzwerte, die sie zum Schutz der menschlichen Gesundheit festlegen

- Bietet Forschern eine solide Grundlage für weitere Studien zu den Auswirkungen von EMFR in verschiedenen Szenarien der bebauten Umwelt

Abstrakt

Ein beträchtlicher Teil der in den letzten Jahrzehnten entstandenen Technologie erzeugt elektromagnetische Felder (EMFR). Kommunikationsgeräte, Haushaltsgeräte, Industrieanlagen sowie medizinische Geräte und Vorrichtungen erzeugen alle EMFR mit unterschiedlichen Frequenzen, Stärken und Reichweiten. Einige EMFR, wie extrem niederfrequente (ELF), hochfrequente (RF) und ionisierende (IR) Strahlung, haben nachweislich schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Je nach Frequenz und Stärke der Strahlung können EMFR gesundheitliche Auswirkungen auf zellulärer Ebene sowie auf Gehirn-, Nerven- und Herz-Kreislauf-Ebene haben. Die Gesundheitsbehörden haben auf lokaler und globaler Ebene Vorschriften erlassen, um kritische Werte zur Begrenzung der schädlichen Auswirkungen von EMFR festzulegen. Durch die Einführung eines umfassenderen Bereichs der EMFR-Studie und -Praxis können Architekten und Designer eine sicherere elektromagnetische (EM) Innenraumumgebung entwerfen und als Bau- und Konstruktionsspezialisten in der Lage sein, EM-Strahlung zu überwachen und zu reduzieren. In diesem Papier werden die Art der EMFR in der bebauten Umwelt, die verschiedenen EMFR-Quellen und ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit beschrieben. Es geht auf europäische und US-amerikanische Vorschriften für EMFR in Gebäuden ein und enthält einen vorläufigen Aktionsplan. Die Herausforderungen bei der Entwicklung von Messprotokollen für die verschiedenen EMFR-Frequenzbereiche und die Bestimmung der Auswirkungen von EMFR auf die Bewohner von Gebäuden werden erörtert. In diesem Papier wird argumentiert, dass eine ausgereifte Methode zur Messung von EMFR in Gebäuden und die Verknüpfung dieser Messungen mit den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit die Gesundheit der Bewohner fördern und in der künftigen Forschung zu einer angemessenen Entwicklung von Schutzmaßnahmen für die Bewohner von Gebäuden führen wird.

Dissertation (frei zugänglich): <https://ufdc.ufl.edu/UFE0052666/00001>

--

Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern: Vergleich von Exposimetern mit einem neuartigen, am Körper getragenen Messgerät

Anke Huss, Stefan Dongus, Reza Aminzadeh, ArnoThielens, Matthias van den Bossche, Patrick Van Torre, René de Seze, Elisabeth Cardis, Marloes Eeftens, Wout Joseph, Roel Vermeulen, MartinRöösli. Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern: Vergleich von Exposimetern mit einem neuartigen, am Körper getragenen Messgerät. Umwelt International. 156, November 2021, 106711. doi: 10.1016/j.envint.2021.106711

Höhepunkte

- Persönliche Exposimeter werden häufig für HF-EMF-Messungen verwendet, weisen aber Mängel auf.
- Wir haben ein neuartiges, am Körper kalibriertes Gerät mit verteilten Sensoren (BWDM) entwickelt.
- Das BWDM ist so konzipiert, dass es die Körperabschirmung minimiert und frequenzspezifische Antennen verwendet.
- Wir haben die HF-EMF-Exposition parallel mit drei Gerätetypen gemessen.
- Exposimeter liefern geringfügig niedrigere Expositionen, ordnen aber die gemittelten Expositionen

genau ein.

Zusammenfassung

Hintergrund Die Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) wird häufig mit persönlichen Exposimetern gemessen, aber die Genauigkeit der Messungen kann beeinträchtigt werden, da das Tragen der Geräte am Körper zu einer Körperabschirmung führen kann. Außerdem kann die kompakte Bauweise die Frequenzselektivität des Sensors beeinträchtigen. Ziel dieser Studie war der Vergleich von Messungen, die mit einem am Körper getragenen verteilten Multiband-Exposimeter (BWDM) durchgeführt wurden, mit zwei im Handel erhältlichen persönlichen Exposimetern (ExpoM-RF und EmeSpy 200) unter realen Bedingungen.

Schlussfolgerung

Unsere Gerätevergleiche sind aufschlussreich für die Interpretation bestehender epidemiologischer Forschungsergebnisse und können zukünftigen Studien helfen, bessere Expositionsbewertungsstrategien zu entwickeln und die in der wissenschaftlichen Literatur angegebenen HF-EMF-Expositionswerte zu interpretieren. Insgesamt zeigt unsere Studie, dass die Verwendung eines einzelnen Exposimeters innerhalb der derzeit verwendeten Frequenzbänder zu etwas niedrigeren Expositionen führt als die Messung mit einem BWDM, was höchstwahrscheinlich auf die Körperabschirmung zurückzuführen ist, aber die Expositionswerte zuverlässig einordnet. Die Körperabschirmung könnte wahrscheinlich zumindest teilweise durch die Verwendung von zwei Exposimetern auf gegenüberliegenden Seiten des Körpers gemildert werden ([Bhatt et al., 2016](#)). Aufgrund ihrer einfacheren Handhabung und relativ kompakten Größe stellen Exposimeter daher wertvolle Instrumente zur Bewertung der Exposition der Bevölkerung gegenüber HF-EMF dar.

Frei zugängliches Papier:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021003366?via%3Dihub>

--

Konformitätsbewertung der epithelialen oder absorbierten Leistungsdichte unterhalb von 10 GHz mit Hilfe von SAR-Messsystemen

Theodoros Samaras, Andreas Christ, Niels Kuster. Konformitätsbewertung der epithelialen oder absorbierten Leistungsdichte unter 10 GHz mit Hilfe von SAR-Messsystemen. *Bioelectromagnetics*. 2021 Jun 15. doi: 10.1002/bem.22355.

Zusammenfassung

Die Einführung neuer dosimetrischer Größen, insbesondere der epithelialen oder absorbierten Leistungsdichte für Frequenzen über 6 GHz, in Expositionsrichtlinien und Sicherheitsnormen erfordert die Entwicklung neuer experimenteller Bewertungsverfahren für die Prüfung der Einhaltung der Vorschriften. In dieser Studie schlagen wir vor, die maximale räumlich-gemittelte absorbierte Leistungsdichte ($psSab$) mit Hilfe derselben Messdaten und Algorithmen zu approximieren, die für die Bestimmung der maximalen räumlich-gemittelten spezifischen Absorptionsrate $psSAR$ verwendet werden, die derzeit auf Frequenzen bis zu 10 GHz beschränkt ist. Die Unsicherheitskomponente für die Umwandlung von $psSAR$ in $psSab$ wurde mit weniger als 0,55 dB (13,5 %) für jede Quelle bewertet, die nur $0,02\lambda$ vom Gewebe simulierenden Medium entfernt ist. Der Ansatz ist einfach zu implementieren und ermöglicht es, die Einhaltung der grundlegenden Einschränkungen der neuesten

Sicherheitsrichtlinien zu bestimmen. Im nächsten Projekt werden wir die dosimetrischen Sonden, Phantome und Verfahren für Frequenzen über 10 GHz erweitern.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34130354/>

--

Wirkung von Mikrowellenstrahlung auf das experimentelle Tumorwachstum bei verschiedenen Intensitätsstufen

Vladimir F. Pyankov; Olga V. Kryukova; Alexey F. Kopylov; Gennady M. Aldonin; Yuri P. Salomatov. Wirkung von Mikrowellenstrahlung auf das experimentelle Tumorwachstum bei verschiedenen Intensitätsstufen. 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). 26-29 Jan. 2021. doi: 10.1109/ElConRus51938.2021.9396077.

Zusammenfassung

Die radiophysikalische Anlage zur Untersuchung der Wirkung von Mikrowellenstrahlung auf biologische Objekte mit einer Betriebsfrequenz von 915 MHz wurde verwendet, um Mäuse mit Ehrlich-Aszites-Karzinom zu beeinflussen. Die Versuchstiere wurden einer Mikrowellen-EM-Strahlung unterschiedlicher Intensität ausgesetzt. Die erzielten experimentellen Ergebnisse zeigten die Abhängigkeit des Tumorwachstums von der Intensität der Mikrowellenexposition.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9396077>

Auszüge

Es zeigt sich, dass die EM-Strahlung einen besonders starken Einfluss auf die Wachstumsrate des EAC in der ersten Phase des Tumorwachstums ausübt. Die höchste Tumorwachstumsrate wurde bei den Tieren der Kontrollgruppe festgestellt, gefolgt von der Gruppe, die einer Strahlung von 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ausgesetzt war, und die niedrigste Rate wurde bei der Gruppe beobachtet, die 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ausgesetzt war. Die Unterschiede in der Tumorwachstumsrate glätten sich bei Erreichen der Zahl von 15 Tausend Zellen. Der Tod von Tieren mit EAC, die einer Strahlung ausgesetzt waren, hängt also von der Dosis der Mikrowellenstrahlung ab....

Die in der Arbeit vorgestellten Daten belegen, dass die Wirkung von Mikrowellen-EM-Strahlung auf einen Organismus mit Tumor selbst bei geringer Intensität das Tumorwachstum beeinflussen und die Stadien seiner Entwicklung verschieben kann, was wiederum die Lebenserwartung der Tiere beeinflussen kann.

--

Moderates Bewegungstraining als wirksame Strategie zur Verringerung der schädlichen Auswirkungen von Handystrahlung auf die Spermienqualität von Wistar-Ratten

HA Akbari, AA Gaeini. Moderates Bewegungstraining als wirksame Strategie zur Reduzierung der schädlichen Auswirkungen von Handystrahlung auf die Samenqualität von Wistar-Ratten. Int J Radiation Research. 19(2):317-323. 2021. doi: 10.18869/acadpub.ijrr.19.2.317.

Abstrakt

Hintergrund: Der Zweck dieser Studie war es, die Auswirkungen eines moderaten Bewegungstrainings als wirksame Strategie zur Abschwächung der schädlichen Wirkungen elektromagnetischer Strahlung, die von einem Mobiltelefon ausgeht, auf die Samenqualität von Wistar-Ratten zu bewerten.

Materialien und Methoden: Vierundzwanzig männliche Wistar-Ratten (10 Wochen alt) wurden nach dem Zufallsprinzip in folgende Gruppen eingeteilt: Kontrollgruppe, Übungsgruppe, Strahlungsgruppe und Strahlungs- plus Übungsgruppe. Die Tiere in den Gruppen "Strahlung" und "Strahlung plus Bewegung" wurden 28 Tage lang 3 Stunden/Tag bei hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung eines Mobiltelefons exponiert. Die Tiere in den Gruppen "Bewegung" und "Strahlung plus Bewegung" führten 28 Tage lang an sechs Tagen pro Woche ein moderates Bewegungstraining durch. Gleichzeitig wurden die Kontroll- und Übungsgruppen, die einem Mobiltelefon ausgesetzt waren, abgeschaltet. Grundlegende Parameter wie Hodengewicht, Spermienzahl, Motilität, Progressivität, Morphologie und Lebensfähigkeit wurden untersucht.

Ergebnisse: Die Exposition gegenüber dem Mobiltelefon für 28 Tage reduzierte signifikant die Spermienzahl, die Progressivität und die normale Morphologie. Bewegung allein führte nur zu einem signifikanten Anstieg der Spermienprogressivität. Bestrahlung plus Bewegung führte zu einer signifikanten Zunahme der Spermienprogressivität und -morphologie im Vergleich zur Bestrahlungsgruppe.

Schlussfolgerung: Moderates Bewegungstraining kann die schädlichen Auswirkungen von Handystrahlung abschwächen und die Spermienqualität sowie den Fruchtbarkeitsstatus von Männern verbessern.

<https://ijrr.com/article-1-3646-en.html>

--

Akute Wirkungen von 2,856 GHz- und 1,5 GHz-Mikrowellen auf die Fähigkeiten des räumlichen Gedächtnisses und die CREB-bezogenen Signalwege

Shengzhi Tan, Hui Wang, Xinping Xu, Li Zhao, Jing Zhang, Ji Dong, Binwei Yao, Haoyu Wang, Yanhui Hao, Hongmei Zhou, Yabing Gao, Ruiyun Peng. Akute Wirkungen von 2,856 GHz und 1,5 GHz Mikrowellen auf räumliche Gedächtnisfähigkeiten und CREB-bezogene Signalwege. Sci Rep. 2021 Jun 11;11(1):12348. doi: 10.1038/s41598-021-91622-4.

Abstrakt

Diese Studie zielte darauf ab, die akuten Wirkungen von 2,856 GHz und 1,5 GHz-Mikrowellen auf das räumliche Gedächtnis und die CREB-bezogenen Signalwege zu untersuchen. Insgesamt 120 männliche Wistar-Ratten wurden in vier Gruppen aufgeteilt: eine Kontrollgruppe (C); eine 2,856 GHz-Mikrowellen-Expositions-Gruppe (S-Gruppe); eine 1,5 GHz-Mikrowellen-Expositions-Gruppe (L-Gruppe); und eine 2,856 und 1,5 GHz kumulative Expositions-Gruppe (SL-Gruppe). Abnahmen der räumlichen Gedächtnis-Fähigkeiten, Veränderungen im EEG, strukturelle Verletzungen und die Herunterregulierung der phosphorylierten-Akt-Stamm-Transformation (p-AKT), der phosphorylierten-Calcium/Calmodulin-abhängigen Protein-Kinase II (p-CaMKII), der phosphorylierten extrazellulären signalregulierten Kinase (p-ERK) und p-CREB wurden 6 Stunden nach der Mikrowellen-Exposition beobachtet. Signifikante Unterschiede in der Expression von p-CaMKII wurden zwischen der S- und L-Gruppe gefunden. Die Leistungsamplituden der EEG-Wellen (θ , δ), die Ebenen der strukturellen Verletzungen und die Expression von p-AKT, p-CaMK II, p-CREB und p-ERK1/2 waren in den S- und L-Gruppen im Vergleich zur SL-Gruppe signifikant unterschiedlich. Interaktionseffekte zwischen den

2,856 und 1,5 GHz-Mikrowellen wurden bei den EEG- und p-CREB-Veränderungen gefunden. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine 2,856 GHz- und 1,5 GHz-Mikrowellen-Exposition eine Abnahme des räumlichen Gedächtnisses induziert, die mit p-AKT, p-CaMK II, p-CREB und p-ERK1/2 zusammenhängen könnte.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34117282/>

Die Leistungsdichte betrug unter allen drei HF-Bedingungen 10 Milliwatt pro Quadratzentimeter.

Auszug

Auf molekularer Ebene wurden Unterschiede in der Expression von p-CaMKII/CaMKII zwischen 2,856 GHz und 1,5 GHz festgestellt, was auf die unterschiedliche Empfindlichkeit der Signalwege gegenüber Mikrowellen mit verschiedenen Frequenzen hindeutet. Es wurden Wechselwirkungen zwischen den beiden Mikrowellen-Frequenzen für die Veränderungen von p-CREB/CREB gefunden. Die kumulative Exposition mit 2,856 GHz und 1,5 GHz-Mikrowellen verschlimmerte die Herunterregulierung von p-CREB/CREB. In früheren Studien wurde eine kombinierte Exposition mit Kommunikations-Mikrowellen (849 MHz und 1,95 GHz) verwendet, aber keine dieser Studien analysierte die Interaktionswirkungen^{53,54,55,56}.

Die vorliegende Studie liefert neue Erkenntnisse über die biologischen Auswirkungen von Mikrowellenstrahlung. Mikrowellen beeinflussen mehrere Stoffwechselwege, und die Frequenz spielte eine wichtige Rolle bei den biologischen Wirkungen. Die Ergebnisse in Bezug auf frequenzabhängige Wirkungen legen nahe, dass die Sicherheitsstandards für Mikrowellen auf der Frequenz basieren sollten. Bisherige Sicherheitsnormen basierten in erster Linie auf der Strahlungsleistung, und die Strahlungsfrequenz wurde nur in einem groben Bereich definiert⁵⁷. Die Wechselwirkungseffekte legten nahe, dass die durch elektromagnetische Wellen verursachten biologischen Wirkungen viel komplizierter sind als bisher angenommen. Diesem Bereich sollte mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

--

Elektromagnetische Wellen von Mobiltelefonen können das Rattengehirn während der Entwicklung beeinflussen

Dilek Akakin, Olgu Enis Tok, Damla Anil, Akin Akakin, Serap Sirvanci, Goksel Sener, Feriha Ercan. Elektromagnetische Wellen von Mobiltelefonen können das Rattengehirn während der Entwicklung beeinflussen.

Turk Neurosurg. 2021;31(3):412-421. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.31665-20.2.

Zusammenfassung

Ziel: Es sollten die Wirkungen elektromagnetischer Wellen (EMWs) von Mobiltelefonen (MPs) auf Ratten-Gehirne durch morphologische und biochemische Analysen untersucht werden.

Material und Methoden: EMW wurde für zwei Stunden/Tag bis zur Geburt in den fötalen Stand-by- und EMW-Gruppen und postnatal am 60. Die Kontrollgruppe wurde nicht mit MP behandelt. Am 60. postnatalen Tag wurden die Gehalte an Malondialdehyd (MDA) und Glutathion (GSH) im Gehirn gemessen, und es wurde eine Western-Blot-Analyse durchgeführt, um den Gehalt an glialem fibrillärem saurem Protein (GFAP) zu bestimmen. Hämatoxylin- und Eosin-Färbung und GFAP-Immunhistochemie

wurden durchgeführt. Die Trigeminusnerven wurden mit dem Transmissionselektronenmikroskop untersucht.

Ergebnisse: Im Vergleich zu den Kontrollen wiesen Ratten, die MP im Stand-by- oder Gesprächsmodus ausgesetzt waren, signifikant erhöhte neuronale Schäden im Kortex und Hippocampus auf. Im Vergleich zu den Kontrollen wurden erhöhte MDA-Gehalte in der EMW-Gruppe und verringerte GSH-Gehalte in der Stand-by-, EMW-Fetal- und EMW-Gruppe festgestellt. Im Vergleich zu den Kontrollen wurde ein erhöhter GFAP-Gehalt in der EMW-Gruppe und eine erhöhte GFAP-Färbung in der EMW-fetalen und EMW-Gruppe festgestellt. Die EMW-Gruppe hatte eine signifikant geringere Anzahl myelinisierter Axone als die Kontrolltiere.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse dieser Studie deuten darauf hin, dass eine 1800 MHz EMW-Exposition (SAR=1,79 W/kg) im pränatalen und frühen postnatalen Leben zu einer Schädigung des Trigeminus-Nervs führen kann, zusätzlich zu einer durch oxidativen Stress induzierten neuronalen Degeneration und astroglialen Aktivierung im Rattengehirn. Die Wirkungen scheinen modusabhängig zu sein, wobei sie bei Gruppen, die MP im Sprechmodus ausgesetzt waren, schädlicher sind.

Frei zugängliches Papier: http://www.turkishneurosurgery.org.tr/pdf/pdf_JTN_2485.pdf

--

Häusliche Exposition bei elektromagnetischen Feldern und Risiko für amyotrophe Lateralsklerose (ALS): eine Dosis-Wirkungs-Meta-Analyse

Tommaso Filippini, Elizabeth E Hatch, Marco Vinceti. Häusliche Exposition bei elektromagnetischen Feldern und Risiko für Amyotrophe Lateralsklerose: eine Dosis-Wirkungs-Meta-Analyse. Sci Rep. 2021 Jun 7;11(1):11939. doi: 10.1038/s41598-021-91349-2.

Zusammenfassung

Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) ist eine neurodegenerative Erkrankung mit tödlicher Prognose und noch unbekannter Ätiologie. Es wurden einige umweltbedingte Risikofaktoren vorgeschlagen, darunter die Exposition gegenüber Magnetfeldern. Studien deuten auf einen positiven Zusammenhang in beruflich exponierten Bevölkerungsgruppen hin, aber der Zusammenhang mit der Exposition in Wohngebieten ist noch umstritten, ebenso wie die Form dieses Zusammenhangs. Da seit kurzem fortschrittliche biostatistische Werkzeuge für Dosis-Wirkungs-Meta-Analysen zur Verfügung stehen, haben wir eine systematische Überprüfung durchgeführt, um den Dosis-Wirkungs-Zusammenhang zwischen ALS und der Exposition in Wohngebieten mit Magnetfeldern zu bewerten. Wir führten eine Online-Literatursuche bis zum 30. April 2021 durch. Es wurden Studien eingeschlossen, die die Exposition in Wohngebieten gegenüber elektromagnetischen Feldern entweder auf der Grundlage der Entfernung zu Hochspannungsleitungen oder auf der Grundlage von Magnetfeldmodellierungstechniken bewerteten und die Risikoschätzungen für ALS berichteten. Wir identifizierten sechs in Frage kommende Studien, von denen vier eine abstands-basierte und eine eine modellbasierte Expositionsabschätzung verwendeten, und eine beide Methoden. Sowohl die entfernungs-basierte als auch insbesondere die modellbasierte Expositionsabschätzung schienen mit einem verringerten ALS-Risiko in der höchsten Expositions-kategorie verbunden zu sein, obwohl die Schätzungen sehr ungenau waren (zusammengefasste RRs 0,87, 95 % CI 0,63-1,20 und 0,27, 95 % CI 0,05-1,36). Die Dosis-Wirkungs-Metaanalyse zeigte ebenfalls einen geringen Zusammenhang zwischen der Entfernung zu Hochspannungsleitungen und ALS, wobei es keine Hinweise auf einen Schwellenwert gab. Insgesamt fanden wir kaum Hinweise auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Magnetfeldern in Wohngebieten und ALS, obwohl die verfügbaren

Daten zu begrenzt waren, um eine Dosis-Wirkungs-Analyse für die modellierten Magnetfeld-Schätzungen durchzuführen oder um stratifizierte Analysen durchzuführen.

Schlussfolgerungen

Insgesamt fanden wir nur einen geringen Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Magnetfeldern und dem ALS-Risiko, wobei wir entweder die Entfernung zu Hochspannungsfreileitungen oder die Magnetfeldmodellierung nutzten, obwohl die verfügbaren Daten zu begrenzt waren, um eine Dosis-Wirkungs-Analyse für die modellierten Expositionsstudien durchzuführen oder um weitere stratifizierte Analysen durchzuführen. Daher können mögliche Zusammenhänge zwischen Magnetfeldexposition und ALS-Risiko in ausgewählten Untergruppen und bei sehr hoher Exposition nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Frei zugängliches Papier: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-91349-2>

--

Elektromagnetische Oberflächenwellen an graduellen Grenzflächen zwischen verlustbehafteten Medien

Igor I. Smolyaninov; Surface Electromagnetic Waves at Gradual Interfaces between Lossy Media. Progress in Electromagnetics Research. 170:177-186. 2021. doi:10.2528/PIER21043006.

Abstrakt

Es wird gezeigt, dass sich eine verlustarme elektromagnetische Welle an einer allmählichen Schnittstelle zwischen zwei verlustbehafteten leitenden Medien ausbreitet. Eine solche Oberflächenwelle kann durch eine Grenzfläche zwischen Meeresboden und Wasser geleitet werden und kann für die Funkkommunikation und die Bildgebung unter Wasser verwendet werden. Sie sollte Kommunikationsentfernungen in der Größenordnung von 500 m bei 10 kHz entlang eines sandigen Meeresbodens ermöglichen. Ähnliche Oberflächenwellen können auch durch verschiedene Gewebegrenzen im menschlichen Körper geleitet werden. Zum Beispiel können solche Oberflächenwellenlösungen an ebenen Grenzflächen zwischen Schädelknochen und grauer Substanz im menschlichen Kopf bei 6 GHz existieren.

Schlussfolgerung

Ich habe gezeigt, dass eine neue Art von sich verlustarm ausbreitenden elektromagnetischen Oberflächenwellen, eine "Grenzflächenwelle", an einer allmählichen Grenzfläche zwischen zwei verlustbehafteten leitfähigen Medien existieren kann. Der Vergleich ihrer Eigenschaften mit den bekannteren Lösungen für elektromagnetische Oberflächenwellen, wie Oberflächenplasmonen und Zenneck-Wellen, ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Eine solche Oberflächenwelle mit tiefer Unterwellenlänge kann durch eine Grenzfläche zwischen Meeresboden und Meerwasser geleitet werden und für die Funkkommunikation und die Bildgebung unter Wasser verwendet werden. Ähnliche Oberflächenwellen können auch durch verschiedene Gewebegrenzen innerhalb eines menschlichen Körpers geleitet werden. Beispielsweise können solche Oberflächenwellenlösungen an den ebenen Grenzflächen zwischen Schädelknochen und Fettgewebe im menschlichen Kopf bei 6 GHz auftreten

. In numerischen Simulationen von SEW-bezogenen Effekten in menschlichem Gewebe wurde die Möglichkeit tiefer Sub-Wellenlängen-SEW-Hohlräume (oder "Hot Spots") festgestellt. Daher wird es wichtig sein, Fragen der EM-Strahlungssicherheit im Zusammenhang mit der möglichen Anregung und

Streuung der neu entdeckten elektromagnetischen Oberflächenwellen im menschlichen Körper erneut zu untersuchen.

<https://www.jpier.org/PIER/pier.php?paper=21043006>

--

Wirkung des elektrischen Feldes bei 50 Hz und variabler Intensität auf biochemische Marker in der Hämolymphe der Honigbiene

Paweł Migdał, Agnieszka Murawska, Paweł Bieńkowski, Aneta Strachecka, Adam Roman. Wirkung des elektrischen Feldes bei 50 Hz und variabler Intensität auf biochemische Marker in der Hämolymphe der Honigbiene. PLoS One. 2021 Jun 24;16(6):e0252858. doi: 10.1371/journal.pone.0252858.

Zusammenfassung

Die Menge an künstlichen elektromagnetischen Feldern mit verschiedenen Parametern in der Umgebung von Honigbienen nimmt weltweit zu. Bisher wurde nachgewiesen, dass eine Exposition mit einem E-Feld von 50 Hz Veränderungen im Verhalten der Bienen hervorrufen und die Aktivität von Proteasen und enzymatischen Antioxidantien verändern kann. Aufgrund der potenziell schädlichen Wirkung dieses Faktors auf Honigbienen beschlossen wir, die Aktivität der Aspartat-Aminotransferase (AST), der Alanin-Aminotransferase (ALT) und der alkalischen Phosphatase (ALP) sowie die Konzentration von Albumin und Kreatinin in der Hämolymphe der Bienen nach der Exposition gegenüber einem 50 Hz-E-Feld zu untersuchen. Die Honigbienen-Arbeiterinnen wurden in Holzkäfigen (200 × 150 × 70 mm) untergebracht und dem 50 Hz-E-Feld mit einer Intensität von <1, 5,0, 11,5, 23,0 oder 34,5 kV/m für 1, 3, 6 oder 12 Stunden ausgesetzt. Ein homogenes 50-Hz-E-Feld wurde in Form eines Plattenkondensators erzeugt. Unmittelbar nach dem Ende der E-Feld-Exposition wurden von 100 Bienen aus jeder Gruppe Hämolympheproben für die Analyse entnommen. Nach unserer Studie verringerte sich die Aktivität von AST, ALT und ALP in der Hämolymphe von Honigbienen nach der Exposition in einem 50 Hz-E-Feld mit verschiedenen Intensitäten. Die Abnahme der AST-, ALT- und ALP-Aktivität verstärkte sich mit längerer Expositionszeit. Ein 50 Hz-E-Feld kann die Beeinträchtigung wichtiger Stoffwechsel-Zyklen im Organismus der Honigbienen verursachen (wie z.B. den Zitronensäure-Zyklus, ATP-Synthese, oxidative Phosphorylierung, β -Oxidation). Außerdem veränderte die Exposition gegenüber E-Feld die Konzentration von Kreatinin und Albumin, die wichtige nicht-enzymatische Antioxidantien sind. Solche Veränderungen können auf eine Störung des Proteinstoffwechsels und eine erhöhte Muskelaktivität hinweisen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34166412/>

--

Rolle des Insulin/Glukagon-Verhältnisses und des Zell-Redox-Zustands bei der Hyperglykämie, die durch die Exposition bei einem 60-Hz-Magnetfeld bei Ratten induziert wird

Gabriel Martiñón-Gutiérrez, María Luna-Castro, Rolando Hernández-Muñoz. Rolle des Insulin/Glukagon-Verhältnisses und des Zell-Redox-Zustands bei der Hyperglykämie, die durch die Exposition bei einem 60-Hz-Magnetfeld bei Ratten induziert wird. Sci Rep. 2021 Jun 3;11(1):11666. doi: 10.1038/s41598-021-91228-w.

Zusammenfassung

Die Exposition gegenüber extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (EMF) könnte das endokrine System und die zelluläre Proliferationsreaktion nachteilig beeinflussen. Nichtsdestotrotz übt die Verwendung von 60-Hz-EMFs in Form von Magneto-Therapie positive Wirkungen auf die menschliche Gesundheit aus, kann aber auch Hyperglykämie induzieren. Daher war das Ziel der vorliegenden Studie die Untersuchung der metabolischen Reaktionen von gefütterten oder nüchternen männlichen Ratten auf eine einzelne EMF-Exposition. Wir führten eine 15-minütige einmalige Exposition bei 60-Hz (3,8 mT, Intensität) EMF durch und bestimmten die Serumspiegel von Glukose, Lipiden und Indikatoren für den zellulären Redox-Zustand und Energieparameter. Eine einmalige Exposition bei einem 60-Hz-EMF induzierte in beiden Tiergruppen eine Hyperglykämie und einen abgeschwächten zweiten Serum-Insulin-Peak. Das 60-Hz-EMF verringerte auch die freien Fettsäuren und die Laktat-Serumspiegel, während die Pyruvat- und Acetoacetatspiegel im Gegensatz dazu anstiegen. Signifikante Erhöhungen des Blutzuckerspiegels und des Glukosestoffwechsels der Ratte waren mit einem stärker oxidierten zellulären Redoxzustand und Veränderungen der Insulin- und Glukagonsekretion verbunden. Die Wirkungen der 60-Hz-EMF wurden bei Tieren, die zuvor einer chronischen EMF-Exposition (14 Tage) ausgesetzt waren, nicht verändert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die erhöhten Serum-Glukosespiegel und der Glukosestoffwechsel, die durch eine einmalige 60-Hz-EMF-Exposition induziert wurden, eng mit dem zellulären Redox-Zustand und dem Insulin/Glukagon-Verhältnis zusammenhängen.

Offen zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8175349/>

--

Auswirkungen einer Langzeitexposition bei mittelfrequenten Magnetfeldern (20 kHz, 360 μ T) auf die Entwicklung, pathologische Befunde und das Verhalten von weiblichen Mäusen

Alexander Lerchl, Karen Drees, Née Grote, Isabel Gronau, Dirk Fischer, Julia Bauch, Axel Hoppe. Auswirkungen einer Langzeitexposition mit mittelfrequenten Magnetfeldern (20 kHz, 360 μ T) auf die Entwicklung, pathologische Befunde und das Verhalten von weiblichen Mäusen. *Bioelectromagnetics*. 2021 May;42(4):309-316. doi: 10.1002/bem.22337.

Abstrakt

Die Verwendung von Magnetfeldern im Zwischenfrequenzbereich (IF) zum drahtlosen Aufladen von Elektroautos mit einer Leistungsübertragung im Kilowattbereich hat sich zunehmend verbreitet und führt zu unvermeidbaren Streufeldern im Mikrottesla-Bereich. Nur eine Handvoll Studien hat die potenziellen biologischen Risiken im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber solchen Feldern untersucht. Wir exponierten weibliche Mäuse (n = 80 pro Gruppe) entweder bei 20 kHz, 360 μ T (rms) oder scheinbar in Helmholtz-Spulen, um eine Blindstudie durchzuführen. Die Exposition begann im Alter von 3 Monaten (24 h/Tag). Die Körpermasse wurde alle 1-2 Wochen aufgezeichnet. Im Alter von 10 Monaten wurden drei Verhaltenstests an 24 Tieren pro Gruppe durchgeführt. Drei Monate später wurden die Mäuse getötet und die Organe (Gehirn, Leber, Niere, Milz und Lunge) wurden entnommen und für die mikroskopische Analyse vorbereitet. Unsere Ergebnisse zeigen keine Unterschiede in der Entwicklung der Körpermasse und der Überlebensrate (96 % bzw. 89 %). Auch bei der Tumorzinzidenzrate wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Bei den Verhaltenstests ergaben die Ergebnisse des 8-armigen Labyrinths keine signifikanten Unterschiede. Im Gegensatz dazu waren die Rotarod-Daten signifikant ($P < 0,001$) unterschiedlich, wobei bei den exponierten Mäusen längere Verweilzeiten beobachtet wurden. Im offenen Feld war die Anzahl der unterstützten Aufstiege signifikant niedriger ($P < 0,01$), während die anderen Endpunkte keine Unterschiede zeigten. Insgesamt zeigen unsere Daten keine nachteiligen Auswirkungen der Exposition bei 20 kHz, 360 μ T

auf die Entwicklung und das Auftreten von Tumoren, während die signifikanten Unterschiede in den Verhaltenstests auf ein höheres Maß an Wachsamkeit bei den Mäusen hinweisen könnten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33822410/>

--

Biologische Wirkungen einer chronischen Exposition von Nymphen der *Blaptica dubia* (alias *Dubia roach*) bei statischen und extrem niederfrequenten Magnetfeldern

Larisa Ilijin, Marija Mrdaković, Dajana Todorović, Milena Vlahović, Anja Grčić, Aleksandra Filipović, Vesna Perić-Mataruga. Biologische Wirkungen der chronischen Exposition von *Blaptica dubia* (Blattodea: Blaberidae) Nymphen bei statischen und extrem niederfrequenten Magnetfeldern. An Acad Bras Cienc. 2021 Jun 4;93(2):e20190118. doi: 10.1590/0001-3765202120190118.

Abstrakt

In dieser Arbeit analysierten wir die Auswirkungen einer chronischen Exposition (5 Monate) bei einem statischen Magnetfeld (110 mT; SMF) und einem extrem niederfrequenten Magnetfeld (ELF MF; 10 mT, 50 Hz) auf *Blaptica dubia*-Nymphen. Wir untersuchten die Acetylcholinesterase (AChE)-Aktivität und den Hitzeschockprotein 70 (HSP70)-Spiegel, zwei empfindliche Biomarker für Stress bei Landinsekten. Die relative Wachstumsrate (RGR), ein Merkmal der Lebensgeschichte, wurde geschätzt. Die AChE-Aktivität wurde spektrophotometrisch bestimmt, und die HSP70-Konzentration wurde mittels indirektem, nicht-kompetitivem ELISA und Western Blotting quantifiziert. Die berechnete RGR änderte sich signifikant, wenn die Tiere beiden Arten von Umwelt-MF ausgesetzt waren. Die Auswirkungen der chronischen Exposition von *B. dubia*-Nymphen bei SMF und ELF MF (50 Hz) wurden als verringerte Aktivität von AChE beobachtet. Das erhöhte Niveau von HSP70 war nur nach der Exposition mit SMF vorhanden. Die Stärke der ELF-MF lag höchstwahrscheinlich unter dem Energieniveau, das erforderlich ist, um die Expression dieses Stressproteins zu induzieren. Unterschiedliche Expressionsmuster der beiden HSP70-Isoformen, wobei die Isoform 2 nur auf SMF empfindlich reagierte, sind höchstwahrscheinlich ein möglicher Switch-Off in der Expression der konstitutiven und/oder induzierbaren HSP70-Isoformen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/Hbdwv4Fydjmxgff6t797yzK/?lang=en>

--

Statische Magnetstimulation induziert Veränderungen des Oxidationsstatus und der Zellviabilität in einem primären Kulturmodell von Astrozyten

da Costa CC, Martins LAM, Koth AP, Ramos JMO, Guma FTCT, de Oliveira CM, Pedra NS, Fischer G, Helena ES, Gioda CR, Sanches PRS, Junior ASV, Soares MSP, Spanevello RM, Gamaro GD, de Souza ICC. Statische magnetische Stimulation induziert Veränderungen des oxidativen Status und der Zellvitalitätsparameter in einem primären Kulturmodell von Astrozyten. Cell Biochem Biophys. 2021 Jun 27. doi: 10.1007/s12013-021-01015-7

Abstrakt

Astrozyten spielen eine wichtige Rolle in der Funktion des Zentralnervensystems und könnten zur Plastizität des Gehirns während der Therapie mit statischen Magnetfeldern (SMF) beitragen. Die meisten Studien bewerten jedoch die SMF-Stimulation in der Gehirne-Plastizität, während nur wenige

Studien die Folgen von SMF auf zellulärer Ebene bewerten. Daher untersuchen wir hier die Wirkungen von SMF bei 305 mT (mittlere Intensität) in einer Primärkultur von gesunden/normalen kortikalen Astrozyten, die von neonatalen (1 bis 2 Tage alten) Wistar-Ratten gewonnen wurden. Nach Erreichen der Konfluenz wurden die Zellen an 7 aufeinanderfolgenden Tagen täglich für 5 min, 15 min, 30 min und 40 min mit SMF stimuliert. Oxidative Stressparameter, Zellzyklus, Zellebensfähigkeit und Mitochondrienfunktion wurden analysiert. Die antioxidative Kapazität war in den Gruppen, die für 5 und 40 Minuten stimuliert wurden, reduziert. Obwohl kein Unterschied in der enzymatischen Aktivität von Superoxiddismutase und Katalase oder dem Gesamtthiolgehalt festgestellt wurde, war die Lipidperoxidation in allen stimulierten Gruppen erhöht. Der Zellzyklus veränderte sich nach 40 Minuten SMF-Stimulation, während 15, 30 und 40 Minuten zum Zelltod durch Nekrose führten. Die mitochondriale Funktion war nach SMF-Stimulation reduziert, obwohl die bildgebende Analyse keine wesentlichen Veränderungen im mitochondrialen Netzwerk erkennen ließ. Die Ergebnisse zeigten vor allem, dass SMF den oxidativen Status und die Lebensfähigkeit gesunder Astrozyten beeinträchtigte. Dieser Befund zeigt, wie wichtig es ist, die SMF-Stimulation auf zellulärer Ebene zu verstehen, da dieser therapeutische Ansatz weitgehend zur Behandlung neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen eingesetzt wurde.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34176101/>

--

Statisches Magnetfeld (0,2-0,4 T) stimuliert die Selbsterneuerungsfähigkeit von Osteosarkom-Stammzellen durch autophagischen Abbau von Ferritin

Bin Zhao, Tongyao Yu, Shenghang Wang, Jingmin Che, Liangfu Zhou, Peng Shang. Statisches Magnetfeld (0,2-0,4 T) stimuliert die Selbsterneuerungsfähigkeit von Osteosarkom-Stammzellen durch autophagischen Abbau von Ferritin. *Bioelectromagnetics*. 2021 Jun 3. doi: 10.1002/bem.22352.

Zusammenfassung

Statische Magnetfelder (SMF) können Entscheidungen über das Zellschicksal in vielerlei Hinsicht verändern. Die Auswirkungen von SMF auf Krebsstammzellen (CSCs) sind jedoch wenig bekannt. In dieser Studie untersuchten wir die biologische Wirkung von SMF mittlerer Intensität auf Osteosarkom-Stammzellen (OSCs) und versuchten, die zugrunde liegenden Wirkmechanismen zu klären. Zunächst konnten wir zeigen, dass eine verlängerte SMF-Exposition die Proliferation und die Bildung von Tumorkugeln in K7M2- und MG63-OSCs induzierte. Darüber hinaus förderte SMF die Freisetzung von Eisen (Fe^{2+}) und provozierte reaktive Sauerstoffspezies (ROS) in OSCs. Interessanterweise löste SMF offensichtlich den autophagischen Abbau von Ferritin aus, der durch die Aktivierung der leichten Kette 3 (LC3) des Mikrotubulus-assoziierten Proteins 1 und des nuklearen Rezeptor-Koaktivators 4 (NCOA4) sowie durch die Herunterregulierung der schweren Kette 1 (FTH1) von Ferritin in OSZ gekennzeichnet ist. Insbesondere wurde die durch SMF geförderte Koloniebildungsfähigkeit von K7M2 OSCs durch die Verwendung einer kleinen interferierenden RNA (siRNA) gegen NCOA4 offensichtlich aufgehoben. Schließlich wirkte sich die Behandlung der tumortragenden Mäuse mit SMF weder auf das Tumolvolumen oder die Tumormasse noch auf die Lungenmetastasierung von K7M2 OSCs aus, aber die mit SMF behandelten K7M2 OSCs verursachten eine bevorzugte Lungenmetastasierung in einem Mausmodell, was darauf hindeutet, dass SMF die metastatische Eigenschaft von OSCs induzieren könnte. Folglich zeigt diese Arbeit zum ersten Mal, dass die kumulative SMF-Exposition die Selbsterneuerungsfähigkeit von OSZ über den autophagischen Abbau von Ferritin fördert, was bedeutet, dass die Ferritinophagie ein potenzielles molekulares Ziel für Krebs sein könnte.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34082485/>

Schlussfolgerungen

Unsere Studie lieferte unseres Wissens den ersten Beweis dafür, dass SMF mittlerer Intensität die Selbsterneuerungsfähigkeit von OSCs durch autophagischen Abbau von Ferritin stimuliert (Abb. 7a). Die Langzeitexposition mit SMF mäßiger Intensität beeinflusste weder das Tumolvolumen oder die Tumormasse noch die Lungenmetastasierung in tumortragenden Mäusen, aber die mit SMF exponierten OSZ verursachten eine Bevorzugung der Lungenmetastasierung in tumortragenden Mäusen (Abb. 7b). Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die hier dargestellten Auswirkungen von SMF auf OSCs nicht direkt auf den Menschen übertragbar sind und mit Vorsicht interpretiert werden sollten.

--

Die Rolle von gepulsten elektromagnetischen Feldern auf den Mechanismus der Radikalpaare

Pablo Castello, Pablo Jimenez, Carlos F Martino. Die Rolle von gepulsten elektromagnetischen Feldern auf den Radikalpaar-Mechanismus. *Bioelectromagnetics*. 2021 Jul 5. doi: 10.1002/bem.22358.

Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten war der Einsatz von gepulsten elektromagnetischen Feldern (PEMF) in der Therapie eines der Hauptbetätigungsfelder im Bereich der Bioelektromagnetik. Dennoch wurden Fortschritte in diesem Bereich durch das Fehlen eines Konsenses über einen biophysikalischen Wechselwirkungsmechanismus behindert, der zufriedenstellend erklären kann, wie schwache, nicht-thermische elektromagnetische Felder die Chemie ausreichend beeinflussen können, um biologische Wirkungen in lebenden Organismen hervorzurufen. Dies gilt insbesondere für Fälle, in denen die induzierten elektrischen Felder zu klein sind, um eine biologische Reaktion von Bedeutung hervorzurufen. Eine wachsende Zahl experimenteller Beobachtungen, die die Art dieser Wirkungen erklären würden, spricht stark für die Beteiligung einer Theorie, die als Radikalpaarmechanismus (RPM) bekannt ist. Dieser Mechanismus erklärt, wie ein Paar reaktiver Sauerstoffspezies mit unterschiedlichem chemischem Schicksal durch ein schwaches externes Magnetfeld über Zeeman- und Hyperfein-Wechselwirkungen beeinflusst werden kann. Bisher wurden die Auswirkungen komplexer raum-zeitlicher Signale im Zusammenhang mit dem RPM noch nicht untersucht. Hier stellen wir eine rechnerische Untersuchung solcher Effekte vor, indem wir ein generisches PEMF-Testsignal und RPM-Modelle unterschiedlicher Komplexität verwenden. Überraschenderweise zeigen unsere Ergebnisse, dass innerhalb von Bereichen, die von der spezifischen Ausrichtung des PEMF-Testsignals in Bezug auf das statische Hintergrundmagnetfeld, seiner Wellenform und ihrer beiden Amplituden abhängen, erheblich unterschiedliche chemische Ergebnisse erzielt werden können. Diese Ergebnisse liefern eine Grundlage für die Erklärung der ausgeprägten biologischen Relevanz von PEMF-Signalen auf chemische Reaktionen von Radikalpaaren.

Schlussfolgerung

Experimentelle Beobachtungen sprechen stark für die Beteiligung des Radikalpaar-Mechanismus in biologischen Systemen. Zu diesem Zweck haben wir rechnerisch untersucht, ob eine Pulszug-Wellenform die Quantensinglet-Ausbeuten in einer Radikalpaar-Reaktion verändern kann. Für ein einfaches Radikalpaar-Modell konnten wir zeigen, dass die vorgeschlagene Reaktion durch PEMFs beeinflusst werden kann.

Diese Schlussfolgerung schließt die Möglichkeit von induzierten elektrischen Feldeffekten durch PEMF nicht aus. Experimentelle Belege deuten jedoch auf kontroverse Ergebnisse bei der Verwendung von PEMF hin, die nicht durch den akzeptierten Wirkmechanismus erklärt werden können [Barnes und Greenebaum, 2018]. Unsere Studie etabliert die Rolle von PEMF als Diagnosewerkzeug, das auf die Beteiligung von magnetoempfindlichen radikalischen Paarreaktionen in biologischen Systemen hinweisen kann. Die Erweiterung dieses Werkzeugs zur Bestimmung der Orientierungs- und Amplitudenabhängigkeit, in der die PEMF-Eingangswellenformen die Reaktionsprodukte beeinflussen, kann die chemische Natur der beteiligten Radikalpaare aufdecken. Schließlich kann die Verwendung der oszillierenden oder PEMF-Eingangswellenform als Diagnoseinstrument zur Veränderung der Singulett-Quantenausbeute leicht auf die Suche nach der optimalen Steuerung zur Maximierung der Singulett-Ausbeute übertragen werden. Auf der grundlegendsten Ebene könnte man untersuchen, wie eine radikalische Reaktion durch Störung der Spin-Umwandlung gesteuert werden kann, um eine Kostenfunktion, die Singulett-Quantenausbeute, durch die Auswahl optimaler Steuerfunktionen, nämlich der magnetischen Wellenform, zu maximieren.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34224591/>

--

Magnetische Empfindlichkeit des Cryptochroms 4 eines wandernden Singvogels

Xu J, Jarocha LE, Zollitsch T, Konowalczyk M, Henbest KB, Richert S, Golesworthy MJ, Schmidt J, Déjean V, Sowood DJC, Bassetto M, Luo J, Walton JR, Fleming J, Wei Y, Pitcher TL, Moise G, Herrmann M, Yin H, Wu H, Bartölke R, Käsehagen SJ, Horst S, Dautaj G, Murton PDF, Gehrckens AS, Chelliah Y, Takahashi JS, Koch KW, Weber S, Solov'yov IA, Xie C, Mackenzie SR, Timmel CR, Mouritsen H, Hore PJ. Magnetische Empfindlichkeit von Cryptochrom 4 eines wandernden Singvogels. *Nature*. 2021 Jun;594(7864):535-540. doi: 10.1038/s41586-021-03618-9.

Abstrakt

Nachtwandernde Singvögel sind bemerkenswert fähige Navigatoren¹. Sie fliegen allein und oft über große Entfernungen und nutzen verschiedene Orientierungshilfen, darunter vor allem einen lichtabhängigen Magnetkompass^{2,3}. Es wurde vermutet, dass der Mechanismus dieses Kompasses auf der Quantenspindynamik von photoinduzierten Radikalpaaren in Cryptochrom-Flavoproteinen in den Netzhäuten der Vögel beruht⁴⁻⁷. Hier zeigen wir, dass die Photochemie von Cryptochrom 4 (CRY4) des nachtaktiven Rotkehlchens (*Erithacus rubecula*) in vitro magnetisch empfindlich ist, und zwar stärker als CRY4 von zwei nicht wandernden Vogelarten, dem Huhn (*Gallus gallus*) und der Taube (*Columba livia*). Ortsspezifische Mutationen von ErCRY4 offenbaren die Rolle von vier aufeinanderfolgenden Flavin-Tryptophan-Radikalpaaren bei der Erzeugung von Magnetfeldeffekten und bei der Stabilisierung potenzieller Signalzustände in einer Weise, die es ermöglichen könnte, die Wahrnehmungs- und Signalfunktionen bei nachtaktiven Vögeln unabhängig voneinander zu optimieren.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34163056/>

--

Der magnetische Kompass der Vögel: Die Rolle des Cryptochroms

Roswitha Wiltschko, Christine Nießner, Wolfgang Wiltschko. Der magnetische Kompass der Vögel: The Role of Cryptochrome. *Front Physiol*. 2021 May 19;12:667000. doi: 10.3389/fphys.2021.667000.

Zusammenfassung

Das geomagnetische Feld liefert Vögeln Richtungsinformationen. Der Magnetkompass der Vögel ist ein Neigungskompass, der nicht die Polarität des Magnetfeldes, sondern den axialen Verlauf der Feldlinien und deren Neigung im Raum nutzt. Er arbeitet in einem flexiblen Funktionsfenster, und er benötigt kurzwelliges Licht. Diese Eigenschaften ergeben sich aus dem zugrundeliegenden sensorischen Mechanismus, der auf Radikalpaarprozessen in den Augen beruht, wobei das Cryptochrom als Rezeptormolekül vorgeschlagen wird. Das Chromophor des Cryptochroms, Flavin-Adenin-Dinukleotid (FAD), durchläuft einen Photozyklus, bei dem sowohl während der Photoreduktion als auch während der Reoxidation Radikalpaare gebildet werden; Verhaltensdaten deuten darauf hin, dass letztere für die Erkennung magnetischer Richtungen entscheidend ist. In der Netzhaut von Vögeln finden sich fünf Arten von Kryptochromen: Kryptochrom 1a (Cry1a), Kryptochrom 1b, Kryptochrom 2, Kryptochrom 4a und Kryptochrom 4b. Aufgrund seiner Lage in den äußeren Segmenten der ultravioletten Zapfen mit ihren klaren Öltröpfchen scheint Cry1a das wahrscheinlichste Rezeptormolekül für Magnetkompassinformationen zu sein.

Ausblick

Mehr als 50 Jahre nach der Entdeckung des Magnetkompasses der Vögel haben wir endlich eine konkrete Vorstellung von dem primären Mechanismus, der zur Richtungserkennung durch das Magnetfeld bei Vögeln führt: ein radikaler Paarungsprozess, bei dem das Cryptochrom eine entscheidende Rolle spielt. Dennoch gibt es immer noch einige widersprüchliche Erkenntnisse, die es zu klären gilt, und eine Reihe offener Fragen, die beantwortet werden müssen.

Eine der wichtigsten Fragen betrifft die Mechanismen, mit denen die durch das Radikalpaar gewonnene Information in ein biologisches Signal umgewandelt wird. Cryptochrom findet sich in den äußeren Segmenten der Zapfen, also in einem Zelltyp, der auch für das Farbsehen wichtig ist. Werden die visuelle Information des Opsins und die Information über die magnetische Richtung des Cryptochroms getrennt oder gemeinsam übertragen? Man könnte Letzteres vermuten, da der Zapfen nur einen bekannten Weg der Informationsübermittlung hat. Das würde aber bedeuten, dass die beiden Informationsarten irgendwie getrennt werden müssen, entweder schon in den Augen oder später in höheren Zentren im Gehirn. Es gibt Spekulationen über Möglichkeiten (siehe z. B. [Bischof et al., 2011](#)), aber es wird noch viele weitere Überlegungen und Experimente erfordern, bis wir hoffentlich ein vollständiges Verständnis davon erlangen, wie Vögel die Richtung des geomagnetischen Feldes wahrnehmen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8171495/>

--

Das Rätsel der Magnetorezeption von Vögeln entschlüsseln

Eric J. Haftbefehl. Das Rätsel der Magnetwahrnehmung von Vögeln entschlüsseln. *Nature*. 2021 Jun;594(7864):497-498. doi: 10.1038/d41586-021-01596-6. doi: 10.1038/d41586-021-01596-6

Keine Zusammenfassung.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34163048/>

--

Zufällige Effekte in der Magnetobiologie und eine Möglichkeit, sie zusammenzufassen

Vladimir N. Binhi. Zufällige Effekte in der Magnetobiologie und eine Möglichkeit, sie zusammenzufassen. *Bioelectromagnetics*. 2021 Jul 7. doi: 10.1002/bem.22359.

Zusammenfassung

In der Magnetobiologie ist es schwierig, die unspezifischen (nicht mit spezialisierten Rezeptoren verbundenen) biologischen Wirkungen schwacher Magnetfelder zu reproduzieren. Dies bedeutet, dass einige wichtige Merkmale der Daten bei der statistischen Standardverarbeitung übersehen werden können, bei der die Menge der zu mittelnden Messungen zur gleichen Population gehört, so dass der Beitrag der Fluktuationen gemäß dem zentralen Grenzwertsatz abnimmt. Es wurde gezeigt, dass eine Reihe von Messungen eines unspezifischen magnetischen Effekts nicht nur die übliche Streuung der Daten um den Mittelwert, sondern auch eine signifikante Zufallskomponente im Mittelwert selbst enthält. Diese Zufallskomponente deutet darauf hin, dass die Messungen zu unterschiedlichen statistischen Populationen gehören, was eine spezielle Verarbeitung erfordert. Diese Komponente, auch Heterogenität genannt, ist ein zusätzliches Merkmal, das normalerweise übersehen wird und die Reproduzierbarkeit verringert. Die gängige Methode zur Untersuchung und Zusammenfassung sehr heterogener Daten ist die Meta-Analyse mit zufälligen Effekten der absoluten Werte, d. h. der Größenordnungen, und nicht der Werte selbst. Dieser Schätzer - der Durchschnitt der absoluten Werte - hat jedoch eine erhebliche positive Verzerrung, wenn es um die kleinen Effekte geht, die für die Magnetobiologie charakteristisch sind. Um dieses Problem zu lösen, wird ein verbesserter Schätzer auf der Grundlage der gefalteten Normalverteilung vorgeschlagen, der eine um ein Vielfaches geringere Verzerrung ergibt. Wir haben diesen verbesserten Schätzer verwendet, um die unspezifische Wirkung des hypomagnetischen Feldes im Stroop-Test bei 40 Probanden zu analysieren, und fanden einen statistisch signifikanten Meta-Effekt mit einem standardisierten Mittelwert der Größenordnung von etwa 0,1. Es hat sich gezeigt, dass der vorgeschlagene Ansatz auch auf eine einzelne Studie angewendet werden kann.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34233018/>

--

Auswirkungen nichtionisierender elektromagnetischer Felder auf Flora und Fauna, Teil 1. Steigende EMF-Werte in der Umwelt

B. Blake Levitt, Henry C. Lai, Albert M. Manville. Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Felder auf Flora und Fauna, Teil 1. Steigende EMF-Werte in der Umwelt. *Rev Environ Health*. 2021 May 27. doi: 10.1515/reveh-2021-0026.

Zusammenfassung

Die Belastung durch elektromagnetische Felder (EMF) in der Umwelt ist in den letzten 80 Jahren stark angestiegen und hat zu einer neuartigen energetischen Belastung geführt, die es vorher nicht gab. In den letzten Jahrzehnten gab es einen exponentiellen Anstieg in fast allen Umgebungen, einschließlich ländlicher/entlegener Gebiete und Regionen mit niedrigerer Atmosphäre. Aufgrund ihrer besonderen Physiologie reagieren einige Tier- und Pflanzenarten empfindlich auf exogene EMF, und zwar in einer Weise, die die menschliche Reaktionsfähigkeit übertreffen kann. In den USA gibt es begrenzte, aber umfassende Basisdaten aus den 1980er Jahren, mit denen sich wichtige neue Erhebungen aus verschiedenen Ländern vergleichen lassen. Damit liegen nun umfassendere und präzisere Daten über

mögliche vorübergehende und chronische Expositionen von Wildtieren und Lebensräumen vor. Biologische Wirkungen wurden bei verschwindend geringen Intensitäten, die mit der heutigen Umgebungsexposition vergleichbar sind, für alle Taxa und Häufigkeiten festgestellt. Weitreichende Auswirkungen auf wild lebende Tiere wurden in Bezug auf Orientierung und Migration, Nahrungssuche, Fortpflanzung, Paarung, Nest- und Höhlenbau, Revierpflege und -verteidigung sowie Langlebigkeit und Überlebensrate festgestellt. Es wurden zyto- und genotoxische Wirkungen beobachtet. Die oben genannten Themen werden in drei aufeinanderfolgenden Teilen erforscht: Teil 1 hinterfragt die heutigen Möglichkeiten der EMF in der Umgebung, Wildtiere nachteilig zu beeinflussen, wobei die 5G-Technologien noch dringlicher sind. Teil 2 untersucht natürliche und vom Menschen verursachte Felder, Mechanismen der Magnetorezeption von Tieren und einschlägige Studien für alle Tierarten. Teil 3 untersucht aktuelle Expositionsstandards, geltende Gesetze und zukünftige Richtungen. Es ist an der Zeit, EMF in der Umgebung als eine neue Form der Umweltverschmutzung anzuerkennen und Regeln bei den Regulierungsbehörden zu entwickeln, die Luft als "Lebensraum" bezeichnen, damit EMF wie andere Schadstoffe reguliert werden können. Der Verlust von Wildtieren bleibt oft unbemerkt und undokumentiert, bis die Schwellenwerte erreicht sind. Langfristige chronische EMF-Expositionsstandards auf niedrigem Niveau, die derzeit nicht existieren, sollten für Wildtiere entsprechend festgelegt werden, und die Umweltgesetze sollten streng durchgesetzt werden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34047144/>

Schlussfolgerung

Die Hintergrundwerte der EMF in der Umgebung sind in den letzten vier Jahrzehnten stark angestiegen und haben zu einer neuartigen energetischen Belastung geführt, die es zuvor an der Erdoberfläche, in der unteren Atmosphäre oder unter Wasser nicht gab. In den letzten Jahrzehnten gab es einen exponentiellen Anstieg in fast allen Umgebungen, auch in abgelegenen Regionen. Es gibt umfassende, aber veraltete Basisdaten aus den 1980er Jahren, mit denen sich wichtige neue Erhebungen aus anderen Ländern vergleichen lassen, bei denen ein Anstieg der RFR-Werte in städtischen, vorstädtischen und abgelegenen Gebieten festgestellt wurde, der in erster Linie auf die Exposition durch Mobilfunkinfrastruktur/Telefon/WiFi zurückzuführen ist. Ein indikativer Vergleich ähnlicher Standorte zwischen 1980 und heute ergab einen 70-fachen (7.000 %) Anstieg der RFR in der Umgebung [149]. Die wachsende Infrastruktur, die für 5G-Netze erforderlich ist, wird die Umwelt in großem Umfang mit neuen atypischen Expositionen belasten, ebenso wie die zunehmenden Satellitensysteme, die mit bodengestützten zivilen Netzen kommunizieren. Die neuen Informationen bieten eine breitere Perspektive mit präziseren Daten zu potenziellen vorübergehenden und chronischen Expositionen für Wildtiere und Lebensräume. Wie in Teil 2 untersucht, wurden biologische Auswirkungen bei allen Taxa bei verschwindend geringen Intensitäten beobachtet, die mit der heutigen Umgebungsexposition vergleichbar sind. Die Hauptfrage, die in Teil 1 gestellt wurde, war, ob die zunehmenden anthropogenen Umwelt-EMF biologische Effekte bei Wildtieren verursachen können, die mit den 5G-Technologien noch dringlicher werden könnten, zusätzlich zu den Bedenken über potenziell weniger strenge Grenzwerte, die von den wichtigsten normgebenden Ausschüssen der FCC und der ICNIRP erwogen werden (untersucht in Teil 3). Es gibt einzigartige Signalcharakteristika, die der 5G-Übertragung in ihrer derzeitigen Form innewohnen und die für nicht-menschliche Arten besonders

bedenklich sind. Die Hintergrundwerte steigen weiter an, aber niemand untersucht die kumulativen Auswirkungen auf nicht-menschliche Arten.

--

Millimeterwellen- und Mikrowellenstrahlung haben tiefgreifende Auswirkungen: Biologie und Physik

Martin L. Pall. Millimeterwellen- und Mikrowellenstrahlung haben tiefgreifende Auswirkungen: die Biologie und die Physik. Rev Environ Health. 2021 May 26. doi: 10.1515/reveh-2020-0165.

Zusammenfassung

Es wird angenommen, dass elektromagnetische Felder (EMF) im Millimeterwellenbereich (MM-Wellen) keine durchdringenden Wirkungen im Körper erzeugen. Der elektrische, aber nicht der magnetische Teil von MM-EMFs wird fast vollständig innerhalb der äußeren 1 mm des Körpers absorbiert. Nagetiere haben Berichten zufolge durchdringende MM-Wellenwirkungen auf das Gehirn, den Herzmuskel, die Leber, die Niere und das Knochenmark. MM-Wellen erzeugen elektromagnetische Empfindlichkeitsveränderungen im Gewebe von Nagetieren, Fröschen und Rochen. Beim Menschen haben MM-Wellen durchdringende Wirkungen, einschließlich Wirkungen auf das Gehirn, die EEG-Veränderungen und andere neurologische/neuropsychiatrische Veränderungen hervorrufen, die scheinbare elektromagnetische Überempfindlichkeit erhöhen und Veränderungen an Geschwüren und der Herztätigkeit hervorrufen. Diese Übersicht konzentriert sich auf mehrere Aspekte, die zum Verständnis der durchdringenden Wirkungen von MM-Wellen und Mikrowellen erforderlich sind: 1. Elektronisch erzeugte EMF sind kohärent und erzeugen viel höhere elektrische und magnetische Kräfte als natürliche inkohärente EMF. 2. Die feste Beziehung zwischen elektrischen und magnetischen Feldern, die bei EMF in einem Vakuum oder einem hochdurchlässigen Medium wie Luft zu finden ist und von den Maxwell-Gleichungen vorhergesagt wird, bricht in anderen Materialien zusammen. Insbesondere werden die elektrischen Felder der MM-Wellen aufgrund der hohen Dielektrizitätskonstante biologischer wässriger Phasen in den äußeren 1 mm des Körpers fast vollständig absorbiert. Die magnetischen Felder sind jedoch sehr durchdringend. 3. Zeitlich veränderliche Magnetfelder spielen eine zentrale Rolle bei der Erzeugung stark durchdringender Wirkungen. Der primäre Mechanismus der EMF-Wirkung ist die Aktivierung des spannungsabhängigen Kalziumkanals (VGCC), wobei die EMF über ihre Kräfte auf den Spannungssensor und nicht durch Depolarisation der Plasmamembran wirken. Zwei unterschiedliche Mechanismen, ein indirekter und ein direkter Mechanismus, stehen im Einklang mit der Physik und werden von dieser vorhergesagt, um die durchdringende MM-Wellen-VGCC-Aktivierung über den Spannungssensor zu erklären. Zeitlich veränderliche kohärente Magnetfelder, wie sie von der Maxwell-Faraday-Version des Faradayschen Induktionsgesetzes vorhergesagt werden, können Kräfte auf Ionen ausüben, die in wässrigen Phasen tief im Körper gelöst sind, und kohärente elektrische Felder erzeugen, die den VGCC-Spannungssensor aktivieren. Darüber hinaus können zeitlich veränderliche Magnetfelder direkt Kräfte auf die 20 Ladungen im VGCC-Spannungssensor ausüben. Es gibt hier drei sehr wichtige Erkenntnisse, die in der wissenschaftlichen EMF-Literatur nur selten anerkannt werden: die Kohärenz elektronisch erzeugter EMF; die Schlüsselrolle zeitvariabler Magnetfelder bei der Erzeugung

hochgradig durchdringender Wirkungen; die Schlüsselrolle sowohl modulierender als auch reiner EMF-Impulse bei der starken Zunahme sehr kurzfristiger, hochgradiger Zeitvariabilität magnetischer und elektrischer Felder. Es ist wahrscheinlich, dass echte Sicherheitsrichtlinien die Nanosekunden-Zeitskalenvariation kohärenter elektrischer und magnetischer Felder unter einem bestimmten Höchstwert halten müssen, um echte Sicherheit zu gewährleisten. Diese Erkenntnisse haben wichtige Auswirkungen im Hinblick auf die 5G-Strahlung.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34043892>

--

Aspekte der Leitlinien 2020 der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) zu hochfrequenter Strahlung

Lennart Hardell, Mona Nilsson, Tarmo Koppel, Michael Carlberg. Aspekte zu den 2020-Leitlinien der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) zu Hochfrequenz-Strahlung. J Cancer Sci Clin Ther. 2021; 5(2): 250-285. doi: 10.26502/jcsct.5079117.

Zusammenfassung

Die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) hat 2020 aktualisierte Leitlinien für hochfrequente Strahlung (RF) im Frequenzbereich von 100 kHz bis 300 GHz veröffentlicht. Schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt bei Werten unterhalb der Richtlinien werden heruntergespielt, obwohl sich die Beweise ständig mehren. Lediglich thermische (erwärmende) Wirkungen werden anerkannt und bilden daher die Grundlage für die Leitlinien. Trotz der zunehmenden wissenschaftlichen Belege für nicht-thermische Wirkungen sind die neuen ICNIRP-Leitlinien nicht niedriger als die bisherigen. Die Expertengruppen der WHO, der EU-Kommission und Schwedens setzen sich zum großen Teil aus Mitgliedern der ICNIRP zusammen, ohne dass die vielen Wissenschaftler, die dem ICNIRP-Standpunkt kritisch gegenüberstehen, vertreten sind.

Auszüge

In der Regel haben ICNIRP, WHO, SCENIHR und SSM viele Jahre lang verfügbare Studien, die schädliche Auswirkungen nicht-thermischer HF-Exposition belegen, ignoriert und ihre Schlussfolgerungen hauptsächlich auf Studien gestützt, die keine Auswirkungen zeigen. Ergebnisse, die ein Risiko zeigen, werden kritisiert, ignoriert oder nicht einmal zitiert, während Studien, die keine Risiken zeigen, trotz schwerwiegender methodischer Probleme als Beweis für ein fehlendes Risiko akzeptiert werden. Viele Aussagen dieser Agenturen sind irreführend und nicht korrekt. Sie lassen sich leicht widerlegen, wenn man die einschlägigen Veröffentlichungen liest....

Alle diese von der ICNIRP dominierten Expertengruppen kommen folglich zu ähnlichen Schlussfolgerungen, dass es unterhalb der ICNIRP-Richtlinien keine gesundheitlichen Auswirkungen gibt. Kein Vertreter der wissenschaftlichen Gemeinschaft, der die Meinung vertritt, dass es zunehmend Hinweise auf Gesundheitsrisiken unterhalb der ICNIRP-Leitlinien gibt, wie es z.B. im EMF Scientists Appeal [24] zum Ausdruck kommt, war jemals Mitglied in den Expertengruppen der WHO, der EU, der

SSM oder der ICNIRP. Sicherlich sollten Wissenschaftler, die Beweise für gesundheitliche Auswirkungen der Exposition gegenüber HF-Strahlung, die bei Expositionen unterhalb der Richtlinienwerte beobachtet werden, nicht außer Acht lassen, vertreten sein....

Die ICNIRP ist nicht repräsentativ für die wissenschaftliche Gemeinschaft, da ihr keine Vertreter von Wissenschaftlern angehören, die der Meinung sind, dass es Beweise für schädliche Auswirkungen bei Werten weit unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte gibt, obwohl diese Wissenschaftler in der wissenschaftlichen Gemeinschaft in der Mehrheit sind [24].

Schlussfolgerung

Die Schlussfolgerung der ICNIRP [48] zum Krebsrisiko lautet: "Zusammenfassend kann gesagt werden, dass keine Auswirkungen von hochfrequenten EMF auf die Entstehung oder Entwicklung von Krebs nachgewiesen wurden." Diese Schlussfolgerung ist nicht korrekt und wird durch wissenschaftliche Beweise widerlegt. Es liegen heute zahlreiche und überzeugende Beweise für ein erhöhtes Krebsrisiko und andere negative Auswirkungen auf die Gesundheit vor. Die ICNIRP-Leitlinien für 2020 lassen eine Exposition in bekanntermaßen schädlicher Höhe zu. Im Interesse der öffentlichen Gesundheit sollten die ICNIRP 2020-Leitlinien unverzüglich durch wirklich schützende, von unabhängigen Wissenschaftlern erstellte Leitlinien ersetzt werden.

Frei zugängliches Papier: <https://www.fortunejournals.com/abstract/aspects-on-the-international-commission-on-nonionizing-radiation-protection-icnirp-2020-guidelines-on-radiofrequency-radiation-2261.html>

--

Der auditive Effekt der Mikrowelle

James C. Lin. Der auditive Effekt von Mikrowellen. IEEE Journal of Electromagnetics, RF, and Microwaves in Medicine and Biology, pp 1-13, Mar 1, 2021. Digital Object Identifier: 10.1109/JERM.2021.3062826.

Abstrakt

Der auditive Effekt von Mikrowellen ist weithin als eines der interessantesten und bedeutendsten biologischen Phänomene der Mikrowellenexposition anerkannt worden. Das Hören von gepulsten Mikrowellen ist eine einzigartige Ausnahme von den Geräuschen, die in der menschlichen Hörwahrnehmung vorkommen. Das Hören von Mikrowellenimpulsen beinhaltet elektromagnetische Wellen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Forschung an Menschen und Tieren, die zu dem wissenschaftlichen Nachweis geführt hat, dass die Absorption eines einzelnen Mikrowellenimpulses, der auf den Kopf trifft, als ein akustisches Zischen, Klicken oder Klopfen wahrgenommen werden kann. Eine Folge von Mikrowellenimpulsen kann von Menschen als Summen, Zwitschern oder Tönen wahrgenommen werden. Es werden neurophysiologische, psychophysikalische und Verhaltensbeobachtungen aus Laborstudien mit Menschen und Tieren beschrieben. Mechanistische Untersuchungen zeigen, dass der Mikrowellenimpuls nach der Absorption durch das Kopfgewebe eine Druckwelle auslöst, die sich durch Knochenleitung zum Innenohr ausbreitet, wo sie die Cochlea-Rezeptoren über denselben Prozess aktiviert, der auch beim normalen Hören von Schall abläuft. Je

nach Leistung des auftreffenden Mikrowellenimpulses kann der induzierte Schalldruck deutlich über der Wahrnehmungsschwelle liegen und zu Gewebeschäden führen. Die akustischen Wirkungen der Mikrowellen und die Druckwellen könnten das Hirngewebe so schädigen, dass es zu tödlichen oder nicht-tödlichen Verletzungen kommt.

Botschaften zum Mitnehmen

- Dieser Artikel beschreibt neurophysiologische, psychophysikalische und Verhaltensbeobachtungen aus Laborstudien mit menschlichen und tierischen Probanden.
 - Die Absorption eines einzelnen Mikrowellenimpulses, der auf den Kopf auftrifft, kann als akustisches Zischen, Klicken oder Klopfen wahrgenommen werden.
 - Eine Folge von Mikrowellenimpulsen kann von Menschen als ein hörbares Summen, Zirpen oder Tönen wahrgenommen werden. -
- Mechanistische Studien zeigen, dass die Absorption von Mikrowellenimpulsen durch Weichgewebe im Kopf eine thermoelastische Druckwelle auslöst, die sich im Gehirn ausbreitet - je nach Stärke der auftreffenden Mikrowellenimpulse kann der induzierte Schalldruck erheblich über der Schwelle der auditorischen Wahrnehmung liegen.
- Die Auswirkungen der Mikrowellen auf das Gehör und die damit verbundenen Druckwellen könnten das Hirngewebe so schädigen, dass es zu tödlichen oder nicht-tödlichen Verletzungen kommt.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

Der Mikrowellen-Audioeffekt entsteht durch einen winzigen, aber schnellen (Mikrosekunden) Temperaturanstieg (10-6 Grad Celsius) im Gehirn infolge der Absorption gepulster Mikrowellenstrahlung. Der plötzliche Temperaturanstieg führt zu einer thermoelastischen Ausdehnung der Hirnsubstanz, die eine Druckwelle auslösen kann, die sich durch den Kopf ausbreitet und von den sensorischen Haarzellen in der Cochlea erfasst wird. Das Nervensignal wird dann zur Wahrnehmung und Erkennung an das zentrale auditorische System weitergeleitet.

Die vorangegangenen Abschnitte dokumentieren, dass ein hörbares Geräusch aus dem Inneren des Kopfes kommt, wenn menschliche Probanden gepulster Mikrowellenstrahlung ausgesetzt sind. Die akustische Wahrnehmung von gepulsten Mikrowellen bei Labortieren wurde sowohl in Verhaltensstudien als auch in neurophysiologischen Untersuchungen bestätigt. Der Ort der Umwandlung von Mikrowellen in Schall befindet sich nachweislich im Gehirngewebe. Der primäre Mechanismus der Interaktion ist die durch den Mikrowellenimpuls induzierte thermoelastische Ausdehnung der Hirnsubstanz.

Je nach Leistung der auftreffenden Mikrowellenimpulse könnten die induzierten Schalldruckpegel im Gehirn erheblich über der Schwelle der auditiven Wahrnehmung liegen, so dass sie sich dem Unbehaglichkeitsniveau nähern oder dieses überschreiten und eine Verletzung des Hirngewebes verursachen können. Eine durch einen Hochleistungsmikrowellenimpuls erzeugte akustische Druckwelle, die im Gehirn ausgelöst wird und im Kopf nachhallt, könnte den anfänglichen Druck verstärken und eine Verletzung der Hirnsubstanz verursachen. Daher ist es denkbar, dass der akustische Effekt der Mikrowellen oder die durch den Mikrowellenimpuls ausgelöste Druckstoßwelle im

Kopf zu einer potenziell tödlichen oder nicht-tödlichen Waffe gegen Tiere und Menschen werden könnte.

Der einzigartige Charakter der mikrowelleninduzierten akustischen Welle in biologischem Gewebe hat die Erforschung ihres Potenzials für die Anwendung in der biomedizinischen Bildgebung veranlasst [68,69]. Das Funktionsprinzip der thermoakustischen Mikrowellentomographie (MTT) und einige Ergebnisse liegen seit den frühen 1980er Jahren vor [69,70]. Es wurde vermutet, dass der potenzielle Kontrastvorteil der Mikrowellen-Bildgebung und der Auflösungs-vorteil der Ultraschall-Bildgebung zusammengenommen die MTT-Bildgebung von biologischem Gewebe zu einer potenziell nützlichen dualen Modalität für die diagnostische Bildgebung machen könnten. Beispielsweise beträgt die Wellenlänge in Muskeln für Mikrowellen 17,5 mm bei 2450 MHz; für Ultraschallwellen beträgt die Wellenlänge nur 0,5 mm bei 3 MHz. Der potenzielle Gewinn an räumlicher Auflösung ist für die Gewebebildgebung im Vergleich zur alleinigen Verwendung von Mikrowellenstrahlung enorm. Die in den 1980er Jahren begonnene Forschung wird aktiv fortgesetzt, um die MTT-Bildgebung für die medizinische Diagnose zu entwickeln, insbesondere für die Früherkennung von Brustkrebs. Gegenwärtig wird MTT sowohl aus der Perspektive der Systementwicklung als auch als duale Bildgebungsmodalität, die in einer Vielzahl medizinischer Anwendungsszenarien von größerem Nutzen sein kann, intensiv erforscht [71-75].

--

Mikrowellen-Thermoakustische Tomographie (MTT) Bildgebung

James C. Lin. Mikrowellen-Thermoakustische Tomographie (MTT) Bildgebung. Physik in Medizin und Biologie. 66(10). May 12, 2021. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/abf954>.

Abstrakt

Die mikrowellenthermoakustische Tomographie (MTT) nutzt durch Mikrowellenimpulse induzierte thermoelastische Druckwellen, um planare oder tomographische Bilder zu erzeugen. Da die Erzeugung und Erkennung thermoelastischer Druckwellen von der Dielektrizitätskonstante, der spezifischen Wärme, der thermischen Ausdehnung und den akustischen Eigenschaften des Gewebes abhängt, weist die mikrowellenthermoakustische Bildgebung die charakteristischen Merkmale eines Dual-Modality-Bildgebungssystems auf. Die einzigartigen Eigenschaften des hohen Kontrasts, den die Mikrowellenabsorption bietet, und der feinen räumlichen Auflösung, die der Ultraschall liefert, werden erforscht, um eine nicht-ionisierende und nicht-invasive Bildgebungsmodalität für die Charakterisierung von Geweben zu schaffen, insbesondere für die Früherkennung von Brustkrebs. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die Forschungsarbeiten zur Entwicklung der MTT-Bildgebung für die medizinische Diagnose. Er erörtert die Wissenschaft der Erzeugung und Ausbreitung thermoelastischer Wellen in biologischem Gewebe, den Entwurf von Prototyp-MTT-Systemen, die Rekonstruktion tomographischer Bilder sowie die Anwendung und Leistung von Prototyp-MTT-Systemen in Phantommodellen und Versuchspersonen.

--

Mobiltelefonnutzung und Trends bei der Inzidenz von Karzinomen der Ohrspeicheldrüse und anderer Speicheldrüsen

Ken Karipidis, Rohan Mate, Masoumeh Sanagou, Chris Brzozek, David Urban, Mark Elwood.
Mobiltelefonnutzung und Trends bei der Inzidenz von Krebserkrankungen der Ohrspeicheldrüse und anderer Speicheldrüsen. Cancer Epidemiol. 2021 May 18;73:101961. doi: 10.1016/j.canep.2021.101961.

Höhepunkte

- Die Zahl der [Ohrspeicheldrüsenkrebserkrankungen](#) bei Erwachsenen ist in Australien seit 2006 bei Männern zurückgegangen und bei Frauen gestiegen.
- Die Inzidenz anderer [Speicheldrüsenkrebsarten ist](#) stabil geblieben.
- Es ist unwahrscheinlich, dass die [Nutzung von Mobiltelefonen](#) mit dem Auftreten von Speicheldrüsenkrebs zusammenhängt.
- Die Zunahme von Ohrspeicheldrüsenkrebs bei Frauen kann auf mögliche geschlechtsspezifische Risikofaktoren zurückgeführt werden.

Zusammenfassung

Hintergrund: In den letzten drei Jahrzehnten hat die Nutzung von Mobiltelefonen erheblich zugenommen, und es wurde ein möglicher Zusammenhang mit Krebserkrankungen des Kopfes vermutet, einschließlich Krebserkrankungen der Ohrspeicheldrüse und anderer Speicheldrüsen. Wir untersuchten die zeitliche Entwicklung der Inzidenz von Ohrspeicheldrüsenkrebs und anderen Speicheldrüsenkrebsen in Australien, um den Einfluss der zunehmenden Handynutzung zu ermitteln.

Methoden: Analysen der zeitlichen Inzidenztrends wurden mit Hilfe der Poisson-Regression durchgeführt, um die jährliche prozentuale Veränderung (APC) der Inzidenz von Speicheldrüsenkrebsen aus allen verfügbaren nationalen Registrierungsdaten von 1982 bis 2016 sowie aus spezifischen Zeiträumen (1982-1993, 1994-2005, 2006-2016) zu schätzen, die Veränderungen in der Prävalenz der Mobiltelefonnutzung darstellen.

Ergebnisse: Die Inzidenz von Ohrspeicheldrüsenkrebs war in den Zeiträumen 1982-1993 und 1994-2005 stabil. Im Zeitraum 2006-2016 kam es bei Erwachsenen im Alter von 20-59 Jahren zu einem starken Rückgang von Ohrspeicheldrüsenkrebs bei Männern (APC: -3,71, 95 %CI: -6,66 bis -0,67) und zu einem starken Anstieg bei Frauen (4,80, 1,77-7,91). Die Inzidenz für andere Speicheldrüsenkrebsarten war in allen Zeiträumen stabil.

Schlussfolgerungen: Die Ergebnisse deuten nicht darauf hin, dass die Nutzung von Mobiltelefonen die Inzidenz von Ohrspeicheldrüsenkrebs oder anderen Speicheldrüsenkrebsen erhöht. Die Zunahme von Ohrspeicheldrüsenkrebs bei Frauen seit 2006 kann auf andere mögliche geschlechtsspezifische Risikofaktoren zurückgeführt werden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34020314/>

Auszüge

Mehrere epidemiologische Studien haben im Allgemeinen keinen Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und [Ohrspeicheldrüsentumoren](#) festgestellt [2]. Eine kürzlich durchgeführte Meta-Analyse von drei Fall-Kontroll-Studien berichtet jedoch von einem geringen Anstieg des Risikos [3]....

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Ergebnisse nicht darauf hindeuten, dass die Nutzung von Mobiltelefonen die Inzidenz von [Ohrspeicheldrüsenkrebs](#) oder anderen [Speicheldrüsenkrebsen](#) erhöht. Eine Zunahme von Ohrspeicheldrüsenkrebs bei Frauen seit 2006 kann auf mögliche geschlechtsspezifische Risikofaktoren zurückgeführt werden. Bei unserer Studie handelt es sich um eine ökologische Beobachtungsstudie, deren Interpretation mit Vorsicht zu genießen ist. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass weitere Forschungen zu möglichen Risikofaktoren für Ohrspeicheldrüsenkrebs erforderlich sind. Ein besseres Verständnis der Ätiologie der Krankheit könnte Möglichkeiten für Strategien im Bereich der öffentlichen Gesundheit aufzeigen, um die steigende Inzidenz bei Frauen zu verringern.

Meine Anmerkung: Ich stimme zwar zu, dass mehr Forschung erforderlich ist, aber da die Autoren die Nutzung von Mobiltelefonen nicht untersucht haben, haben sie keine Grundlage, um dies als möglichen Risikofaktor für die bei Frauen beobachtete erhöhte Inzidenz von Ohrspeicheldrüsentumoren auszuschließen.

--

Handynutzung und Gliomrisiko: Stimmen die Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie mit den kanadischen Trends in der Krebsinzidenz überein?

Paul J Villeneuve, Franco Momoli, Marie-Élise Parent, Jack Siemiatycki, Michelle C Turner, Daniel Krewski. Mobiltelefonnutzung und Gliomrisiko: Stimmen die Ergebnisse einer Fall-Kontroll-Studie mit den kanadischen Zeittrends bei der Krebsinzidenz überein? Environ Res. 2021 May 21;111283. doi: 10.1016/j.envres.2021.111283.

Höhepunkte

- Die Möglichkeit, dass die Nutzung von Mobiltelefonen das Krebsrisiko erhöht, bleibt umstritten. - Wir untersuchten die Trends bei der Nutzung von Mobiltelefonen und den Inzidenzraten von Gliomen in Kanada zwischen 1992 und 2015
- .- Die altersstandardisierten Inzidenzraten für Gliome in Kanada waren zwischen 1992 und 2015 relativ stabil
- .- Die kanadischen Trends bei Gliomen und der Nutzung von Mobiltelefonen waren nicht mit den erhöhten Risiken für Gliome vereinbar, die in einigen früheren Fall-Kontroll-Studien berichtet wurden.

Zusammenfassung

Hintergrund: Es bleibt umstritten, ob Mobiltelefone Krebs verursachen. Wir untersuchten, ob zeitliche Veränderungen bei der Nutzung von Mobiltelefonen und dem Auftreten von Gliomen in Kanada mit der Hypothese eines erhöhten Risikos übereinstimmen.

Aufbau: Wir verwendeten Daten aus dem kanadischen Krebsregister, um die jährlichen Inzidenzraten für Gliome zwischen 1992 und 2015 zu berechnen. Die jährliche Zahl der neuen Mobiltelefonteilnehmer wurde anhand nationaler Industriestatistiken ermittelt. Die Zahl der neu diagnostizierten Gliome wurde mit der vorhergesagten Zahl verglichen, indem Risiken aus epidemiologischen Studien auf altersspezifische Bevölkerungsschätzungen angewendet wurden. Konkret berechneten wir die "vorhergesagte" Zahl der neu auftretenden Gliome, indem wir die jährliche Prävalenz der Handynutzer und die Jahre der Nutzung bestimmten. Diese Schätzungen wurden mit den entsprechenden Risikoschätzungen multipliziert, um die voraussichtliche Zahl der Gliome zu ermitteln.

Ergebnisse: Die Zahl der Mobiltelefonabonnements in Kanada stieg von Null in den frühen 1980er Jahren auf etwa 29,5 Millionen im Jahr 2015. Im Gegensatz dazu blieben die altersstandardisierten Gliom-Inzidenzraten zwischen 1992 und 2015 stabil. Die Anwendung von Risikoschätzungen aus i) einer kürzlich durchgeführten gepoolten Analyse schwedischer Fall-Kontroll-Studien, ii) der INTERPHONE-Studie mit 13 Ländern und iii) den kanadischen Daten aus INTERPHONE überschätzte die beobachtete Zahl der 2015 in Kanada diagnostizierten Gliomfälle um 49 %, 85 % bzw. 63 %.

Interpretation: Vorhersagen der Gliom-Inzidenzzahlen unter Verwendung von Schätzungen des relativen Risikos von Gliomen aufgrund von Mobiltelefonnutzung aus Fall-Kontroll-Studien überschätzten die Inzidenzraten von Gliomen in Kanada. Das Fehlen eines Anstiegs der Gliom-Inzidenzraten in Verbindung mit einer deutlichen Zunahme der Mobiltelefonnutzung deutet darauf hin, dass es möglicherweise keinen kausalen Zusammenhang zwischen Mobiltelefonen und Gliomen gibt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34029549/>

--

Reduzierung der elektromagnetischen Strahlung durch neuartiges Metamaterial für zelluläre Anwendungen

Ahmed Mahfuz Tamim, Mohammad Rashed Iqbal Faruque, Mayeen Uddin Khandaker, Mohammad Tariqul Islam, David Andrew Bradley. Reduktion elektromagnetischer Strahlung durch neuartiges Metamaterial für zelluläre Anwendungen. Radiation Physics and Chemistry, 178,108976. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108976>.

Höhepunkte

- Ein neuartiges Metamaterial auf Basis eines ELC-Resonators wurde entwickelt, um die spezifische Absorptionsrate (SAR) von Mobiltelefonen zu reduzieren.
- Die Spitzen-SAR-Werte wurden für drei Kategorien der modernen Smartphone-Nutzung untersucht: Sprachanrufe, Messaging und Videogespräche.
- Das vorgeschlagene Metamaterial kann den SAR-Wert erheblich verringern.
- So kann das Metamaterial dazu beitragen, den menschlichen Kopf vor schädlicher Strahlung zu schützen.

Abstrakt

Eine übermäßige Strahlenbelastung wirkt sich nachteilig auf die menschliche Gesundheit aus, da ein Anstieg der Körpertemperatur menschliche Organe oder Gewebe, einschließlich des Gehirns, der Augen und der Haut, schädigen kann. Daher wurden in dieser Studie die Auswirkungen einer übermäßigen Strahlenbelastung auf den menschlichen Kopf durch die Analyse der spezifischen Absorptionsrate (SAR) und die Verringerung der SAR durch den Einsatz eines neuartigen Metamaterials (MTM) untersucht. Die SAR-Reduzierung wurde für die GSM-Bänder 900 MHz und 1800 MHz durchgeführt. In dieser Studie wurde ein elektromagnetischer Hochfrequenzsimulator verwendet. Die SAR-Untersuchung wurde am Kopfmodell für drei Nutzungskategorien durchgeführt, nämlich Sprachanrufe, Messaging und Videogespräche. Diese Studie untersuchte die Auswirkungen verschiedener Abstände zwischen Mobiltelefon und Kopfmodell auf die SAR. Zur SAR-Reduzierung wurde ein neuartiges MTM auf Basis eines ELC-Resonators (electric field driven LC) eingesetzt. Basierend auf den Eigenschaften des Gewebes stieg die Absorptionsrate des Gewebes mit zunehmender Strahlungsleistung an, insbesondere wenn sich der Abstand zwischen Kopf und Mobiltelefon verringerte. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass MTM die SAR-Werte erheblich reduzieren kann. Dies ist von Vorteil, um den menschlichen Körper vor schädlicher Strahlung zu schützen, wobei der Abstand zum Gerät mit biologischer Wirkung beibehalten werden sollte.

Auszüge

Selbst wenn die Gewebetemperatur zu gering ist, um Schäden zu verursachen, ist sie mit elektrischen Feldern verbunden, die die biologischen Zellen durch einen unbekanntem nichtthermischen Mechanismus schädigen können. In Tabelle 1 sind einige biologische Gefährdungen durch absorbierte Strahlung aufgeführt, wie von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) berichtet (Staebler, 2017)....

Im Zeitalter von 4G, 5G und 6G sind die Temperatur- und SAR-Werte des Gehirns, der Augen und des Hautgewebes durch die induzierte Erwärmung von 4G- oder 5G-Mobilfunkstrahlung stark beeinträchtigt worden (Christopher et al., 2020b). Basierend auf mehreren Techniken zur SAR-Reduzierung von Mobiltelefonen (Hossain et al., 2014; Rosaline und Raghavan, 2016; Lee und Lee, 2017; Kwak et al., 2011; Faruque und Islam, 2013) scheint die Verwendung von Metamaterialien als Mittelschicht ein effektiverer Ansatz zu sein. Metamaterialien (MTMs) sind künstliche Metall-Dielektrikum-Verbundwerkstoffe, die ihre elektrischen Eigenschaften aus ihrer Struktur gewinnen, anstatt sie direkt von den Materialien zu erben, aus denen sie zusammengesetzt sind. Dieses Material hat einige einzigartige Eigenschaften, die in natürlich vorkommenden Stoffen nicht vorhanden sind. Diese MTMs werden aus einzelnen Elementen zusammengesetzt, deren typische Größe deutlich kleiner ist als die Arbeitswellenlänge der elektromagnetischen Wellen (Smith et al., 2004; Kadic et al., 2013). Die jüngsten MTM-Studien konzentrieren sich nicht nur auf die vielfältigen Breitbandoperationen (Hasan et al., 2016; Islam et al., 2019), sondern befassen sich auch mit höherwertigen Anwendungen wie MTM-Antennen (Hasan et al., 2018), Tarnungen (Islam et al., 2016), MTM-Absorbern (Hasan et al., 2017a) und Filtern (Alam et al., 2019) etc....

Schlussfolgerung

In diesem Beitrag wird eine detaillierte numerische Untersuchung der vom Kopf absorbierten elektromagnetischen Strahlung eines modernen Smartphones für die drei Nutzungsarten Sprachanruf, Messaging und Videotelefonie vorgestellt. Für die SAR-Berechnung wurde eine neuartige PIFA [planar inverted-F]-Antenne in den GSM-Bändern 900 MHz und 1800 MHz betrieben. Anschließend wurde ein

auf einem ELC-Resonator basierendes MTM entwickelt und in der mittleren Schicht zwischen dem Strahlungspatch und dem Substrat der PIFA-Antenne platziert, um die Strahlungsexposition der Antenne zu reduzieren, wobei die SAR für alle in dieser Studie genannten Konfigurationen sank. Es wurde festgestellt, dass die Strahlung, die von Sprachanrufen, Messaging und Videogesprächen ausgeht, das Innenohr, das Kinn und die Nase am stärksten beeinflusst. Die höchste Strahlung wird vom Kopf absorbiert, wenn man das Mobiltelefon für Sprachanrufe benutzt. Die absorbierte Strahlung erhöhte die Temperatur erheblich und schädigte so das biologische Gewebe des Menschen. Untersucht wurden auch die Abstände zwischen dem Smartphone und den verschiedenen Organen des Kopfes bei unterschiedlichen Nutzungsarten. Dies unterstreicht die Tatsache, dass Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden sollten, um vor der Strahlung moderner Smartphones geschützt zu sein.

--

Wirkungen von elektromagnetischen Feldern auf neuronale Ionenkanäle: eine systematische Übersicht

Federico Bertagna, Rebecca Lewis, S Ravi P Silva, Johnjoe McFadden, Kamalan Jeevaratnam. Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf neuronale Ionenkanäle: eine systematische Übersichtsarbeit. Ann N Y Acad Sci. 2021 May 4. doi: 10.1111/nyas.14597.

Zusammenfassung

Viele Aspekte der Chemie und Biologie werden durch Wechselwirkungen mit elektromagnetischen Feldern (EMF) vermittelt. Das zentrale Nervensystem (ZNS) reagiert besonders empfindlich auf EMF-Reize. Studien haben in den letzten zwei Jahrzehnten die direkte Wirkung verschiedener EMF auf die elektrischen Eigenschaften von Neuronen untersucht, wobei der Schwerpunkt auf der Rolle der spannungsgesteuerten Ionenkanäle (VGCCs) lag. Ziel dieser Arbeit ist es, die in den letzten zwei Jahrzehnten veröffentlichten Erkenntnisse über die Auswirkungen von EMF auf neuronale Ionenkanäle gemäß den PRISM-Richtlinien systematisch zu überprüfen. Nach vorher festgelegten Ausschluss- und Einschlusskriterien wurden nach der Suche in drei Online-Datenbanken 22 Arbeiten berücksichtigt. Veränderungen in der Kalzium-Homöostase, die den spannungsabhängigen Kalziumkanälen zuzuschreiben sind, wurden als das am häufigsten berichtete Ergebnis der EMF-Exposition gefunden. Die Auswirkungen von EMF auf die neuronale Landschaft scheinen vielfältig zu sein und stark von Parametern wie der Frequenz des Feldes, der Expositionszeit und den intrinsischen Eigenschaften des bestrahlten Gewebes, wie der Expression von VGCCs, abzuhängen. Hier klären wir systematisch, wie neuronale Ionenkanäle durch EMF auf verschiedenen Ebenen, wie z.B. Gating-Dynamik, Ionenleitfähigkeit, Konzentration in der Membran und Gen- und Proteinexpression, besonders beeinflusst und differenziert moduliert werden. Ionenkanäle sind ein wichtiger Transducer für EMF-bedingte Wirkungen auf das ZNS.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33945157/>

Auszüge

Unterschiedliche Wirkungen für verschiedene Felder

Es gibt eine umfangreiche Literatur, in der über eine Vielzahl von Wirkungen der EMF-Exposition auf viele biologische Prozesse berichtet wird, die von der Zelldifferenzierung, dem Überleben und Veränderungen der Genexpression^{96, 97} bis hin zu Wirkungen auf Zellmembranen und Signaltransduktionswege reichen.³⁰ Viele andere Studien wiesen jedoch auf das Fehlen signifikanter Wirkungen dieser Felder hin.^{59, 61} Eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen berichteten Wirkungen könnte in der Tatsache liegen, dass die Art und Weise, wie EMF mit dem Körper interagieren, davon abhängt, welche Kombination von Frequenzen verwendet wird und welche Wellenlängen verwendet werden.

Es ist bekannt, dass sich die Wirkungen einer EMF-Exposition in Abhängigkeit von der Expositionsintensität und der Expositionsdauer signifikant unterscheiden,^{1, 98} und deshalb muss jeder vernünftige Vergleich zwischen Gruppen mit denselben Versuchsbedingungen durchgeführt werden. In dieser Studie wurden verschiedene Arten von EMF verwendet, obwohl die beiden am häufigsten vertretenen Kategorien ELF-EMFs und RF-EMFs waren, in Übereinstimmung mit der gut dokumentierten biologischen Relevanz dieser Felder.^{94, 99, 100} Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Auswirkungen dieser beiden Expositionsarten aufgrund der intrinsischen elektrischen Eigenschaften der neuronalen Membran nicht gleich sind. So ist es beispielsweise unwahrscheinlich, dass elektrische Phänomene, die eine Umverteilung von Ladungen in der Membran nach einer EMF-Exposition beinhalten, wie z.B. die Polarisierung von Gegenionen und die Neuausrichtung von Phospholipiden, bei einer HF-EMF-Exposition aufgrund der hohen Trägheit geladener Teilchen bei dieser hohen Frequenz auftreten.¹⁰¹

Darüber hinaus wird häufig berichtet, dass gepulste EMF im Vergleich zu statischen EMF, die durch eine kontinuierliche elektromagnetische Welle gekennzeichnet sind, an die die Zelle besser angepasst sein könnte,¹⁰² aktiver sind und die Gate-Eigenschaften von VGCs beeinflussen könnten, da diese Proteine von Natur aus empfindlich auf minimale elektrische Veränderungen reagieren.¹⁰⁰ Ebenso könnte die Wirkung von SMF die VGCs durch eine Verformung der Membran beeinflussen, die eine Neuausrichtung der Phospholipid-Doppelschicht beinhaltet, wie in der Studie von Rosen vorgeschlagen.¹⁰³ In der Tat berichteten beide hier untersuchten Studien, die sich auf SMF-Effekte konzentrierten, über Auswirkungen auf VGCs, insbesondere auf die Gating-Dynamik von VGCCs⁴⁷ und die Inaktivierungsdynamik von VGPCs.⁴⁶

Schließlich ist es erwähnenswert, dass die frequenzbezogenen Auswirkungen der verschiedenen Arten von EMF noch nicht vollständig geklärt sind, und es gibt Theorien, die darauf hindeuten, dass nur bestimmte Frequenzen eine relevante Wirkung auf die Zelle haben.¹⁰⁴⁻¹⁰⁶ Obwohl viele verschiedene Arten von Feldern verwendet wurden, waren die verwendeten Frequenzen jedoch ähnlich (insbesondere 50 Hz für ELF-EMFs und 835 und 900 Hz für RF-EMFs).

Schlussfolgerung

Die hier besprochenen Studien zeigen, dass VGCs ein wichtiger Transducer für die Wirkung von EMF in Neuronen sind, und die zentrale Rolle, die diese Proteine bei der Regulierung wichtiger biologischer Prozesse spielen, die für die Regulierung der Gehirnphysiologie von zentraler Bedeutung sind, wirft ein

Licht auf den Einfluss, den die moderne Exposition gegenüber EMF auf die menschliche Gesundheit haben könnte. Obwohl ein breites Spektrum biologischer Systeme verwendet wurde, wurden Zelllinien bevorzugt, und VGCCs waren die am meisten untersuchten Ionenkanäle, was mit ihrer zentralen Rolle bei der Regulierung vieler physiologischer Prozesse in Neuronen übereinstimmt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass viele andere VGCs durch EMF beeinflusst werden, und die Ergebnisse sind oft widersprüchlich. Trotz der Kontroverse berichtet diese systematische Übersichtsarbeit über signifikante Korrelationen zwischen EMF und vielfältigen Veränderungen in den elektrophysiologischen Eigenschaften verschiedener neuronaler Gewebe, und diese Ergebnisse könnten, wenn sie richtig interpretiert werden, den Weg zu einem neuen Verständnis der Beziehung zwischen elektromagnetischer Stimulation und Gehirnfunktionen ebnen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir systematisch zeigen, wie die komplexen Wirkungen von EMF auf neuronale Ionenkanäle auf mehreren Ebenen ausgeübt werden und wie ihre Bedeutung für die Veränderung neuronaler Funktionen streng von verschiedenen Parametern in Bezug auf die Art des verwendeten Feldes und die untersuchte Zelle oder das Gewebe abhängt. Eine verbesserte experimentelle Reproduzierbarkeit wird der Schlüssel zu jeglichen Fortschritten auf diesem Gebiet sein, und die Entwicklung neuer experimenteller Verfahren, die in der Lage sind, die geringe, aber tiefgreifende Art und Weise zu messen, in der bestimmte Arten von EMF-Exposition unser Gehirn zu beeinflussen scheinen, könnte uns helfen, festzustellen, ob sie schädlich ist und welches therapeutische Potenzial sie hat. Wir hoffen, dass diese Arbeit dazu beitragen wird, unser Wissen über die molekulare Dynamik neuronaler VGCs zu verbessern, was sowohl für Fortschritte bei der Behandlung neurodegenerativer Erkrankungen als auch für ein besseres allgemeines Verständnis der Beziehung zwischen technologischem Fortschritt und zellulärer Dynamik entscheidend sein wird.

--

Exposition der südkoreanischen Bevölkerung gegenüber 5G-Mobilfunknetzen (3,4-3,8 GHz)

Brahim Selmaoui, Paul Mazet, Pierre-Baptiste Petit, Kihwea Kim, Donggeun Choi, René de Seze.
Exposition der südkoreanischen Bevölkerung gegenüber 5G-Mobilfunknetzen (3,4-3,8 GHz).
Bioelectromagnetics. 2021 May 16. doi: 10.1002/bem.22345.

Zusammenfassung

Während die Industrieländer um die Installation und den Einsatz von 5G-Netzen ringen, haben einige Länder die Führung übernommen und verfügen bereits über funktionsfähige 5G-Netze. Südkorea ist eines dieser Länder. In dieser Studie haben wir die Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern in Südkorea gemessen, um den relativen Beitrag von 5G im Vergleich zu anderen Frequenzen wie 2G, 3G und 4G zu bewerten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Emission von 5G etwa 15 % zu den gesamten Telekommunikationsemissionen beiträgt. Die höchsten Werte wurden in der Nähe von 5G-Antennen beobachtet und bleiben unter den von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) festgelegten Grenzwerten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33998007>

Auszüge

Die Messungen wurden Ende November 2019 in Zusammenarbeit mit dem für die Telekommunikationsregulierung zuständigen koreanischen Institut, der National Radio Research

Agency (NRRA), durchgeführt - sechs Monate nachdem das Netz für öffentliche Kunden geöffnet wurde. Diese Zusammenarbeit ermöglichte einen frühen Einblick in die Organisation des 5G-Dienstes, Unterschiede zwischen den Antennen der verschiedenen koreanischen Betreiber und Informationen über die Verteilung der Antennen im Land

Die Durchschnittswerte für 5G TDD LB variierten je nach Art der Umgebung und des Gebiets und reichten von 20 bis 560 mV/m mit dem ExpoM-RF-Dosimeter und von 20 bis 70 mV/m mit dem EME Spy 200-Dosimeter....

Der maximal aufgezeichnete EMF für 5G betrug 130 mV/m....

Es scheint, dass der Beitrag von 5G-NR zur gesamten EMF-Exposition im Vergleich zu anderen Frequenzen gering ist. In der Tat zeigten die in Seoul und in verschiedenen geografischen Gebieten von Naju durchgeführten Messungen, dass dieser Beitrag weniger als 15 % der Gesamtexposition in ländlichen und städtischen Gebieten beträgt, und die Ergebnisse waren außerhalb der Stadt ähnlich. Die 5G-Exposition während der Stadtfahrt (die Fahrt innerhalb der Stadt) trug etwa 15 % zur Gesamtexposition bei.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die 5G-Expositionswerte unter dem von der ICNIRP [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection [ICNIRP], 1998, 2020] festgelegten Expositionsgrenzwert lagen. In der Tat liegt der Grenzwert für 5G bei 39 V/m bei 700 MHz und 61 V/m bei 3,5 und 26 GHz. Unsere Daten zeigen, dass die maximale Exposition, die auf dem Dach in der Nähe der Basisstation gemessen wurde, immer noch unter dem von der ICNIRP festgelegten Grenzwert lag, und an beweglichen Positionen in der nahe gelegenen Straße lag sie weit unter diesem Wert (unter 0,08 V/m). Unsere Studie steht im Einklang mit anderen Berichten [Agence National des Fréquences [ANFR], 2020], die online veröffentlicht wurden....

Messungen über 24 Stunden an einem festen Punkt ergaben, dass die EMF-Emissionen der Basisstation in der Regel zeitlich stabil sind und bei etwa 5 mV/m liegen, mit Ausnahme der Stoßzeiten, die sich auf den Morgen (etwa 8-9 Uhr) konzentrieren, wo die Exposition auf bis zu 130 mV/m ansteigt, und des Abends (etwa 18-8 Uhr), der nur einen zweifachen Anstieg im Vergleich zu den mittleren Tages- und Nachtwerten aufweist....

Messungen mit einem Feldmessgerät in der Nähe der 5G-NR-Basisstation ergaben einen Wert von 12 V/m (15 m von der Antenne entfernt) bei der Grundleistung. Dieser Wert stieg auf 21 V/m an, wenn die Antenne in der gleichen Entfernung ihre maximale Leistung erreichte....

In unserer Studie zeigen die Ergebnisse mit den beiden verschiedenen Dosimetern, ExpoM-RF und EME Spy 200, eine gewisse Variabilität. Dies ist hauptsächlich auf die unterschiedlichen Empfindlichkeitsschwellen der beiden Geräte zurückzuführen, wenn die Umgebungsexposition in der Nähe der Messschwelle liegt. Bei signifikanten Expositionswerten konvergieren die gemessenen Werte jedoch....

Bei dieser Studie handelt es sich im Einklang mit anderen online veröffentlichten Berichten [ANFR, 2020; Ofcom-Bericht, 2021; Telstra-Bericht, 2021] um eine vorläufige Studie, da die EMF-Messungen

nur sechs Monate nach der Öffnung des Netzes für die koreanische Öffentlichkeit durchgeführt wurden. Es ist wahrscheinlich, dass das 5G-Netz noch nicht optimal genutzt wurde und die Zahl der Abonnenten relativ gering war, da junge Menschen dazu neigen, Wi-Fi-Spots kostenlos zu nutzen. Es ist notwendig, weiterhin EMF-Messungen durchzuführen, um die allgemeinen Trends langfristig zu überwachen. Aus dieser Studie geht jedoch hervor, dass die Exposition durch 5G in einem niedrigen Bereich liegt. Außerdem wird die Tatsache, dass sich der Funksignalstrahl hauptsächlich auf die Endnutzer konzentriert, dazu beitragen, die Exposition in unnötigen Bereichen zu verringern. Diese Arbeit ist Teil einer Messkampagne in Südkorea, deren Abschlussbericht im Jahr 2019 veröffentlicht wurde [French Expertise Report, 2019].

--

In-Situ-Bewertung der Exposition von 5G NR Massive MIMO-Basisstationen in einem kommerziellen Netz in Bern, Schweiz

Sam Aerts, Kenneth Deprez, Davide Colombi, Matthias Van den Bossche, Leen Verloock, Luc Martens, Christer Törnevik, Wout Joseph. In Situ Assessment of 5G NR Massive MIMO Base Station Exposure in a Commercial Network in Bern, Switzerland. *Appl. Sci.* 11(8): 3592. 2021.
<https://doi.org/10.3390/app11083592>.

Abstrakt

Dieser Artikel beschreibt die Bewertung der Exposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder (EMF) von Basisstationen der fünften Generation (5G) in einem kommerziellen NR-Netz in Bern, Schweiz. Während der Messkampagne wurden vier Basisstationsstandorte untersucht und die Exposition, die durch die NR-Massive-Multiple-Input-Multiple-Output (MaMIMO)-Antennen induziert wird, an 22 Positionen in Entfernungen zwischen 30 m und 410 m von der Basisstation bewertet. Die NR-Basisstationen arbeiteten bei 3,6 GHz und verwendeten Codebook-basiertes Beamforming. Während die tatsächlichen Feldpegel ohne Downlink-Verkehr sehr niedrig waren ($<0,05$ V/m), was auf eine geringe Verkehrslast und niedrige Antenneneingangsleistungen von bis zu 8 W zurückzuführen ist, führte die Einrichtung eines maximalen Downlink-Verkehrstroms in Richtung der Benutzergeräte zu einem zeitlich gemittelten Expositionspegel von bis zu 0,4 V/m, während der maximale extrapolierte Expositionspegel 0,6 V/m erreichte. Extrapoliert auf eine Antenneneingangsleistung von 200 W ergaben sich Werte von 4,3 V/m bzw. 4,9 V/m, was 0,5-0,6 % des von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) empfohlenen Referenzwerts entspricht. In Bern wurde festgestellt, dass der Einfluss des NR-Netzes auf die gesamte HF-Belastung der Umwelt sehr begrenzt war; bei maximaler Abwärtsverbindung trug es im Durchschnitt 2 % bei. Schliesslich wurde auch festgestellt, dass eine Extrapolation auf das maximale Expositionsniveau ohne vorherige Kenntnis der Strahlungsmuster direkt auf der Grundlage der Messung der PDSCH-Ressourcenelemente (Physical Downlink Shared Channel) vorgenommen werden kann.

Schlussfolgerungen

Soweit den Autoren bekannt ist, bietet diese Studie die erste Bewertung des Bereichs der tatsächlichen und maximalen Expositionswerte in einem kommerziellen 5G NR-Netz. Es wurde festgestellt, dass die Auswirkung des untersuchten Netzes auf die gesamte HF-EMF-Exposition in der Umgebung gering

war, nur ein paar Prozent der gesamten HF-EMF-Exposition, selbst im Fall von 100% induziertem Verkehr. Darüber hinaus wurde eine Extrapolationsmethode demonstriert, für die keine vorherigen Informationen des Netzbetreibers oder des Funkgeräteherstellers erforderlich sind und die anhand der tatsächlichen Antennenstrahlungsmuster validiert wurde.

In der (nahen) Zukunft, wenn sich die 5G-Technologien weiterentwickeln (z. B. bei der Einführung von reziprokem Beamforming und anderen fortschrittlichen MaMIMO-Techniken), müssen einige Aspekte der vorgestellten Methodik, wie die Position des Endgeräts relativ zur Basisstation und zur Messsonde, die Mittelungszeit zur Bewertung von E_{avg} und die Verwendung des Endgeräts zur Stimulierung des Szenarios der maximalen Exposition möglicherweise ebenfalls geändert werden. Darüber hinaus sind wir zuversichtlich, dass das beschriebene Verfahren auch bei Frequenzen im Frequenzbereich 2 (FR2), oberhalb von 24 GHz ("mmWaves"), gültig ist, vorausgesetzt, dass die Messeinstellungen angepasst werden, um größere Kanalbandbreiten sowie größere SCS zu berücksichtigen. Eine umfassende In-situ-Validierungsstudie bleibt jedoch unerlässlich.

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/8/3592>

--

Individuelle Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Umweltfeldern bei hospitalisierten Frühgeborenen

Dimitri Besset, Brahim Selmaoui, Stéphane Delanaud, René de Seze, André Leke, Erwan Stéphan-Blanchard. Individuelle Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Umweltfeldern bei hospitalisierten Frühgeborenen. *Bioelectromagnetics*. 2021 May 16. doi: 10.1002/bem.22349.

Keine Zusammenfassung.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33998013/>

Auszüge

Die HF-EMF-Werte in den verschiedenen Frequenzbändern während des 3-wöchigen Aufzeichnungszeitraums für alle Säuglinge sind in Abbildung 1 dargestellt. Für den Medianwert war die Gesamtexposition ($0,03 \pm 0,01$ V/m) hauptsächlich auf FM/TV ($0,01 \pm 0,01$ V/m), Mobiltelefon (UL) ($0,01 \pm 0,00$ V/m) und DECT ($0,01 \pm 0,01$ V/m) zurückzuführen. Hinsichtlich des P99-Pegels war der relative Beitrag der Frequenzbänder zur Gesamtexposition ($0,24 \pm 0,11$ V/m) unterschiedlich; das UL-Signal des Mobiltelefons ($0,23 \pm 0,11$ V/m) war höher als das DECT-Signal ($0,044 \pm 0,020$ V/m). Sowohl für den Median als auch für den P99-Wert lagen alle anderen Bänder unter der Nachweisgrenze des Exposimeters....

Die vorliegende Studie ist die erste, die (i) zeigt, dass Frühgeborene auf der Neugeborenen-Intensivstation chronisch niedrigen Umgebungs-HF-EMF-Werten ausgesetzt sind; (ii) die Eigenschaften der Exposition beschreibt und (iii) objektive, quantitative Expositionsdaten liefert. Im Durchschnitt waren die HF-EMF-Werte, denen die Frühgeborenen ausgesetzt waren, viel niedriger als der derzeit empfohlene Grenzwert von 50 V/m [International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection ICNIRP, 2020], aber höher als die Werte, die in der allgemeinen Umgebung der Station gefunden

wurden [Besset et al., 2020]. DECT, Mobiltelefone (UL) und FM/TV trugen am meisten zu dieser chronischen Exposition bei. Obwohl die HF-EMF-Werte alle 2 Minuten aufgezeichnet wurden (was bedeutet, dass viele Spitzen- und Minimalwerte wahrscheinlich nicht erfasst wurden), waren dennoch 94,1 % der Säuglinge vorübergehend Pegeln über 1 V/m ausgesetzt ($0,045 \pm 0,074$ % aller HF-EMF-Werte, für etwa 41 s pro Tag). Diese Spitzenbelastungen waren hauptsächlich auf die UL-Signale von Mobiltelefonen zurückzuführen. Die Exposition gegenüber DECT- und Mobiltelefon-Frequenzbändern deutet darauf hin, dass die Exposition der Neugeborenen hauptsächlich auf menschliche Aktivitäten um sie herum zurückzuführen ist (z. B. Aufmerksamkeit der Eltern, medizinische Versorgung) und erklärt, warum die individuellen Expositionswerte höher waren als die der allgemeinen Umgebung der Neugeborenenstation.

Diese Expositionsprofile stellen kein Risiko für Frühgeborene dar. Dennoch ist eine gewisse Aufmerksamkeit für RF-EMF, die durch menschliche Aktivitäten in der Umgebung der Säuglinge induziert werden, aufgrund ihrer hohen Empfindlichkeit gegenüber der Umwelt, ihrer physiologischen Einschränkungen und der erhöhten Absorption von RF-EMF-Energie durch den Körper [Peyman, 2011] während einer kritischen Reifungsphase erforderlich. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße und der Besonderheit der Krankenhausumgebung in dieser Studie sind weitere Expositionsuntersuchungen erforderlich, um die vorliegenden Daten zu bestätigen.

--

Künstliches EMG (Elektromyogramm) durch WLAN-Exposition

Lebrecht von Klitzing. Künstliches EMG (Elektromyogramm) durch WLAN-Exposition. Zeitschrift für Biostatistik und biometrische Anwendungen. 6(1): 2021.

Abstrakt

WLAN (Wireless Local Area Network) wird als wichtige weltweite Kommunikationstechnik eingesetzt. Dabei kommt es immer zu einer elektromagnetischen Feldbelastung. Im Gegensatz zu den ICNIRP-Sicherheitsrichtlinien, wonach durch diese niederenergetischen elektromagnetischen Felder keine Bioeffekte möglich sind, fanden wir in Abhängigkeit von der WLAN-Exposition künstliche Signale im Nervensystem,

Frei zugängliches Papier: <http://www.annexpublishers.com/articles/JBIA/6101-Artificial-EMG-by-WLAN-Exposure.pdf>

--

Neues ICEMAN-Projekt sucht nach Antworten auf die Desorientierung von Kampfpiloten [Health Matters]

James C. Lin. Neues ICEMAN-Projekt sucht nach Antworten auf die Desorientierung von Kampfpiloten [Health Matters], IEEE Microwave Magazine. 2021; 22 (4):13-15. DOI: 10.1109/MMM.2020.3048210.

Keine Zusammenfassung.

Auszug

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Höhe der RF-EM-Felder im Cockpit eines typischen Jagd- oder Kampfflugzeugs heute unklar ist. Quantitative Erhebungen und Messungen sind notwendig, um die potenziellen Auswirkungen des HF-EM-Feldes auf die Gehirnaktivität, die Neurophysiologie und das Verhalten der Piloten richtig einschätzen zu können. Die Cockpits von Kampfflugzeugen sind unter bestimmten Einsatzbedingungen starken HF- und/oder Mikrowellen-Radarimpulsen ausgesetzt.

Es gibt zwei durch Mikrowellenimpulse ausgelöste Hörreaktionen bei Menschen und Säugetieren, wenn der Kopf Hochleistungsmikrowellenimpulsen ausgesetzt ist, die die kognitive Leistung und Reaktion eines Piloten beeinflussen könnten. Beide stehen im Zusammenhang mit den durch Mikrowellenpulse induzierten akustischen Druckwellen im Kopf: der Mikrowellen-Hör-Effekt und der akustisch induzierte Schreckreflex und die motorische Reaktion auf einen plötzlichen, unerwarteten, intensiven Hörreiz. Die Schreckreaktion auf einen plötzlichen, unerwarteten akustischen Reiz kann dazu führen, dass der Pilot eine räumliche Desorientierung erfährt, bei der die Wahrnehmung von Position, Bewegung, Höhe oder Fluglage des Flugzeugs nicht der Realität entspricht.

Man beachte, dass diese Vermutung auf theoretischen Überlegungen und verfügbaren, aber begrenzten experimentellen Beweisen beruht. Die Art von bestätigenden Studien, die nützlich wären, sind neurophysiologische und psychophysische Untersuchungen von Tieren, die gepulsten Mikrowellen ausgesetzt sind, einschließlich der Beobachtung der Verhaltens- und Leistungsreaktionen der Probanden.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9366591>

--

Methodik zur Bestimmung des Schwellenabstands für die Abschätzung des Hauptbeitrags der EM-Exposition bei WLAN

Marta Fernández, David Guerra. Methodik zur Bestimmung des Schwellenabstands für die Abschätzung des Hauptbeitrags zur EM-Exposition in WLAN. Ingenieurwissenschaften und Technologie, eine internationale Zeitschrift, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2021.05.001>.

Zusammenfassung

Der Standort von Strahlungsquellen in drahtlosen Netzwerken ist ein Schlüsselfaktor für die Charakterisierung ihres Beitrags zu elektromagnetischen Expositionspegeln, um künftige Netzwerke einzurichten, die eine Minimierung der elektromagnetischen Feldpegel berücksichtigen. Im Zusammenhang mit drahtlosen lokalen Netzwerken und in Anbetracht der Tatsache, dass mobile Kommunikationsgeräte die SAR-Grenzwerte (Spezifische Absorptionsrate) einhalten, die von den internationalen Standardisierungsorganisationen zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt wurden, konzentriert sich das Interesse heutzutage auf die Signalpegel, die von den WiFi-Zugangspunkten ausgehen. In diesem Beitrag wird eine Methode zur Bestimmung des Schwellenwerts für die Entfernung vorgestellt, bei der die Feldstärke des Zugangspunkts im Vergleich zu der von einem Benutzergerät erzeugten Strahlung vernachlässigbar ist. Die theoretischen Konzepte, die auch auf

andere Technologien angewendet werden können, wurden mit Hilfe von Simulationen und experimentellen Messungen umgesetzt. Für die Simulationen wurden aktuelle WiFi-Antennen modelliert. Experimentelle Messungen vervollständigten die in den Simulationen erzielten Ergebnisse, was zu einer größeren Anzahl realer Situationen führte. Die Ergebnisse zeigten, dass der Schwellenabstand vom WiFi-Standard abhängt, der von den an das Netz angeschlossenen Geräten verwendet wird.

Schlussfolgerungen

Der Beitrag jeder einzelnen EM [elektromagnetischen] Quelle zur Gesamtexposition in drahtlosen Netzwerken ist ein wesentlicher Parameter für die Charakterisierung der EM-Exposition und die Entwicklung von Netzwerken, die die EM-Feldwerte minimieren. In diesem Manuskript wird eine Methode zur Bestimmung der Entfernung vorgestellt, in der die von einem AP [Access Point] ausgesendeten EM-Feldwerte im Vergleich zu den von einem UE [User Equipment] ausgesendeten vernachlässigbar sind, um die Bewertung der Gesamtexposition zu vereinfachen. Dies kann auch Aufschluss über die Positionen geben, an denen in künftigen Messkampagnen Messungen durchgeführt werden sollten. In der vorgeschlagenen Methode wurden die Schwellenabstände für eine bestimmte Entfernung des UE berechnet. In dieser Arbeit wurde die Schwellenentfernung mit Hilfe einer strengen Methodik bestimmt, wobei das Worst-Case-Szenario angenommen wurde, d. h. volle Aktivität des WiFi-Netzwerks, 90ste Perzentile und eine Entfernung von 20 cm zwischen dem UE und dem Empfangspunkt. Dieser Abstand ermöglicht uns Messungen im Fernfeldbereich und kann Szenarien darstellen, in denen ein Smartphone auf einem Schreibtisch in 20 cm Entfernung vom Nutzer platziert wird oder Szenarien, in denen die Exposition durch das UE einer anderen Person verursacht wird. Darüber hinaus stimmt es mit der Definition von tragbaren Geräten überein, da diese Geräte als Sendegeräte definiert sind, die so konzipiert sind, dass die abstrahlenden Strukturen der Geräte sich innerhalb von 20 cm vom Körper des Benutzers befinden [11]. Daher liefern die Ergebnisse unter den gewählten Bedingungen den größten Schwellenabstand, wenn der eigene Benutzer oder die Person neben ihm/ihr der vom UE ausgehenden Strahlung ausgesetzt ist. Für Personen, die sich in größerer Entfernung von der Expositionsquelle befinden, wären die Schwellenabstände jedoch größer. So wurden unter Freiraum-Ausbreitungsbedingungen Schwellenabstände von 1,64 m und 4,99 m für Hotspots mit einer Sendeleistung von 160 mW und Bandbreiten von 80 MHz bzw. 40 MHz ermittelt. Diese Abstände können sich in Mehrwegeumgebungen erhöhen, wie in Abschnitt 5.4 gezeigt wird, wo ein maximaler Schwellenabstand von 5,92 m erreicht wurde. In allen Fällen wäre die Schwellenentfernung geringer, wenn das UE näher am menschlichen Körper platziert wäre. Diese Schlussfolgerung könnte zu einem Missverständnis führen, das es zu klären gilt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Grenzabstand zum AP umso geringer sein darf, je höher die Leistung des UE ist. Im Hinblick auf die Sicherheit, die bei dieser Art von Forschung im Vordergrund steht, sollten solche Schwellensituationen, die durch UEs mit maximaler Leistung und minimale Abstände zu den APs gekennzeichnet sind, jedoch unbedingt vermieden werden. Das heißt, je größer der Grenzabstand ist, desto besser ist das Expositionsszenarium.

Experimentelle Ergebnisse zeigten, dass der Schwellenabstand von der Bandbreite der Kommunikationsverbindung abhängt, die mit dem von AP und UE verwendeten WiFi-Standard zusammenhängt. Darüber hinaus wurden Messungen im gesamten 5-GHz-WiFi-Band in einer Universitätsumgebung durchgeführt, und es wurde nachgewiesen, dass WiFi-Signale, die von weiter

entfernten APs kommen, aufgrund der höheren Dämpfungen bei höheren Frequenzen einen geringeren Einfluss haben als bei 2,4 GHz. Schließlich wurden die Schwellenabstände auch in Mehrwegumgebungen berechnet. Die vorgeschlagene Methode stellt sicher, dass WiFi-APs kein Problem darstellen, wenn sich der Nutzer in größerer Entfernung als dem Schwellenwert befindet. Im Gegenteil, Messungen der vom Hotspot ausgehenden Strahlung wären bei kürzeren Entfernungen erforderlich, um die Einhaltung der Referenzwerte zu überprüfen. Schließlich kann die Dauer der Signalübertragung bei der Bewertung der EMF-Exposition von großem Interesse sein, insbesondere an Orten, an denen sich Menschen viele Stunden aufhalten, wie Schulen, Universitäten oder Büros. In diesem Zusammenhang wurden in [14] die WiFi-Expositionswerte bei 2,4 GHz anhand von 24-Stunden-Messungen in einer Universitätsumgebung bewertet. Wie in Abbildung 4 von [14] zu sehen ist, ist die Übertragung von WiFi-Signalen an Werktagen im Vergleich zu Wochenenden erhöht. Aber auch während der Arbeitszeiten variiert die WiFi-Aktivität und damit die AP- und UE-Übertragungen von einem Ort zum anderen innerhalb desselben Gebäudes.

--

Auswirkungen von 1,5 und 4,3 GHz Mikrowellenstrahlung auf die kognitive Funktion und die Struktur des Hippocampus-Gewebes bei Wistar-Ratten

Ruiqing Zhu, Hui Wang, Xinping Xu, Li Zhao, Jing Zhang, Ji Dong, Binwei Yao, Haoyu Wang, Hongmei Zhou, Yabing Gao, Ruiyun Peng. Auswirkungen von 1,5 und 4,3 GHz Mikrowellen-Strahlung auf die kognitive Funktion und die Hippocampus-Gewebestruktur bei Wistar-Ratten Sci Rep. 2021 May 12;11(1):10061. doi: 10.1038/s41598-021-89348-4.

Zusammenfassung

Frühere Studien haben gezeigt, dass monofrequente Mikrowellenstrahlung zu kognitivem Abbau bei Ratten führen kann. Allerdings haben sich nur wenige Studien auf die kombinierten Wirkungen von Befeldung mit verschiedenen Mikrowellen-Frequenzen konzentriert. Unsere Forschung zielte darauf ab, die Wirkungen von 1,5 GHz und 4,3 GHz Mikrowellen-Strahlung, einzeln und in Kombination, auf die kognitive Funktion und die Hippocampus-Gewebestruktur bei Ratten zu untersuchen. Insgesamt 140 männliche Wistar-Ratten wurden nach dem Zufallsprinzip in 4 Gruppen aufgeteilt: die S-Gruppe (Scheinbestrahlungs-Gruppe), die L10-Gruppe (10 mW/cm² 1,5 GHz-Gruppe), die C10-Gruppe (10 mW/cm² 4,3 GHz-Band-Gruppe) und die LC10-Gruppe (10 mW/cm² 1,5 und 4,3 GHz Multifrequenz-Bestrahlungs-Gruppe). 1-28 Tage nach der Mikrowellen-Befeldung analysierten wir die durchschnittliche Flucht-Latenz für die Morris-Wasserlabyrinth-Aufgabe, Elektroenzephalogramme, Veränderungen in der Struktur und Ultrastruktur des Hippocampus-Gewebes, den Inhalt des Nissl-Körpers im Hippocampus und die Aktivitäten der Laktat-Dehydrogenase und Succinat-Dehydrogenase. Im Vergleich zur S-Gruppe zeigten alle Expositions-Gruppen unterschiedliche Grade von Lern- und Gedächtnis-Verschlechterung und strukturelle Schäden im Hippocampus. Die Ergebnisse zeigten, dass 1,5 GHz- und 4,3 GHz-Mikrowellen-Befeldung in der Lage war, kognitive Beeinträchtigungen und Hippocampus-Gewebes Schäden bei Ratten hervorzurufen, und dass eine kombinierte Befeldung mit

beiden Frequenzen schwerwiegendere Verletzungen verursachte, aber keine dieser schädlichen Wirkungen variierte mit der Mikrowellen-Frequenz.

Auszüge

Die Mikrowellenpulse wurden mit 200 pps und einer Pulsbreite von 500 ns abgegeben. Die mit einem kalibrierten Detektor und einem Oszilloskop für die Expositionsgruppen getesteten Spitzenfeldleistungsdichten betragen 100 W/cm². Die durchschnittlichen Feldleistungsdichten wurden mit 10 mW/cm² berechnet (Abb. 1A und ergänzende Abb. 1A)

[Nach Tabelle 1 betragen die SAR-Werte 3,7 W/kg für die L10-Gruppe und 3,3 W/kg für die C10-Gruppe.]

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8115682/>

--

Schützende Wirkungen von Selen auf die durch elektromagnetische Felder induzierte Apoptose, Aromatase P450-Aktivität und Leptin-Rezeptor-Expression in Rattenhoden

Sareh Khoshbakht, Fatemeh Motejaded, Sareh Karimi, Narjes Jalilvand, Alireza Ebrahimzadeh-Bideskan. Schützende Wirkungen von Selen auf die durch elektromagnetische Felder induzierte Apoptose, Aromatase P450-Aktivität und Leptin-Rezeptor-Expression in Ratten-Hoden. Iran J Basic Med Sci. 2021 Mar;24(3):322-330. doi: 10.22038/ijbms.2021.45358.10554.

Zusammenfassung

Zielsetzungen: Elektromagnetische Felder (EMF), die von Mobiltelefonen ausgehen, können das männliche Fortpflanzungssystem beeinträchtigen. Selen kann als Antioxidans vor elektromagnetischen Feld-induzierten Gewebeschäden schützen. Diese Studie zielte darauf ab, die Wirkungen von Selen auf Ratten-Hoden zu untersuchen, die bei elektromagnetischen Feldern exponiert wurden.

Materialien und Methoden: Vierundzwanzig männliche Wistar-Ratten wurden in vier Gruppen aufgeteilt, nämlich EM-Gruppe (2100 MHz), EM/SE-Gruppe (2100 MHz + Selen (0,2 mg/kg), SE-Gruppe (Selen 0,2 mg/kg), CONT (Kontrollgruppe). Untersucht wurden der LH-, FSH-, Testosteron-, Leptin- und Aromatasewert im Serum, das Hodengewicht und der Volumenindex, die Spermienparameter (Anzahl und abnormaler Prozentsatz), der Durchmesser der Hodenkanälchen, die Dicke der Keimepithelien, die Immunreaktivität des Leptinrezeptors und der Caspase-3 (für apoptotische Zellen im Keimepithel).

Ergebnisse: Unsere Ergebnisse zeigten, dass der LH-, FSH-, GnRH- und Testosteronspiegel im Serum, die Spermienzahl, die Dicke des Keimepithels und der Durchmesser der Hodenkanälchen in der EM-Gruppe im Vergleich zur CONT-Gruppe signifikant abnahmen ($P < 0,05$). In der EM-Gruppe waren jedoch der Leptinspiegel im Serum, die Spermienanomalie, der Aromataseenzymspiegel, die apoptotischen Zellen und der Leptinrezeptor im Vergleich zur CONT-Gruppe erhöht ($P < 0,05$). Darüber hinaus wurde eine Zunahme der Spermienzahl, der Dicke des Keimepithels, des Durchmessers der Samenleiter, des LH-, FSH- und GnRH-Serumspiegels sowie des Testosteronspiegels und eine

signifikante Abnahme der Spermienanomalie, des Leptinrezeptors und der apoptotischen Zellen in der EM/SE-Gruppe im Vergleich zur EM-Gruppe beobachtet ($P < 0,05$).

Schlussfolgerung: Diese Studie zeigte, dass elektromagnetische Strahlung schädliche Auswirkungen auf das männliche Fortpflanzungssystem haben kann, die durch die Einnahme von Selen verhindert werden können.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8087852/>

--

Veränderungen der wachstumskinetischen Parameter, der Morphologie und der mitotischen Aktivität von Hefen *Candida guilliermondii*, die schwachen Wellen der 51,8-GHz-Frequenz ausgesetzt sind

Seda Marutyan, Syuzan Marutyan, Liparit Navasardyan, Karlen Hovnanyan, Armen Trchounian. Veränderungen in den kinetischen Wachstumsparametern, der Morphologie und der mitotischen Aktivität von Hefen *Candida guilliermondii*, die den Wellen niedriger Intensität der 51,8-GHz-Frequenz ausgesetzt sind. Arch Microbiol. 2021 May 3. doi: 10.1007/s00203-021-02336-0.

Zusammenfassung

Unter dem Einfluss von elektromagnetischen Wellen im Millimeterbereich mit einer Frequenz von 51,8 GHz wurden Veränderungen in der Morphologie, den Wachstumsparametern und der mitotischen Aktivität von Hefen *C. guilliermondii* NP-4 aufgedeckt. In einer Population von exponierten Hefen erschienen fadenförmige und riesige Zellen. Die sigmoide Form der Wachstumskurve blieb erhalten, aber die Dauer der Lag-Phase war im Vergleich zu nicht-exponierten Hefen um 2 Stunden verlängert; dementsprechend folgten die logarithmische und stationäre Phase 2 Stunden später. Die spezifische Wachstumsrate in der log-Wachstumsphase und die Fähigkeit zur Koloniebildung der exponierten Hefen war verringert. Es wird angenommen, dass Hefen einige Reaktionsmechanismen auf elektromagnetische Wellen der 51,8-GHz-Frequenz haben. Die Ergebnisse können genutzt werden, um die Reaktionsmechanismen von Mikroorganismen auf nicht-ionisierende Strahlung zu verstehen und um Ansätze zu entwickeln, um lebende Organismen vor ihr zu schützen. Die Wirkung von elektromagnetischen Wellen mit einer Frequenz von 51,8 GHz zur Unterdrückung von Hefen kann in der Biotechnologie und der Medizin eingesetzt werden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33938972/>

Auszug

EHF-EMR ($\nu = 51,8$ GHz) wurde im Amplitudenmodulationsmodus mit einer Frequenz von 1 Hz verwendet (die Signalfrequenzstabilität betrug 0,05 %). Es wurde ein EMR mit niedriger Intensität (Flussleistung von $0,06 \text{ mW cm}^{-2}$) angewendet (Hovnanyan et al. 2017; Soghomonyan und Trchounian 2018; Torgomyan et al. 2012)

Die Zusammenfassung einer vergleichenden Studie der Auswirkungen von elektromagnetischen Wellen niedriger Intensität mit einer Frequenz von 51,8 GHz auf die Hefe *C. guilliermondii* NP-4 lässt

den Schluss zu, dass elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von 51,8 GHz zu Veränderungen in der Morphologie der Hefezellen, zu einer Verringerung ihres Wachstums, ihrer mitotischen Aktivität und ihrer Fähigkeit zur Koloniebildung führen. Diese Ergebnisse erhöhen das Interesse an der weiteren Untersuchung der Auswirkungen von EMR anderer EHF auf Hefen und andere Zellen.

Da Hefen ein geeignetes Modell für die Untersuchung höherer Eukaryoten sind, kann man davon ausgehen, dass elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von 51,8 GHz die gleiche überwältigende Wirkung auf das Wachstum höherer Eukaryoten haben. Unter diesem Gesichtspunkt kann auf der Grundlage unserer Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass der Missbrauch der zellulären Kommunikation nicht nur für Mikroorganismen, sondern auch für höhere Eukaryoten, insbesondere für die menschliche Gesundheit, gefährlich ist.

Die Ergebnisse können zur Aufklärung der Reaktionsmechanismen lebender Organismen auf Strahlungstress sowie zur Entwicklung von Konzepten zum Schutz lebender Organismen vor nichtionisierender Strahlung genutzt werden. Darüber hinaus können sie in der Biotechnologie und Medizin zur Unterdrückung von Hefepilzen nützlich sein, wenn pathogene Arten verschiedene Krankheiten verursachen.

--

Vergleich der Wirkungen von hoch- und niederfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die Proliferation und Differenzierung von neuralen Stammzellen

Wenfang Bai, Meihui Li, Weicheng Xu, Mingsheng Zhang. Vergleich der Wirkungen von hoch- und niederfrequenten elektromagnetischen Feldern auf die Proliferation und Differenzierung von neuralen Stammzellen. *Neurosci Lett.* 2021 Jan 10;741:135463. doi: 10.1016/j.neulet.2020.135463.

Höhepunkte

- Die transkranielle Magnetstimulation (TMS) wird in großem Umfang zur Diagnose und Behandlung unheilbarer Hirnerkrankungen eingesetzt.
- Sowohl 50 Hz LF-EMF als auch HF-EMF können die Proliferation von NSCs in vitro fördern.
- LF-EMF kann die Differenzierung von NSCs in Neuronen beschleunigen.

Zusammenfassung

Es sollten die Wirkungen von hoch- (HF-EMF) und niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (LF-EMF) auf die Proliferation und Differenzierung von neuralen Stammzellen (NSCs) verglichen werden. Die NSCs wurden aus dem SD-Hippocampus der Ratte gewonnen und in Suspensions- und adhärenenten Differenzierungs-Medien kultiviert. Die NSCs wurden bei LF-EMF (5 m T, 50 Hz, 30 min täglich), HF-EMF (maximale magnetische Induktion 2,5 T, 40 % MO, 50 Hz, 10 min täglich) und keinem elektromagnetischen Feld exponiert. Nach 3 Tagen wurden die Lebensfähigkeit der Zellen und die Anzahl der NSV in der Suspension mit dem CCK-8-Assay und der Zellzählungsplatte bestimmt. Immunfluoreszenzfärbung und qRT-PCR wurden durchgeführt, um den Prozentsatz der Tuj-1- und GFAP-positiven NSCs und die Expression von Tuj-1 und GFAP mRNA zu bestimmen. Die P3-NSCs waren Nestin-positiv und die induzierten NSCs exprimierten Tuj-1, GFAP und Oligodendrozytenmarker (MBP). Der CCK-8-Test und die Zellzählung zeigten, dass der OD-Wert und die Anzahl der Zellen in der LF-EMF-Gruppe signifikant höher waren als in den anderen beiden Gruppen (beide $P < 0,05$). Im Vergleich zur Kontrollgruppe waren der OD-Wert und die Anzahl der Zellen in der HF-EMF-Gruppe signifikant höher ($P < 0,05$). Die Immunfluoreszenz-Färbung und die qRT-PCR zeigten, dass der

Prozentsatz der Tuj-1-positiven Zellen und die Expression von Tuj-1 mRNA bei NSV, die LF-EMF ausgesetzt waren, am höchsten waren (beide $P < 0,05$). Der Anteil der GFAP-positiven NSV und die Expression von GFAP mRNA unterschieden sich nicht signifikant zwischen den drei Gruppen (alle $P > 0,05$). Sowohl 50 Hz LF-EMF als auch HF-EMF können die Proliferation von NSCs in vitro fördern und LF-EMF kann die Differenzierung von NSCs in Neuronen beschleunigen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33129846/>

--

Biomolekulare Reaktion auf stundenlange Mikrowellenbestrahlung im Ultra-Niedrigfeldbereich: Eine effektive grobkörnige Modellsimulation

Anang Kumar Singh, P S Burada, Anushree Roy. Biomolekulare Reaktion auf einstündige Ultra-Niederfeld-Mikrowellen-Strahlung: Eine effektive grobkörnige Modellsimulation. Phys Rev E. 2021 Apr;103(4-1):042416. doi: 10.1103/PhysRevE.103.042416.

Zusammenfassung

Verschiedene elektronische Geräte, die wir häufig benutzen, strahlen Mikrowellen ab. Eine solche externe Störung beeinflusst die Funktionalität von Biomolekülen. In einem ultraniedrigen Feld ist die kumulative Reaktion eines Moleküls nur über eine Zeitskala von Stunden zu erwarten. Um die strukturelle Dynamik von Biomolekülen über Stunden hinweg zu untersuchen, verwenden wir eine einfache Methode, um die grobkörnige Struktur des Proteinmoleküls zu konstruieren und die Langevin-Gleichung unter verschiedenen Arbeitspotentialen zu lösen. Bei diesem Ansatz wird jeder Aminosäurerest eines Biomoleküls auf eine Reihe von Perlen abgebildet, einige für das Rückgrat und einige für die Seitenkette, je nach Komplexität der chemischen Struktur. Wir wählen das Kraftfeld so, dass die Dynamik des Proteinmoleküls in Gegenwart eines ultraschwachen Strahlungsfeldes von Mikrovolt/nm über einen Zeitraum von 2 Stunden verfolgt werden kann. Wir wenden das Modell an, um ein Biomolekül, Hühnereiweiß-Lysozym, zu beschreiben und seine strukturelle Entwicklung unter ultraschwacher elektromagnetischer Strahlung zu simulieren. Die Simulation enthüllte die feineren strukturellen Details, wie das Ausmaß der Exposition bioaktiver Reste und den Zustand der Sekundärstrukturen des Moleküls, die durch spektroskopische Messungen bestätigt wurden [Details sind in Phys. Rev. E 97, 052416 (2018)10.1103/PhysRevE.97.052416 verfügbar und hier kurz beschrieben]. Obwohl das Modell für ein spezifisches System getestet wurde, ist es recht allgemein. Wir glauben, dass es das Potenzial hat, die strukturelle Dynamik eines beliebigen Biopolymers unter externer Störung über eine längere Zeitskala zu untersuchen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34005990/>

Zusammenfassung

In diesem Artikel werden die möglichen Auswirkungen eines einstündigen ultraschwachen Strahlungsfeldes auf ein Biosystem mit Hilfe der CG-Modellierungstechnik untersucht. Wir erhalten eine optimierte CG-Struktur eines Biopolymers, indem wir die Komplexität der chemischen Struktur der

einzelnen Aminosäurereste berücksichtigen. Das gewählte Kraftfeld kann die Dynamik des Moleküls über Stunden hinweg aufzeigen. Wir demonstrieren die Wirksamkeit des Modells bei der Untersuchung der Gesamttopologie und einiger feinerer struktureller Details (z. B. Dynamik spezifischer Reste und Sekundärstrukturen) des HEWL-Moleküls über einen längeren Zeitraum (~2 h) unter Ultra-Niedrigfeldstrahlung ($\sim 10^{-7}$ V/nm). Es ist sehr rechenintensiv, quantenmechanische Simulationen für alle Atome über den oben genannten Zeitraum durchzuführen. Sicherlich stößt das gegebene Modell an seine Grenzen (z. B. wurde der explizite Lösungsmittelleffekt vernachlässigt) und erfordert ein höheres Maß an Optimierung. Nichtsdestotrotz glauben wir, dass der von uns verfolgte Ansatz recht allgemein ist und einen Weg ebnet, die strukturelle Dynamik anderer Biopolymere unter einer externen Störung über Stunden hinweg zu verfolgen, wenn der Lösungsmittelleffekt durch das zufällige Rauschen in der Bewegung der Kugeln in nennenswertem Umfang berücksichtigt werden kann. Es wird auch interessant sein, andere elegantere CG-Modelle, die in Abschnitt [4](#) dieses Artikels erwähnt wurden, zu testen, um die Wirkung stundenlanger Ultra-Niedrigfeld-Bestrahlung auf Biomoleküle zu untersuchen. Aus biologischer Sicht zeigen wir die nachteiligen Auswirkungen des Strahlungsfeldes auf Biomoleküle, selbst wenn dessen Stärke sehr gering ist.

--

Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern und Krebs bei Kindern: Eine systematische Überprüfung und Meta-Analyse

GyeongAe Seomun, Juneyoung Lee, Jinkyung Park. Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern und Krebs bei Kindern: Eine systematische Überprüfung und Meta-Analyse. PLoS ONE 16(5): e0251628. May 14, 2021. doi:10.1371/journal.pone.0251628.

Zusammenfassung

Hintergrund: Extrem niederfrequente Magnetfelder (ELF-MFs) werden als möglicher krebserregender Faktor (Gruppe 2B) eingestuft. Diese Studie bewertete den Zusammenhang zwischen ELF-MFs und Krebs im Kindesalter durch eine systematische Überprüfung und Meta-Analyse.

Methoden Drei Datenbanken wurden im Januar 2020 durchsucht. Wir führten eine Meta-Analyse für den Zusammenhang zwischen ELF-MFs-Expositionsniveau und Krebs im Kindesalter durch.

Ergebnisse Es wurden insgesamt 33 Studien identifiziert. Dreißig Studien mit 186.223 Teilnehmern wurden in die Meta-Analyse einbezogen. Kinder, die 0,2-, 0,3- und 0,4- μ T ELF-MFs ausgesetzt waren, hatten eine 1,26 (95% Konfidenzintervall [CI] 1,06-1,49), 1,22 (95% CI 0,93-1,61) und 1,72 (95% CI 1,25-2,35) Mal höhere Wahrscheinlichkeit, an Leukämie im Kindesalter zu erkranken. Bei Hirntumoren im Kindesalter hatten Kinder, die 0,2- μ T ausgesetzt waren, eine 0,95 (95% CI 0,59-1,56) mal höhere Wahrscheinlichkeit, und diejenigen, die 0,4- μ T ELF-MFs ausgesetzt waren, hatten eine 1,25 (95% CI 0,93-1,61). Kinder, die 0,2- und 0,4- μ T ELF-MFs ausgesetzt waren, hatten eine 1,10 (95% CI 0,70-1,75) bzw. 2,01 (95% CI 0,89-4,52) mal höhere Wahrscheinlichkeit, an Krebs zu erkranken.

Schlussfolgerungen: Es wurden signifikante Zusammenhänge zwischen der Exposition gegenüber

ELF-MFs und Leukämie im Kindesalter beobachtet. Darüber hinaus wurde auch ein möglicher Dosis-Wirkungs-Effekt beobachtet.

Auszüge

Die Debatte über die Wirkung elektromagnetischer Felder (EMF) auf den menschlichen Körper hält an, und mehrere Studien haben die Wirkung von Magnetfeldern untersucht, die nicht gut durch Gegenstände abgeschirmt sind [1-3]. Die Frage, ob die Exposition gegenüber extrem niederfrequenten magnetischen Feldern (ELF-MF) aus der Stromübertragung und -verteilung oder der Nutzung elektrischer Geräte mit einem erhöhten Krebsrisiko bei Kindern verbunden ist, hat eine wissenschaftliche Debatte ausgelöst [4-6]. Im Jahr 2001 wurden ELF-MFs von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) als möglicherweise krebserregend (Gruppe 2B) eingestuft, und zwar aufgrund der begrenzten klinischen Beweise, der unzureichenden experimentellen Unterstützung und des Fehlens plausibler Mechanismen bei den Expositionsniveaus, die in epidemiologischen Studien beobachtet wurden [7, 8]. Diese Einstufung wurde von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bei der anschließenden Bewertung der Beweiskraft der Daten bestätigt [8]. In der Folge ergaben sich klinische Hinweise aus epidemiologischen Studien zur Ätiologie von Leukämie im Kindesalter, die auf einen schwachen Zusammenhang mit ELF-MFs hinwiesen [9-12]....

Schlussfolgerungen In dieser großen gepoolten Analyse von mehr als 36.000 Kindern, bei denen Leukämie im Kindesalter diagnostiziert wurde, wurden statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Exposition gegenüber ELF-MF und Leukämie im Kindesalter beobachtet. Außerdem war die Intensität des Zusammenhangs zwischen der Exposition gegenüber ELF-MF und Leukämie bei Kindern hoch, wie der Dosis-Wirkungs-Effekt zeigt.

Das Risiko von ELF-MFs, die aufgrund begrenzter Nachweise beim Menschen als möglicherweise krebserregend (Gruppe 2B) eingestuft wurden, kann anhand der integrierten Ergebnisse dieser Studie genau ermittelt werden.

Frei zugängliches Papier: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0251628>

--

Bewertung der extrem niederfrequenten elektromagnetischen Exposition in Schulen: Eine statistische Analyse von städtischen und halbstädtischen Gebieten

Y Kiourekis, A Alexias, V Softa, M Alkhorayef, A Sulieman, C Tyrakis, C Kappas. Bewertung der extrem niederfrequenten elektromagnetischen Exposition in Schulen: Eine statistische Analyse von städtischen und halbstädtischen Gebieten. Radiat Prot Dosimetry. 2021 Mai 28; doi: 10.1093/rpd/ncab076.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Forschungsarbeit ist es, den Mittelwert der extrem niederfrequenten (ELF) Exposition in Schulen in Griechenland zu schätzen. Detaillierte ELF-Messungen wurden durchgeführt und mit der Weighted Peak Method (WPM) analysiert, die den Gesamtbeitrag elektromagnetischer Wellen von 1

Hz bis 400 kHz, einschließlich ihrer Phasen, schätzt. Eine Stichprobe von 243 Schulen wurde zur Berechnung herangezogen. Der Mittelwert der ELF-Magnetfelder (MF), die in diesen beiden Gruppen von 243 Schulen gemessen wurden, stand im Mittelpunkt des Interesses. Die ELF-MF-Messungen in Schulen, die sowohl weit von ELF-Quellen entfernt als auch in deren Nähe liegen, wiesen Mittel- und Maximalwerte auf, die deutlich unter dem aktuellen Standard der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) liegen. Der Mittelwert der ELF-MF aus allen Quellen innerhalb der untersuchten Schulen in Griechenland betrug 0,21 μT . Es wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den in den beiden Schulgruppen gemessenen mittleren MF-Werten festgestellt, wobei die MF-Werte in beiden Gruppen deutlich unter der ICNIRP-Norm lagen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34047347>

Auszüge

Der Medianwert der im ELF-Bereich gemessenen MFs betrug 0,174 μT , was 0,174 % der ICNIRP-Norm 2010 (100 μT) entspricht. In Abbildung 1 ist ein typisches Beispiel dargestellt, und Tabelle 1 zeigt den relativen Beitrag der Oberwellen....

Der Mittelwert beträgt 0,23 μT für städtische Gebiete und 0,14 μT für halbstädtische Gebiete mit einem s.d. von 0,23 bzw. 0,13; der Median beträgt 0,18 für die Kategorie der städtischen Gebiete und 0,11 für die halbstädtische Kategorie, während die 25- und 75%-Perzentile 0,12 μT und 0,25 μT für städtische Gebiete bzw. 0,04 μT und 0,18 μT für halbstädtische Gebiete betragen (Abbildung 4). Bei der Variablen WPM beträgt der Mittelwert 1,33 % für städtische Gebiete und 1,20 % für halbstädtische Gebiete mit einer s.d. von 0,18 bzw. 0,13 %; der Median liegt bei 1,30 % für die Kategorie der städtischen Gebiete und bei 1,19 % für die Kategorie der halbstädtischen Gebiete, während die 25- und 75-Perzentile bei 1,25 und 1,36 % für städtische Gebiete bzw. bei 1,10 und 1,26 % für halbstädtische Gebiete liegen (Abbildung 4).

Schlussfolgerungen

ELF-Messungen (Max Peak, WPM) in Schulen, die sowohl weit entfernt als auch in der Nähe von ELF-Quellen liegen, ermöglichen eine umfassende Bewertung der Exposition in Schulen. Darüber hinaus zeigt die statistische Analyse, dass es einerseits einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Schulen in städtischen und halbstädtischen Gebieten gibt. Trotz der Tatsache, dass ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den in Schulen in zwei verschiedenen Gebieten gemessenen MF-Werten besteht, ist er im Hinblick auf die geltende Norm vernachlässigbar, da es sich um einen Unterschied von mehreren Größenordnungen handelt.

Bemerkenswert ist, dass die WPM-Werte (6-500 Hz-Bereich) der städtischen und halbstädtischen Schulen etwa eine Größenordnung höher waren als die im WPM-Frequenzbereich (1 Hz-400 kHz). Dies ist darauf zurückzuführen, dass in halbstädtischen und städtischen Gebieten die Grundfrequenz aufgrund des Stromnetzes 50 Hz beträgt. Was den MAX PEAK-Wert anbelangt, so ist es ebenfalls sinnvoll, dass er unterschiedlich ist, und es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied, da wir uns auf einen Momentanwert jedes Messpunkts beziehen, der möglicherweise beeinflusst wurde, ohne jedoch den Endwert des Punkts zu beeinflussen.

--

Identifizierung von Umwelt- und experimentellen Faktoren, die die menschliche Wahrnehmung von elektrischen Gleich- und Wechselfeldern beeinflussen

Kathrin Jankowiak, Sarah Driessen, Andrea Kaifie, Simon Kimpeler, Thomas Krampert, Thomas Kraus, Dominik Stunder, Michael Kursawe. Identifizierung von Umwelt- und experimentellen Faktoren, die die menschliche Wahrnehmung von elektrischen Gleich- und Wechselfeldern beeinflussen. *Bioelectromagnetics*. 2021 May 11. doi: 10.1002/bem.22347.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Energiewende in Deutschland sind Hochspannungs-Gleichstrom-Leitungen (HGÜ) in Planung, die elektrische Gleichfelder (EF) erzeugen. Da die menschliche Wahrnehmung von Gleichstrom-EF in der Vergangenheit nur selten untersucht wurde, war es unser Ziel, umweltbedingte und experimentelle Faktoren zu identifizieren, die die menschliche Wahrnehmung von Gleichstrom-EF, Wechselstrom-EF und die Koexposition von Gleichstrom-EF und Wechselstrom-EF (Hybrid-EF) unter Ganzkörperexposition beeinflussen. Zusätzlich wurden erste Abschätzungen der Wahrnehmungsschwellenwerte von Gleichstrom-EF und Wechselstrom-EF sowie die Unterschiede in der menschlichen Wahrnehmung von Gleichstrom-EF und Wechselstrom-EF hinsichtlich der Art der Empfindung und des betroffenen Körperteils bewertet. Es wurde ein hochentwickeltes Expositionslabor gebaut, um die Teilnehmer verschiedenen EF-Stärken auszusetzen und sie um ihre Einschätzung bezüglich des Vorhandenseins einer EF zu bitten. Zur Abschätzung der individuellen Wahrnehmungsschwellen von 11 Teilnehmern wurden die Signaldetektionstheorie sowie das Ein-Intervall-Anpassungsmatrixverfahren angewendet. Die relative Luftfeuchtigkeit konnte als ein Umweltfaktor identifiziert werden, der die Wahrnehmung von AC EF und DC EF auf unterschiedliche Weise beeinflusst. Eine geeignete Rampensteigung und eine Expositionsdauer für zukünftige Studien konnten ausgearbeitet werden. Außerdem waren die Wahrnehmungsschwellenwerte unter Hybrid-EF-Exposition niedriger als unter DC-EF- oder AC-EF-Exposition allein. Die kutanen Empfindungen, die unter DC EF- und AC EF-Exposition hervorgerufen wurden, waren individuell unterschiedlich und wurden verschiedenen Körperteilen zugeordnet. Mehrere umweltbedingte und experimentelle Faktoren, die die menschliche Wahrnehmung von EF beeinflussen, konnten identifiziert werden und bilden eine wesentliche Grundlage für eine groß angelegte Studie.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33973657/>

--

Vergleich von ELF-EMF-Stimulation mit Stromstimulation auf die Regulation der LTP von SC-CA1-Synapsen im Hippocampus junger Ratten

Yu Zheng, Wenjun Zhao, Xiaoxu Ma, Lei Dong, Lei Tian, Mei Zhou. Vergleich von ELF-EMF-Stimulation mit Stromstimulation auf die Regulierung der LTP von SC-CA1-Synapsen im Hippocampus junger Ratten. *Int J Radiat Biol*. 2021 May 10;1-21. doi: 10.1080/09553002.2021.1928781.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Langzeitpotenzierung (LTP) ist ein wichtiger funktioneller Indikator für die Untersuchung der synaptischen Plastizität. Extrem niederfrequente elektromagnetische Felder (ELF-EMFs) sind ein physikalisches Mittel, um LTP zu regulieren. Zeitvariable Magnetfelder induzieren induzierte Ströme. Es ist unbekannt, welcher der beiden Parameter der Schlüsselfaktor ist, wenn die LTP durch das Magnetfeld reguliert wird. Neue Methode: Es wird eine Methode zur Berechnung des durch ELF-EMFs induzierten Stromwertes vorgeschlagen. Dann wurde ein Vergleich von ELF-EMF-Stimulation (100 Hz/2 mT und 200 Hz/2 mT) mit Stromstimulation (0,1 μ A und 0,2 μ A) auf die Regulierung von Theta-Burst oder Hochfrequenz-Stimulation (TBS/HFS)-LTP durchgeführt.

Ergebnisse: Die LTP nach ELF-EMFs und μ A-Stromregulation war im Vergleich zum entsprechenden Wert in der Kontrollgruppe signifikant reduziert. Die regulatorische Wirkung von 100 Hz/2 mT ELF-EMFs auf die LTP war stärker als 200 Hz/2 mT. Das Regulierungsniveau der Ströme (0,1 μ A, 0,2 μ A) war jedoch ähnlich; die Wirkung von 0,1 μ A Strom war ähnlich wie die von 100 Hz/2 mT ELF-EMFs, während 0,2 μ A eine stärkere Regulierungswirkung als die von 200 Hz/2 mT auf die HFS-LTP hatte. Vergleich mit bestehenden Methoden: Die meisten der bestehenden Methoden wurden zur Berechnung des induzierten Stroms in menschlichen Modellen verwendet, während in dieser Arbeit ein Berechnungsmodell des induzierten Stroms im Rattenhirnschnitt, induziert durch ELF-EMFs, erstellt wurde, das genauer ist als die bestehenden Methoden.

Schlussfolgerungen: Diese Arbeit zeigte, dass sowohl Strom- als auch ELF-EMF-Stimulation die LTP reduzierten. Ihre Wirkung war jedoch nicht genau gleich, was darauf hindeutet, dass die regulierende Wirkung von ELF-EMFs auf die LTP nicht ausschließlich auf den induzierten Strom zurückzuführen ist, da der magnetische Mechanismus eine gewisse Rolle gespielt haben könnte.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33970763/>

--

Magnetfeld-induzierte Ca²⁺-Aufnahme durch mesenchymale Stammzellen wird durch intrazelluläres Zn²⁺ vermittelt und von einem Zn²⁺-Einstrom begleitet

Alp Özgün, Bora Garipcan. Magnetfeld-induzierte Ca²⁺ Aufnahme durch mesenchymale Stammzellen wird durch intrazelluläres Zn²⁺ vermittelt und von einem Zn²⁺ Einstrom begleitet. Biochim Biophys Acta Mol Cell Res. 2021 May 22;119062. doi: 10.1016/j.bbamcr.2021.119062.

Höhepunkte

- Magnetfeld-induzierter oxidativer Stress ist nicht auf mitochondriale Aktivität zurückzuführen.
- Die Ca²⁺-Aufnahme unter Magnetfeld-Exposition geht mit der Zn²⁺-Aufnahme einher.
- Die durch ein Magnetfeld ausgelöste Kationenaufnahme hängt von der Verfügbarkeit von intrazellulärem Zn²⁺ ab.
- 2-APB-empfindliche Pfade sind wichtige Einfallstore für den durch Magnetfelder ausgelösten Kationeneinstrom.

Zusammenfassung

Die chronische Exposition gegenüber Magnetfeldern (MF) hat vielfältige Auswirkungen auf biologische Systeme, aber die definitiven molekularen Mechanismen der Interaktion sind noch weitgehend unbekannt. Eine der am häufigsten berichteten Wirkungen von MF-Exposition ist eine erhöhte Konzentration von intrazellulärem Ca²⁺ über umstrittene Wege. Zu den weiteren prominenten Effekten gehören erhöhter oxidativer Stress und die Hochregulierung neuronaler Marker durch EGFR-Aktivierung in Stammzellen. Die weitere Charakterisierung der durch MF-Exposition ausgelösten Kaskaden wird durch die phänotypische Vielfalt der in der Literatur verwendeten biologischen Modelle erschwert. In einem Versuch, mehr mechanistische Daten in diesem Bereich zu ermitteln, haben wir die am häufigsten verwendeten biologischen Modelle und MF-Parameter mit den am häufigsten berichteten Wirkungen von MFs kombiniert. Auf der Grundlage von Hinweisen aus den Signalwegen, die zuvor als empfindlich gegenüber MFs definiert wurden (EGFR und Zn²⁺-bindende Enzyme), wurde die Rolle verschiedener Kanaltypen (spannungsgesteuerte Ca²⁺-Kanäle, NMDA-Rezeptoren, TRP-Kanäle) bei den Auswirkungen von 50-Hz-MFs auf mesenchymale Stammzellen aus dem Knochenmark untersucht. Wir berichten, dass ein Einstrom von Zn²⁺ die MF-induzierte Ca²⁺-Aufnahme begleitet, der nur durch den Breitband-Inhibitor der TRP-Kanäle und des speichergesteuerten Ca²⁺-Eintritts (SOCE), 2-Aminoethoxydiphenylborat (2-APB), neben anderen Blockern (Memantin, Nifedipin, Ethosuximid und Gabapentin) abgeschwächt wird. Interessanterweise verschwindet der Kationeneinstrom vollständig, wenn intrazelluläres Zn²⁺ chelatisiert wird. Unsere Ergebnisse schließen spannungsabhängige Ca²⁺-Kanäle als Einfallstor für die MF-induzierte Ca²⁺-Aufnahme aus und deuten darauf hin, dass Zn²⁺-verwandte Kanäle einen neuen Schwerpunkt in diesem Bereich bilden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34033861/>

--

Seltene Erdmagnete beeinflussen die Bewegungsmuster der magnetisch empfindlichen Nacktschnecke *Tritonia exsulans* in ihrem natürlichen Lebensraum

Russell C Wyeth, Theora Holden, Hamed Jalala, James A Murray. Seltene Erdmagnete beeinflussen die Bewegungsmuster der magnetisch empfindlichen Nacktschnecke *Tritonia exsulans* in ihrem natürlichen Lebensraum. Biol Bull. 2021 Apr;240(2):105-117. doi: 10.1086/713663.

Zusammenfassung

Es ist bekannt, dass die Nacktschnecke *Tritonia exsulans* (früher *Tritonia diomedea*) Verhaltensweisen und Neuronen besitzt, die durch Störungen des Erdmagnetfeldes verändert werden können. Es gibt keine definitiven Beweise dafür, wie dieser Magnetsinn in der Natur genutzt wird. In einem explorativen Ansatz haben wir mögliche Auswirkungen magnetischer Störungen anhand von Unterwasservideos von Kriechmustern im natürlichen Lebensraum der Nacktschnecken untersucht, wobei Magnete unterschiedlicher Stärke auf dem Substrat angebracht wurden. Für die Analyse verwendeten wir einen paarweisen Vergleich von Tierspuren zwischen Segmenten, die 25-50 cm von den Magneten entfernt waren, und Segmenten derselben Spuren, die 0-25 cm von den Magneten entfernt waren, um festzustellen, ob etwaige Unterschiede von der Stärke des Magneten abhingen. Bei den meisten Fahrtenmessungen (Länge, Verschiebung, Geschwindigkeit und Tortuosität) wurden keine derartigen

Unterschiede festgestellt. Es wurden jedoch Effekte bei den Änderungen der Spurrichtung zwischen aufeinanderfolgenden Punkten beobachtet. Diese Ergebnisse zeigten, dass die Fährten eine relativ größere Variabilität der Richtung aufwiesen, wenn sie sich näher an stärkeren Magneten bewegten. Wir vermuten, dass dies die Hypothese stützt, dass *T. exsulans* kontinuierlich einen Magnetsinn nutzt, um die geradlinige Navigation aufrechtzuerhalten. Weitere spezifische Tests der Hypothese sind nun erforderlich, um diese neue Möglichkeit, wie Tiere von einem Kompassinn profitieren können, zu überprüfen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33939940/>

--

Vom Menschen erzeugte elektromagnetische Felder und oxidativer Stress - Biologische Auswirkungen und Folgen für die Gesundheit

David Schuermann, Meike Mevissen. Vom Menschen erzeugte elektromagnetische Felder und oxidativer Stress - Biologische Wirkungen und Folgen für die Gesundheit. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22(7), 3772; <https://doi.org/10.3390/ijms22073772>

(Dieser Artikel ist Teil der Sonderausgabe Molekulare Mechanismen der Genotoxizität)

Zusammenfassung

Mit der zunehmenden Nutzung elektrischer Geräte und mobiler Kommunikationssysteme ist die öffentliche und berufliche Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (EMF) im extrem niederfrequenten und hochfrequenten Bereich zu einem weithin diskutierten Umweltrisikofaktor für die Gesundheit geworden. Hochfrequente (RF) EMF und extrem niederfrequente (ELF) MF wurden von der Internationalen Agentur für Krebsforschung (IARC) als möglicherweise krebserregend für den Menschen (Gruppe 2B) eingestuft. Die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies (ROS), die möglicherweise zu zellulärem oder systemischem oxidativem Stress führt, wurde häufig durch EMF-Exposition bei Tieren und Zellen beeinflusst. In dieser Übersicht fassen wir die wichtigsten experimentellen Ergebnisse zu oxidativem Stress im Zusammenhang mit EMF-Exposition aus Tier- und Zellstudien des letzten Jahrzehnts zusammen. Die Beobachtungen werden im Zusammenhang mit molekularen Mechanismen und gesundheitsrelevanten Funktionen wie neurologische Funktion, Genomstabilität, Immunantwort und Reproduktion diskutiert. Die meisten Tier- und viele Zellstudien zeigten einen erhöhten oxidativen Stress, der durch RF-EMF und ELF-MF verursacht wird. Um das Risiko für die menschliche Gesundheit durch die vom Menschen verursachte Exposition abschätzen zu können, müssen auch experimentelle Studien am Menschen und epidemiologische Studien berücksichtigt werden.

Schlussfolgerungen

Die meisten neueren Tierstudien zur erhöhten ROS-Produktion und zum oxidativen Stress durch EMF zielten auf Untersuchungen des Nervensystems und der Fortpflanzung ab. Analog dazu wurden in Zellstudien am häufigsten Neuronen oder neuronähnliche Zellen verwendet. An zweiter Stelle folgen Tierstudien zu oxidativem Stress und möglichen Beeinträchtigungen der Fortpflanzung in

verschiedenen Stadien (Spermienreifung, sehr frühe Stadien der Schwangerschaft wie die Einnistung und Auswirkungen auf Neugeborene und nach einigen Wochen EMF-Exposition der Muttertiere während der Schwangerschaft). Diese tierexperimentellen Studien wurden durch einige Zellstudien unterstützt, hauptsächlich an Mauszelllinien des männlichen Fortpflanzungssystems und an Spermien. Insgesamt wurden mehr Zell- als Tierstudien veröffentlicht, wobei neben den oben erwähnten Zelltypen des Nerven- und Fortpflanzungssystems auch Immun- und Krebszellen sowie isolierte Zellen aus der Haut und Epithelien verwendet wurden. Für diesen Bericht wurden Tier- und Zellstudien entsprechend ihrer Qualität und Forschungsfrage berücksichtigt, um einen informativen Überblick über die verfügbaren Studien zu geben; es handelt sich jedoch nicht um eine systematische Übersicht.

Zusammenfassend wurden in der Mehrzahl der Tierstudien und in mehr als der Hälfte der Zellstudien Hinweise auf erhöhten oxidativen Stress durch RF-EMF und ELF-MF gefunden. Untersuchungen an Wistar- und Sprague-Dawley-Ratten lieferten übereinstimmende Hinweise auf oxidativen Stress nach HF-EMF-Exposition im Gehirn und in den Hoden sowie einige Hinweise auf oxidativen Stress im Herzen. Beobachtungen an Sprague-Dawley-Ratten scheinen ebenfalls konsistente Hinweise auf oxidativen Stress in der Leber und den Nieren zu liefern. Bei Mäusen wurde oxidativer Stress, der durch RF-EMF induziert wurde, vor allem im Gehirn und in den Hoden sowie in Leber, Nieren und Eierstöcken nachgewiesen. Diese Beobachtungen wurden mit einer Vielzahl von Zelltypen, Expositionszeiten und Dosen (SAR oder Feldstärken) gemacht, die innerhalb des Bereichs der gesetzlichen Grenzwerte und Empfehlungen liegen. Sicherlich waren einige Studien mit methodischen Unsicherheiten oder Schwächen behaftet oder sind nicht sehr umfassend, was Expositionszeit, Dosis, Anzahl und quantitative Analyse der verwendeten Biomarker angeht, um nur einige zu nennen. Es zeichnet sich ein Trend ab, der auch unter Berücksichtigung dieser methodischen Schwächen deutlich wird, nämlich dass eine EMF-Exposition, selbst im niedrigen Dosisbereich, durchaus zu Veränderungen im zellulären oxidativen Gleichgewicht führen kann. Organismen und Zellen sind in der Lage, auf oxidativen Stress zu reagieren, und viele Beobachtungen nach EMF-Exposition deuten auf eine Anpassung nach einer Erholungsphase hin. Ungünstige Bedingungen wie Krankheiten (Diabetes, neurodegenerative Erkrankungen) beeinträchtigen die körpereigenen Abwehrmechanismen, einschließlich der antioxidativen Schutzmechanismen, und bei Personen mit solchen Vorerkrankungen ist die Wahrscheinlichkeit größer, dass gesundheitliche Auswirkungen auftreten. Die Studien zeigen, dass sehr junge oder alte Menschen weniger effizient auf oxidativen Stress reagieren können, was natürlich auch für andere Stressoren gilt, die oxidativen Stress verursachen. Weitere Untersuchungen unter standardisierten Bedingungen sind notwendig, um diese Phänomene und Beobachtungen besser zu verstehen und zu bestätigen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/7/3772>

--

Wissenschaft, Politik und Gruppendenken [Health Matters]

James C. Lin. Wissenschaft, Politik und Gruppendenken [Health Matters]. *IEEE Microwave Magazine*. **22**(5):24-26. Apr 1, 2021. DOI: 10.1109/MMM.2021.3056975.

Abstrakt

Erläutert, wie die weltweite COVID-19-Pandemie nicht nur durch gesundheitliche und medizinische Bedenken, sondern auch durch die Einbeziehung von Politik, Verschwörungstheorien und sozialen Medien verkompliziert wurde.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9393739>

In seiner letzten Kolumne kritisiert der [emeritierte Professor Lin](#) die [ICNIRP](#), die gemeinnützige Organisation, auf die sich die WHO bei den von ihr weltweit propagierten Richtlinien zur Exposition gegenüber nichtionisierenden elektromagnetischen Feldern (EMF) stützt. Wie Sie vielleicht wissen, ist diese Kolumne nicht nur wichtig, weil Professor Lin einer der angesehensten EMF-Wissenschaftler der Welt ist, er ist auch der erste Wissenschaftler, der in der [ICNIRP-Kommission](#) (2004 - 2016; Vorsitzender des Ausschusses für Physik und Technik, 2008-2012; Vorsitzender der Hochfrequenzgruppe, 2012-2015) die Glaubwürdigkeit der EMF-Expositionsrichtlinien der ICNIRP in Frage gestellt hat.

Auszüge

"Kürzlich veröffentlichte eine privat gegründete Gruppe mit selbsternannten Mitgliedern eine Reihe von Leitlinien zur Begrenzung der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern im 100-kHz- und 300-GHz-Frequenzbereich [7]. Die vorgeschlagenen Richtlinien stützten sich in erster Linie auf das gewebeerwärmende Potenzial der HF-Strahlung, die Körpertemperatur von Tieren auf mehr als 1° C zu erhöhen. Die private Gruppe erkannte zwar an, dass in den beiden genannten Studien eine große Anzahl von Tieren verwendet wurde, dass die besten Laborpraktiken angewandt wurden und dass die Tiere ihr ganzes Leben lang exponiert waren, zog es aber vor, mit angeblichen "zufälligen Unterschieden" zwischen den Behandlungsbedingungen und der Tatsache zu hadern, dass die gemessenen Veränderungen der Körperkerntemperatur der Tiere 1° C erreichten, und implizierte, dass ein Anstieg der Körperkerntemperatur um 1° C krebserregend sei, wobei sie die HF-Exposition ignorierte. Die Gruppe erklärte dann, dass diese Ergebnisse, wenn sie entweder isoliert oder im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen zur Karzinogenität von Tieren betrachtet werden, keinen Beweis dafür liefern, dass HF-Strahlung karzinogen ist.

Darüber hinaus stellte die Gruppe fest, dass trotz zahlreicher epidemiologischer Studien zu HF-Strahlung im Zusammenhang mit der Nutzung von Mobiltelefonen und dem Krebsrisiko Studien zu Hirntumoren, Akustikusneurinomen, Meningiomen und Ohrspeicheldrüsentumoren keine Hinweise auf ein erhöhtes Krebsrisiko geliefert hatten. Es wurde darauf hingewiesen, dass zwar etwas erhöhte Odds Ratios beobachtet wurden, dass diese Ergebnisse jedoch aufgrund von Unstimmigkeiten und Einschränkungen, wie z. B. Erinnerungs- oder Auswahlverzerrungen, nicht für die Festlegung von Expositionsrichtlinien in Betracht gezogen werden konnten. Die gleichzeitige Neigung, positive Ergebnisse zu verwerfen und zu kritisieren, und die Vorliebe für negative Ergebnisse und deren eifrige Akzeptanz sind spürbar und beunruhigend.

Die Auswertung derselben epidemiologischen Studien durch die IARC endete mit der offiziellen Einstufung von HF-Strahlung als möglicherweise krebserregend für den Menschen [2], [3].

Eine verständliche Frage, die sich dabei stellt, ist diese: Wie kann es zu so unterschiedlichen Bewertungen und Schlussfolgerungen ein und derselben wissenschaftlichen Studie kommen? Der Mensch ist nicht immer rational oder so transparent wie behauptet, und Wissenschaftler sind nicht vor Interessenkonflikten gefeit und können von egozentrischen Motiven geleitet werden. Menschen treffen häufig Entscheidungen, die sich einer klaren Logik entziehen.

Die Wissenschaft war noch nie frei von Politik, ob Sie es glauben oder nicht...."

"Die zellulare Mobilkommunikation und die damit verbundenen drahtlosen Technologien haben ihren direkten Nutzen für den Menschen unbestritten bewiesen. Was jedoch das Urteil über die Gesundheit und Sicherheit von Milliarden von Menschen angeht, die über längere Zeiträume oder sogar ihr ganzes Leben lang unnötigen Mengen an HF-Strahlung ausgesetzt sind, so ist das Urteil noch nicht gefällt. Angesichts solch divergierender wissenschaftlicher Einschätzungen sollten die ALARA-Praxis und der ALARA-Grundsatz - so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar - für die Gesundheit und Sicherheit von Hochfrequenzstrahlung befolgt werden."

[7] "ICNIRP-Richtlinien zur Begrenzung der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern (100 kHz bis 300 GHz)", Health Phys. vol. 118, no. 5, pp. 483-524, 2020.

--

Hintergrunddokument zum Beratungsbericht 5G und Gesundheit (Gesundheitsrat der Niederlande)

Gesundheitsrat der Niederlande. Hintergrunddokument zum Beratungsbericht 5G und Gesundheit. Hintergrunddokument zu 5G und Gesundheit. Den Haag: Health Council of the Netherlands, 2020; Publikationsnummer 2020/16Ae

Einführung

In diesem Hintergrunddokument zum Beratungsbericht 5G und Gesundheit, der vom Ausschuss für elektromagnetische Felder des Gesundheitsrats der Niederlande erstellt wurde, enthält Kapitel 2 die vom Ausschuss für die verschiedenen Themen verwendeten Suchstrategien. In Kapitel 3 werden die Ein- und Ausschlusskriterien der WHO vorgestellt. In Kapitel 4 gibt der Ausschuss einen Überblick über die relevanten Veröffentlichungen zu Krankheiten und Zuständen und in Kapitel 5 über die relevanten Veröffentlichungen zu biologischen Prozessen.

Bericht über ein frei zugängliches Hintergrunddokument:

<https://www.healthcouncil.nl/binaries/healthcouncil/documents/advisory-reports/2020/09/02/5g-and-health/Background-document-to-the-advisory-report-5G-and-health.pdf>

Frei zugänglicher Beratungsbericht:

<https://www.healthcouncil.nl/binaries/healthcouncil/documents/advisory-reports/2020/09/02/5g-and-health/Advisory-report-5G-and-health.pdf>

--

IEEE C95.3-2021 - IEEE Approved Draft Recommended Practice for Measurements and Computations of EMF with Respect to Human Exposure to Such Fields, 0 Hz-300 GHz

Institut der Elektro- und Elektronikingenieure. IEEE C95.3-2021 - IEEE Approved Draft Recommended Practice for Measurements and Computations of Electric, Magnetic and Electromagnetic Fields with Respect to Human Exposure to Such Fields, 0 Hz-300 GHz. 2021.

Standard Details

Es werden bewährte Verfahren für die Entwicklung, Validierung und Anwendung von Methoden zur Berechnung und Messung relevanter Messgrößen beschrieben, die die Exposition des Menschen gegenüber elektrischen und/oder magnetischen Feldern (zusammenfassend: elektromagnetische Felder) im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz charakterisieren. Diese empfohlene Praxis ist ein Ersatz für IEEE Std C95.3™-2002 und IEEE Std C95.3.1™-2010, wobei der Inhalt dieser Normen umfassend überarbeitet und mit IEEE Std C95.1™-2019 harmonisiert wurde. Eine detaillierte Methodik wird nicht beschrieben; vielmehr werden die Anforderungen an die beste Praxis durch Leitlinien und Verweise auf andere Dokumente und Normen ausgedrückt. Zur Verdeutlichung der Hinweise werden Beispiele angeführt. Diese Empfehlung richtet sich an professionelle Anwender, die mit der grundlegenden Theorie und Praxis elektromagnetischer Felder vertraut sind, sowie an Personen, die an der Spezifikation oder Durchführung von Bewertungen kritischer Gefahren oder Untersuchungen beteiligt sind, wie sie in IEEE Std C95.7™-2014 beschrieben sind.

https://standards.ieee.org/standard/C95_3-2021.html

--

Strahlenschutznorm zur Begrenzung der Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern - 100 kHz bis 300 GHz (ARPANSA)

Australische Agentur für Strahlenschutz und nukleare Sicherheit (ARPANSA). Strahlenschutznorm zur Begrenzung der Exposition gegenüber hochfrequenten Feldern - 100 kHz bis 300 GHz. 2021, Strahlenschutzreihe S-1 (Rev. 1)

Keine Zusammenfassung.

Frei zugänglicher Bericht: https://www.arpansa.gov.au/sites/default/files/rps_s-1.pdf

--

Die Wirkung der Exposition gegenüber elektromagnetischen GSM-Feldern auf das Elektroenzephalogramm im Wachzustand: Methodische Einflüsse

Anna Dalecki, Adam Verrender, Sarah P Loughran, Rodney J Croft. Die Wirkung von elektromagnetischer GSM-Feldexposition auf das Elektroenzephalogramm im Wachzustand: Methodische Einflüsse. Bioelektromagnetik. 12 April 2021. <https://doi.org/10.1002/bem.22338>.

Zusammenfassung

Obwohl es übereinstimmende Hinweise darauf gibt, dass die Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) die spontane Alpha-Spektralleistung des Elektroenzephalogramms (EEG) im Ruhezustand erhöht, ist die Zuverlässigkeit dieser Hinweise ungewiss, da einige Studien diesen Effekt auch nicht beobachtet haben. Die vorliegende Studie zielte darauf ab, zu bestimmen, ob die Wirkung einer HF-EMF-Exposition auf die EEG-Alpha-Leistung davon abhängt, ob das EEG aus offenen oder geschlossenen Augen abgeleitet wird und ob es zu einem früheren (<5 min) oder späteren Zeitpunkt (>25 min) im Expositions-Intervall gemessen wird. Sechszwanzig Erwachsene nahmen an drei experimentellen Sitzungen teil, die jeweils eine Exposition beinhalteten: "Sham", "Low" und "High" RF-EMF, die räumlich spezifischen Spitzen-Absorptionsraten von 0, 1 bzw. 2 W/kg gemittelt über 10 g entsprachen. Das Ruhe-EEG wurde zu Beginn (ohne Exposition), während und nach der Exposition aufgezeichnet. Es wurde festgestellt, dass der Anstieg der Alpha-Leistung sowohl während der hohen ($P = 0,04$) als auch während der niedrigen ($P = 0,04$) HF-EMF-Exposition für das EEG mit offenen Augen größer war als für das EEG mit geschlossenen Augen. Es gab auch einen Trend, dass der Anstieg am Ende größer war als zu Beginn der 30-minütigen "hohen" Exposition ($P < 0,01$; offene Augen). Dies deutet darauf hin, dass die Verwendung geschlossener Augen und unzureichende HF-EMF-Expositionsdauern wahrscheinlich eine Erklärung für das Versagen einiger Studien sind, einen HF-EMF-Expositions-bedingten Anstieg der Alpha-Leistung zu erkennen, da solche methodischen Entscheidungen das Signal-Rausch-Verhältnis verringern und den Typ II-Fehler erhöhen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33847008/>

--

Simulierte Mobilfunkfrequenzen (3,5 GHz), ausgesendet von einem Signalgenerator, beeinflussen den Schlaf von *Drosophila melanogaster*

Yahong Wang, Hongying Zhang, Ziyang Zhang, Boqun Sun, Chao Tang, Lu Zhang, Zhihao Jiang, Bo Ding, Yanyan Liao, Peng Cai. Simulierte Mobilfunkfrequenzen (3,5 GHz), ausgestrahlt von einem Signalgenerator, beeinflussen den Schlaf von *Drosophila melanogaster*. Environ Pollut. 2021 Apr 5;283:117087. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117087.

Zusammenfassung

Mit der rasanten Entwicklung von Wissenschaft und Technik wird die 5G-Technologie weit verbreitet sein, und es wurden Bedenken hinsichtlich der biologischen Sicherheit und der Auswirkungen von 5G-Hochfrequenzstrahlung auf die Gesundheit geäußert. *Drosophila melanogaster* wurde als Modellorganismus für unsere Studie ausgewählt, in der eine Umgebung mit 3,5 GHz Hochfrequenzstrahlung (RF-EMR) mit Intensitäten von 0,1 W/m², 1 W/m² und 10 W/m² simuliert wurde. Die Aktivität der männlichen Elterntiere und der männlichen Nachkommen (F1) wurde mit einem *Drosophila*-Aktivitätsüberwachungssystem unter kurz- und langfristiger 3,5 GHz RF-EMR-Exposition gemessen. Kerngene, die mit Hitzestress, der zirkadianen Uhr und Neurotransmittern assoziiert sind, wurden mittels QRT-PCR-Technologie nachgewiesen, und der Gehalt an GABA und Glutamat wurde mittels UPLC-MS bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass kurzfristige RF-EMR-Exposition das

Aktivitätsniveau erhöhte und die Schlafdauer reduzierte, während langfristige RF-EMR-Exposition das Aktivitätsniveau reduzierte und die Schlafdauer der männlichen F1-Fliegen erhöhte. Unter Langzeit-HF-EMR war die Expression der Gene hsp22, hsp26 und hsp70, die mit der Hitzestress-Reaktion zusammenhängen, erhöht, die Expression der Gene per, cyc, clk, cry und tim, die mit der zirkadianen Uhr zusammenhängen, war verändert, der Gehalt an GABA und Glutamat war reduziert und die Expressionsniveaus von Synthese-, Transport- und Rezeptorgenen waren verändert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Langzeit-HF-EMR-Exposition die Hitzestressreaktion der Fliegendamen-Nachkommen verstärkt und dann die Expression von Genen der zirkadianen Uhr und von Neurotransmittern beeinflusst, was zu verringerter Aktivität, verlängerter Schlafdauer und verbesserter Schlafqualität führt.

Höhepunkte

- In dieser Studie wurde das repräsentativste 3,5-GHz-Funkfrequenzband von 5G in der Umgebung simuliert.
- Studie untersuchte die Auswirkungen auf die Aktivität und den Schlaf des Organismus unter Langzeit-HF-EMR.
- Diese Studie lieferte einen Hinweis auf die versteckten gesundheitlichen Auswirkungen der Entwicklung von Wissenschaft und Technologie.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33894629/>

--

Die nachteilige Wirkung von Mobiltelefonstrahlung auf das Dorsalwurzelganglion von Albino-Ratten

Faisal Taufiq, Mohammed Bhilal Babu, Aqeel Ahmad, Mohammed Eajaz, Ahmed Shariff, Noureldaim Elnoman Elbadawi, Semmal Syed Meerasa. Die nachteilige Wirkung von Mobiltelefonstrahlung auf das Dorsalwurzelganglion von Albino-Ratten. Zeitschrift für pharmazeutische Forschung International, 19. März 2021. Seiten 54-60. DOI: 10.9734/jpri/2021/v33i1331266.

Zusammenfassung

Zielsetzungen: Es sollte die Wirkung von elektromagnetischer Handy-Hochfrequenz-Befeldung (RF-EMR) auf die histologische Struktur der Spinalganglien bei Albino-Ratten untersucht werden.

Methoden: Vierundzwanzig Albino-Ratten, aufgeteilt in eine Kontroll- und drei experimentelle Gruppen, wurden vier Wochen lang untersucht. Die Versuchsgruppen wurden drei verschiedenen Stufen von RF-EMR ausgesetzt, indem 80, 120 bzw. 160 Anrufe pro Tag komplett verpasst wurden, wobei ein GSM-Mobiltelefon mit 0,9 GHz bis 1,8 GHz im lautlosen Modus verwendet wurde. Die Spinalganglien der geopferten Ratten wurden unter dem Licht- und Transmissionselektronenmikroskop (TEM) untersucht.

Ergebnisse: Die Spinalganglien der exponierten Ratten wiesen erhebliche histologische

Veränderungen auf, wie z.B. eine Verringerung der Zellgröße, Kondensation des Zytoplasmas, peripher gelegene Heterochromatinkerne, Verlust des Nukleolus und dicht gepackte myelinisierte Nervenfasern. Bei den Kontrollratten wurden keine derartigen Veränderungen beobachtet.

Schlussfolgerung: Dorsalwurzel-Ganglienzellen zeigten dauerhafte und kontinuierliche Veränderungen, wenn sie bei RF-EMR exponiert wurden. Der Schweregrad der histomorphologischen Veränderungen war dosisabhängig und nahm mit zunehmender Strahlungs-dosis stetig zu. Es könnte der Schluss gezogen werden, dass degenerative Veränderungen im Dorsalwurzelganglion des Rückenmarks auf die Langzeit-Exposition bei RF-EMR zurückzuführen sind.

Frei zugängliches Papier: <https://www.journalpri.com/index.php/JPRI/article/view/31266>

--

Auswirkungen der Emissionen von Mobiltelefonen auf menschliche rote Blutkörperchen

Aniket Chowdhury, Yashveer Singh, Uttam Das, Deepak Waghmare, Raktim Dasgupta, Shovan Kumar Majumder. Auswirkungen von Mobiltelefonemissionen auf menschliche rote Blutkörperchen. J Biophotonics. 2021 Apr 19;e202100047. doi: 10.1002/jbio.202100047.

Zusammenfassung

Raman-Spektroskopie wurde an roten Blutkörperchen (RBCs) durchgeführt, die einem GSM 900 MHz- und 1800 MHz-Mobilfunksignal ausgesetzt waren. Die beobachteten Veränderungen in den Raman-Spektren der Mobilfunk-Signal-exponierten Erythrozyten im Vergleich zur nicht-exponierten Kontrolle deuten auf eine reduzierte Hämoglobin-Sauerstoff-Affinität für die exponierten Zellen hin. Der mögliche Mechanismus könnte die Aktivierung der spannungsgesteuerten Membran-Ca²⁺-Kanäle durch die Mobiltelefon-Emissionen beinhalten, was zu einem Anstieg der Konzentrationen von Adenosintriphosphat (ATP) und 2,3-Diphosphoglycerat (2,3-DPG) in den Zellen durch veränderte metabolische Aktivitäten führt. Weitere Studien, die mit einem fluoreszierenden Ca²⁺-Indikator durchgeführt wurden, bestätigten einen erhöhten intrazellulären Ca²⁺-Spiegel in den exponierten Zellen. Da der intrazelluläre ATP-Spiegel die Form und Mechanik der Erythrozyten beeinflusst, wurden die exponierten Zellen mit Hilfe der Beugungsphasenmikroskopie und optischer Pinzetten untersucht. Es wurden nachweisbare Veränderungen der Form und der mechanischen Eigenschaften aufgrund der Exposition mit mobilen Signalen beobachtet.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33871929/>

Auszüge

Die RBC-Proben wurden einem Mobiltelefonsignal ausgesetzt, indem ein handelsübliches Mobiltelefon (Nokia 105) in unmittelbarer Nähe (~ einige mm) des Deckglases gehalten wurde. Das Mobiltelefon wurde während der gesamten Expositionszeit im Gesprächsmodus gehalten.

In der vorliegenden Studie beträgt die SAR für das verwendete Mobiltelefon 1,501 W/kg, was weniger als der in den meisten Teilen der Welt vorgeschriebene Grenzwert von 1,6 W/kg ist. Die

Leistungsdichte typischer GSM-Mobiltelefone beträgt $\sim 10^{-4}$ mW/cm² [33], und unser Mobiltelefon verfügt über keine zusätzlichen Funktionen wie Global Positioning System (GPS), WiFi, Bluetooth usw., die die Wirkung der grundlegenden GSM-Signale unerwünscht verstärken könnten.

... thermische Auswirkungen auf Blutproben durch die schwache Mikrowellenstrahlung des Handgeräts sollten vernachlässigbar sein.

Eine Schätzung der Leistungsdichte in einer Entfernung von 100 Metern (R) von einem Mobilfunkmast, der typischerweise (Pt) ~ 100 W ausstrahlt, zeigt, dass die Strahlungsdichte etwa 10^{-4} mW/cm² beträgt. Eine solche Strahlenbelastung durch Mobilfunkmasten für Personen, die sich in der Nähe aufhalten, ist von kontinuierlicher Natur [34] und ähnelt dem Muster und der Höhe der Belastung, die in den vorliegenden Experimenten betrachtet wird. Eine solche Strahlenbelastung durch Netzwerktürme für Menschen, die in der Nähe wohnen, ist von kontinuierlicher Natur [34] und ähnelt stark dem Muster und der Höhe der Exposition, die im vorliegenden Experiment betrachtet werden.

--

Kopplung zwischen Antenne und menschlichem Körper in 5G-Millimeterwellenbändern: Spielen Alter und Kleidung eine Rolle?

G. Sacco, D. Nikolayev, R. Sauleau, M. Zhadobov. Kopplung zwischen Antenne und menschlichem Körper in 5G-Millimeterwellenbändern: Do Age and Clothing Matter? IEEE Journal of Microwaves, doi: 10.1109/JMW.2021.3063256.

Abstrakt

Mit der rasanten Entwicklung von Mobilfunknetzen der 5. Generation (5G) und der Bedeutung von Personal Area Networks und menschenzentrierter Kommunikation sind Menschen aller Altersgruppen zunehmend im oberen Teil des Mikrowellenspektrums exponiert. In einigen Expositionsszenarien kann das Vorhandensein eines Textils zwischen der Strahlungsquelle und der Haut die Leistungsabsorption beeinflussen. Diese Studie untersucht zum ersten Mal die Auswirkung der Alterung und des Einflusses von Textilien auf die Leistungsdeposition in einem Haut-äquivalenten Modell unter Nahfeld-Exposition, die durch mehrstrahlige Strahlungsstrukturen bei 26 GHz und 60 GHz induziert wird. Eine Gruppe von vier Yagi-Antennen wurde als repräsentatives Beispiel für rekonfigurierbare 5G-Antennen verwendet. Der maximale Anstieg der gemittelten absorbierten Leistungsdichte in Bezug auf den gemittelten Wert für Erwachsene wird bei 70 Jahren beobachtet (8,8 % bei 26 GHz und 6,9 % bei 60 GHz). Die stärkste Abnahme ist bei 5-jährigen Kindern zu verzeichnen (-4,5 % bei 26 GHz und -3,7 % bei 60 GHz). In Anwesenheit eines Textils kann die absorbierte Leistungsdichte je nach den Eigenschaften des Textils (Dicke und Permittivität) und der Dicke des Luftspalts zwischen Textil und Haut zu- oder abnehmen. Bei Baumwolle und Wolle (die als repräsentative Textilmaterialien gelten) beträgt der maximale Anstieg der gemittelten absorbierten Leistungsdichte etwa 40 % im Vergleich zur nackten Haut.

Auszüge

"Bei Mikrowellenfrequenzen wurde der Unterschied in den Expositionsniveaus zwischen Kindern und Erwachsenen untersucht [3]-[5]. Es wurde gezeigt, dass bis zu 5,6 GHz die durchschnittliche

spezifische Ganzkörper-Absorptionsrate (SAR) bei Kindern die Expositionsgrenzwerte [6], [7] um 40-45 % überschreiten kann, während sie bei Erwachsenen (bei gleichem Einfallsfeld) unter diesen Grenzwerten bleibt [5], [8]. Eine neuere Studie [9] untersuchte die durchschnittliche Ganzkörper-SAR unter Verwendung der von der Strahlenschutzkommission (ICRP) spezifizierten Kindermodelle anstelle der skalierten Erwachsenen-Phantome."

"Diese Studie befasst sich mit der elektromagnetischen Exposition unter Nahfeldbedingungen unter Berücksichtigung typischer rekonfigurierbarer Antennen bei 26 GHz und 60 GHz. Zum ersten Mal wird die Analyse unter Berücksichtigung der Veränderungen der Permittivität von biologischem Gewebe mit dem Alter und dem Vorhandensein eines Textils in der Nähe oder in Kontakt mit der Haut durchgeführt."

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9393791>

--

Künstliches EMG (Elektromyogramm) durch WLAN-Bestrahlung

L. von Klitzing. Künstliches EMG durch WLAN-Bestrahlung. J Biostat Biometric App 6(1):101. 2021.

Abstrakt

WLAN (Wireless Local Area Network) wird als wichtige weltweite Kommunikationstechnik eingesetzt. Dabei kommt es immer zu einer elektromagnetischen Feldbelastung. Im Gegensatz zu den ICNIRP-Sicherheitsrichtlinien, wonach durch diese niederenergetischen elektromagnetischen Felder keine Bioeffekte möglich sind, fanden wir in Abhängigkeit von der WLAN-Exposition künstliche Signale im Nervensystem.

Offen zugänglicher Brief: <http://www.annexpublishers.com/articles/JBIA/6101-Artificial-EMG-by-WLAN-Exposure.pdf>

--

30 Hz, könnte das Teil einer Fensterfrequenz für die zelluläre Reaktion sein? (Rezension)

Olga García-Minguillán, Ceferino Maestú. 30 Hz, Könnte es Teil einer Fensterfrequenz für die zelluläre Reaktion sein? Int J Mol Sci. 2021 Mar 31;22(7):3642. doi: 10.3390/ijms22073642

Zusammenfassung

Viele exogene und endogene Risikofaktoren wurden als Vorläufer von Hirntumoren vorgeschlagen, darunter auch die Exposition gegenüber nichtionisierenden elektromagnetischen Feldern. Dennoch gibt es in der wissenschaftlichen Gemeinschaft immer noch eine Debatte über die Gefährlichkeit der durch nicht-ionisierende Strahlung (NIS) erzeugten Effekte, da widersprüchliche Ergebnisse gefunden wurden (Anzahl der überprüften Artikel >50). Aus diesem Grund haben wir verschiedene Studien mit verschiedenen Kombinationen von extrem niedrigen Frequenzen, Zeiten und Feldstärken an tumoralen und nicht-tumoralen Zellen durchgeführt, um neue Beweise für die möglichen Auswirkungen der NIS-

Exposition zu erhalten. Die Ergebnisse unserer Studien zeigten, dass die Lebensfähigkeit der Zellen in Glioblastomzellen frequenzabhängig war. Tatsächlich zeigten unsere Ergebnisse, dass eine Frequenz von 30 Hz - oder sogar andere Frequenzen in der Nähe von 30 Hz - eine Fensterfrequenz darstellen könnte, die die zelluläre Reaktion in tumoralen und nicht-tumoralen Zellen bestimmt.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8036499/>

--

Antwort auf "Krebserzeugende Wirkungen hochfrequenter Strahlung: Eine statistische Neueinschätzung"

Fiorella Belpoggi, Laura Falcioni, Simona Panzacchi, Daria Sgargi, Daniele Mandrioli. Antwort auf "Krebserzeugende Wirkungen hochfrequenter Strahlung: A statistical reappraisal". Environmental Research. 197, 2021,111067. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111067>.

Keine Zusammenfassung.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935121003613>

--

Aktivierung von Matrix-Metalloproteinasen und FoxO3a in HaCaT-Keratinocyten durch hochfrequente elektromagnetische Befeldung

Ju Hwan Kim, Dong-Jun Kang, Jun-Sang Bae, Jai Hyuen Lee, Sangbong Jeon, Hyung-Do Choi, Nam Kim, Hyung-Gun Kim, Hak Rim Kim. Aktivierung von Matrix-Metalloproteinasen und FoxO3a in HaCaT-Keratinocyten durch hochfrequente elektromagnetische Befeldung. Sci Rep. 2021 Apr 7;11(1):7680. doi: 10.1038/s41598-021-87263-2.

Zusammenfassung

Da die Haut das größte Körper-Organ ist und als kritische Barriere dient, ist sie häufig exponiert und könnte physiologisch durch hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF) beeinflusst werden. In dieser Studie fanden wir heraus, dass eine 1760 MHz RF-EMF-Exposition (4,0 W/kg spezifische Absorptionsrate für 2 h/Tag während 4 Tagen) die intrazelluläre Produktion reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) in menschlichen HaCaT-Keratinocyten unter Verwendung der 2',7'-Dichlorfluorescein-Diacetat-Fluoreszenzsonden-Analyse induzieren kann. Das Zellwachstum und die Lebensfähigkeit wurden durch die RF-EMF-Exposition jedoch nicht beeinträchtigt. Da oxidativer Stress in der Haut einen großen Einfluss auf den Hautalterungsprozess hat, analysierten wir die mit der Hautseneszenz verbundenen Faktoren, die durch die ROS-Erzeugung aktiviert werden. Die Matrix-Metalloproteinasen 1, 3 und 7 (MMP1, MMP3 und MMP7), die wichtigsten mit Hautfalten verbundenen Proteine, waren in HaCaT-Zellen nach RF-EMF-Exposition signifikant erhöht. Zusätzlich wurden die gelatinolytischen Aktivitäten der sezernierten MMP2 und MMP9 durch RF-EMF-Exposition erhöht. Die FoxO3a (Ser318/321) und ERK1/2 (Thr 202/Tyr 204) Phosphorylierungs-Gehalte wurden durch die RF-EMF-Exposition signifikant erhöht. Allerdings waren die Bcl2- und Bax-Expressions-Gehalte nicht signifikant verändert, was darauf hindeutet, dass der apoptotische Signalweg in den Keratinocyten nach der RF-

EMF-Exposition nicht aktiviert wurde. Zusammenfassend zeigen unsere Ergebnisse, dass die Exposition bei 1760 MHz RF-EMF die Erzeugung von ROS induziert, was zur MMP-Aktivierung und FoxO3a- und ERK1/2-Phosphorylierung führt. Diese Daten deuten darauf hin, dass RF-EMF-Exposition die zelluläre Seneszenz von HaCaT-Keratinocyten durch ROS-Induktion induziert.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Exposition mit 1760 MHz RF-EMF bei 4 W/kg SAR die intrazelluläre ROS-Erzeugung induzierte, die dann die MMPs (MMP1, 2, 3, 7 und 9) stimulierte und die ERK1/2- (phospho-ERK1/2) und FoxO3a-Signalwege (phospho-FoxO3a) in HaCaT-Zellen aktivierte. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass diese durch RF-EMF-Exposition induzierten Veränderungen zu Hautalterungsprozessen beitragen könnten.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8027011/>

--

1800 MHz hochfrequentes elektromagnetisches Feld beeinträchtigt das Wachstum von Neuriten durch Hemmung des EPHA5-Signals

Chunhai Chen, Qinglong Ma, Ping Deng, Min Lin, Peng Gao, Mindi He, Yonghui Lu, Huifeng Pi, Zhixin He, Chao Zhou, Yanwen Zhang, Zhengping Yu, Lei Zhang. 1800 MHz hochfrequentes elektromagnetisches Feld beeinträchtigt das Wachstum von Neuriten durch Hemmung der EPHA5-Signalübertragung. *Front Cell Dev Biol.* 2021 Apr 12. **9**:657623. doi:10.3389/fcell.2021.657623.

Zusammenfassung

Die zunehmende Intensität von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) in der Umwelt hat die Besorgnis der Öffentlichkeit über deren gesundheitliche Auswirkungen verstärkt. Besonders besorgniserregend sind die Auswirkungen der RF-EMF-Exposition auf die Entwicklung des Gehirns. Die Mechanismen, wie RF-EMF auf das sich entwickelnde Gehirn wirkt, sind nicht vollständig geklärt. Auf der Grundlage von Hochdurchsatz-RNA-Sequenzierungstechniken konnten wir hier zeigen, dass Transkripte, die mit der Neuriten-Entwicklung zusammenhängen, durch 1800 MHz RF-EMF-Exposition während der neuronalen Differenzierung signifikant beeinflusst wurden. Die Exposition bei RF-EMF verringerte deutlich die Gesamtlänge der Neurite und die Anzahl der Verzweigungspunkte in Neuronen, die aus neuronalen Stammzellen stammen, und in Retinsäure-induzierten Neuro-2A-Zellen. Die Expression des Eph-Rezeptors 5 (EPHA5), der für das Auswachsen von Neuriten erforderlich ist, wurde nach der HF-EMF-Exposition deutlich gehemmt. Die Verstärkung der EPHA5-Signalisierung rettete die hemmenden Effekte von RF-EMF auf das Neuritenwachstum. Außerdem stellten wir fest, dass das cAMP-response element-binding protein (CREB) und RhoA kritische nachgeschaltete Faktoren des EPHA5-Signals sind, die die hemmende Wirkung von RF-EMF auf das Neuritenwachstum vermitteln. Zusammengefasst zeigten unsere Ergebnisse, dass RF-EMF-Exposition das Neuritenwachstum durch EPHA5-Signalisierung beeinträchtigt. Dieses Ergebnis untersuchte die Auswirkungen und Schlüsselmechanismen, wie RF-EMF-Exposition das Neuritenwachstum beeinträchtigt, und lieferte auch einen neuen Anhaltspunkt zum Verständnis der Einflüsse von RF-EMF auf die Gehirnentwicklung.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8075058/>

--

Nutzung von Induktionsherden durch Mütter während der Schwangerschaft und Geburtsergebnisse: Die Kyushu Okinawa Studie zur Gesundheit von Müttern und Kindern

Akiko Tokinobu, Keiko Tanaka, Masashi Arakawa, Yoshihiro Miyake. Mütterliche Nutzung von Induktionsherden während der Schwangerschaft und Geburtsergebnisse: Die Kyushu Okinawa Studie zur Gesundheit von Müttern und Kindern. *Bioelectromagnetics*. 2021 Apr 12. doi: 10.1002/bem.22339.

Zusammenfassung

Die Auswirkungen einer Exposition bei elektromagnetischen Feldern mittlerer Frequenz (IF-EMF) während der Schwangerschaft auf die Geburtsergebnisse sind ungewiss. Wir untersuchten den Zusammenhang zwischen der Nutzung von Induktionsherden (IH), die eine Hauptquelle für IF-EMFs sind, während der Schwangerschaft und Frühgeburt (PTB), niedrigem Geburtsgewicht (LBW), kleinem Gestationsalter (SGA) und Geburtsgewicht, indem wir Daten aus einer Kohortenstudie in Japan verwendeten. Studienteilnehmer waren 1.565 Mütter mit Einlingsschwangerschaften und die aus diesen Schwangerschaften hervorgegangenen Babys. Die hier vorgestellten Daten wurden anhand von selbst ausgefüllten Fragebögen erhoben. Es wurde eine Anpassung für das Alter der Mutter, die Wohnregion, die Anzahl der Kinder, die Familienstruktur, die Bildung der Mutter, die Erwerbstätigkeit der Mutter, den Alkoholkonsum der Mutter, das Rauchen während der Schwangerschaft, den Body-Mass-Index der Mutter, das Geschlecht des Babys und das Schwangerschaftsalter bei der Geburt vorgenommen. Die Verwendung eines IH-Kochers während der Schwangerschaft war unabhängig mit einem geringeren PTB-Risiko verbunden: Die bereinigte Odds Ratio betrug 0,28 (95 % Konfidenzintervall: 0,07-0,78). Die Verwendung eines IH-Kochers während der Schwangerschaft wurde nicht mit LBW, SGA oder Geburtsgewicht in Verbindung gebracht. Dies ist die erste Studie, die zeigt, dass die Verwendung eines IH-Kochers während der Schwangerschaft unabhängig mit PTB assoziiert ist.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33846994/>

--

Auswirkungen einer Langzeitexposition bei mittelfrequenten Magnetfeldern (20 kHz, 360 μ T) auf die Entwicklung, pathologische Befunde und das Verhalten von weiblichen Mäusen

Alexander Lerchl, Karen Drees geb. Grote, Isabel Gronau, Dirk Fischer, Julia Bauch, Axel Hoppe. Auswirkungen einer Langzeitexposition bei mittelfrequenten Magnetfeldern (20 kHz, 360 μ T) auf die Entwicklung, pathologische Befunde und das Verhalten von weiblichen Mäusen. *Bioelectromagnetics*. 2021 Apr 6. doi: 10.1002/bem.22337.

Zusammenfassung

Die Verwendung von Magnetfeldern im Zwischenfrequenzbereich (IF) zum drahtlosen Aufladen von Elektroautos mit einer Leistungsübertragung im Kilowattbereich hat sich zunehmend verbreitet und führt zu unvermeidbaren Streufeldern im Mikrottesla-Bereich. Nur eine Handvoll Studien hat die potenziellen biologischen Risiken im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber solchen Feldern untersucht. Wir exponierten weibliche Mäuse ($n = 80$ pro Gruppe) entweder bei 20 kHz, 360 μT (rms) oder scheinbar in Helmholtz-Spulen, um eine Blindstudie durchzuführen. Die Exposition begann im Alter von 3 Monaten (24 h/Tag). Die Körpermasse wurde alle 1-2 Wochen aufgezeichnet. Im Alter von 10 Monaten wurden drei Verhaltenstests an 24 Tieren pro Gruppe durchgeführt. Drei Monate später wurden die Mäuse getötet und die Organe (Gehirn, Leber, Niere, Milz und Lunge) wurden entnommen und für die mikroskopische Analyse vorbereitet. Unsere Ergebnisse zeigen keine Unterschiede in der Entwicklung der Körpermasse und der Überlebensrate (96 % bzw. 89 %). Auch bei der Tumorzinzidenzrate wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Bei den Verhaltenstests ergaben die Ergebnisse des 8-armigen Labyrinths keine signifikanten Unterschiede. Im Gegensatz dazu waren die Rotarod-Daten signifikant ($P < 0,001$) unterschiedlich, wobei bei den exponierten Mäusen längere Verweilzeiten beobachtet wurden. Im offenen Feld war die Anzahl der unterstützten Aufstiege signifikant niedriger ($P < 0,01$), während die anderen Endpunkte keine Unterschiede zeigten. Insgesamt zeigen unsere Daten keine nachteiligen Auswirkungen der Exposition bei 20 kHz, 360 μT auf die Entwicklung und das Auftreten von Tumoren, während die signifikanten Unterschiede in den Verhaltenstests auf ein höheres Maß an Wachsamkeit bei den Mäusen hinweisen könnten.

Auszüge

Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Exposition gegenüber IF-MF das Risiko für pathologische Befunde nicht erhöht. In dieser Studie wurden jedoch nur Gehirn-, Leber-, Nieren-, Milz- und Lungengewebe auf neoplastische Läsionen untersucht; die OECD-Richtlinien empfehlen, dass etwa 40 Gewebe analysiert werden sollten. Eine weitere mögliche Einschränkung unserer Studie ist die relativ kurze Expositionszeit von 10 Monaten (die OECD empfiehlt eine 24-monatige Behandlung). Eine weitere, aber unvermeidbare Einschränkung war, dass die Exposition aus technischen Gründen nicht während der Verhaltensexperimente durchgeführt werden konnte. Dies liegt daran, dass die Interferenz des starken Magnetfeldes mit der Ausrüstung (CCD-Kamera oder Rotarod) unweigerlich dazu geführt hätte, dass die Person, die das Experiment durchführte, gewusst hätte, ob die Tiere exponiert wurden oder nicht....

Es ist auch wichtig, die Grenzen von Tiermodellen als Prädiktoren für die menschliche Biologie zu verstehen. Daher müssen die Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Menschen überprüft werden. Außerdem wurden in dieser Studie nur weibliche Mäuse untersucht, und es ist allgemein bekannt, dass das Geschlecht eine entscheidende Rolle bei der Krebsinzidenz, -prognose und -sterblichkeit spielt [Zhu et al., [2019](#)]. Daher sind weitere Langzeitstudien erforderlich, die auch männliche Tiere einschließen, um die biologischen Auswirkungen der IF-MF-Exposition zu untersuchen....

Insgesamt deuten die in dieser Studie präsentierten Daten auf einige Verhaltenseffekte bei den exponierten Tieren hin, während beim Wachstum und der Tumorgenese keine Unterschiede zwischen exponierten und Kontrollmäusen beobachtet wurden. Die potenziell erhöhten Stresswerte müssen als mild angesehen werden, da sie keinen Rückgang der Körpermasse verursachten, was ein sehr empfindlicher Parameter für Stress bei Nagern ist [Jeong et al., [2013](#)]. Daher deuten die Gesamtergebnisse nicht darauf hin, dass eine chronische Exposition bei 20 kHz-Magnetfeldern mit 360 μT ein Gesundheitsrisiko darstellt. Die Gesamtschlussfolgerung dieser Studie sowie der Daten aus der Literatur ist, dass es keine Hinweise darauf gibt, dass die IF-MF-Exposition zu signifikanten Verhaltensänderungen beiträgt oder das Wachstum oder die Bösartigkeit im weiblichen Mäusemodell beeinflusst.

Meine Anmerkung: Nach Tabelle 1 wiesen die exponierten Mäuse insgesamt 17 pathologische Befunde auf gegenüber 11 bei den Kontrollmäusen.

--

Klassifizierung des extrem niederfrequenten Magnetfeldes eines Laptops mit Wechselstrom und Batterie

Dejan Tanikić, Alessia Amelio. Klassifizierung des extrem niederfrequenten magnetischen Feldes eines Laptops mit Wechselstrom und Batterie. 2021 20. Internationales Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). 17-19 March 2021. DOI: 10.1109/INFOTEH51037.2021.9400677

Zusammenfassung

Die Magnetfeldexposition der Laptop-Benutzer ist eine wichtige Aufgabe, die es zu erforschen gilt. In diesem Beitrag wird ein künstliches neuronales Netzmodell für die Vorhersage des extrem niederfrequenten Magnetfelds von Laptops vorgeschlagen. Es basiert auf Messdaten von 10 Laptops und einem 3-Eingangsvektor, der typische Laptop-Eigenschaften repräsentiert. Die Neuheit des vorgeschlagenen Modells besteht darin, dass es erstellt wurde, um das Niveau der von einem Laptop erzeugten Magnetfeldemission vorherzusagen, wenn dieser sowohl mit Wechselstrom als auch mit Batterie betrieben wird. Anschließend werden die erhaltenen Daten durch die Methode der selbstorganisierenden Karte klassifiziert, um den sicheren oder gefährlichen Wert eines Laptops zu beschreiben. Am Ende werden einige Vorschläge für eine sicherere Nutzung von Laptops gemacht.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9400677>

Auszüge

Das Magnetfeld wird an 18 Messpunkten in der Umgebung des Laptops gemessen. Diese Punkte befinden sich an der Oberseite (T1...T9) und an der Unterseite (B1...B9) des Laptops [6], [10].

Außerdem haben wir das Magnetfeld 10 cm von den vorgeschlagenen Messpunkten entfernt, d. h. außerhalb der Laptops, gemessen. Die ermittelten Werte des Magnetfelds lagen um oder unter 0,01 μT . Sie können daher als Hintergrundmagnetfeld betrachtet werden.

Die allgemeine Schlussfolgerung ist, dass der Wert des Magnetfeldes fast 2-mal höher ist, wenn die Laptops mit Wechselstrom betrieben werden. Die vorhergesagten Werte des Magnetfeldes der 10 Laptops wurden verwendet, um die Laptops in 5 (4) Cluster zu unterteilen, die die Klasse des Magnetfeldes jedes Laptops darstellen. Vergleicht man darüber hinaus die ELF-Magnetfeldemission und die durch den Clusterungsprozess extrahierten Klassen, erhält man die in den Tabellen 3-4 angegebenen Ergebnisse für netz- bzw. batteriebetriebene Laptops.

In dieser Arbeit wurde ein neues ANN-Modell zur Schätzung der ELF-Magnetfeldemission auf der Grundlage der Messung von 10 Laptops vorgeschlagen. Die Messung des Magnetfelds wurde an der Ober- und Unterseite jedes Laptops durchgeführt, der sowohl mit Wechselstrom als auch mit Batterie betrieben wurde. Anschließend wurde aus den von der ANN vorhergesagten Daten ein SOM-basiertes Clustering durchgeführt. Die erhaltene Klassifizierung wurde verwendet, um eine klare Rangfolge der Laptops entsprechend ihrer ELF-Magnetfeldemission zu definieren. Am Ende wurden wichtige Vorschläge für einen sichereren Gebrauch der Laptops gemacht. Für die Zukunft planen wir, die Analyse auf Tablet-Geräte auszuweiten.

--

Proteolytisches System und Verhaltensparameter der Honigbiene unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes mit 50 Hz und variabler Intensität für eine lange Expositionszeit

Paweł Migdał, Agnieszka Murawska, Aneta Strachecka, Paweł Bieńkowski, Adam Roman. Proteolytisches System und Verhaltensparameter der Honigbiene unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes bei 50 Hz und variablen Intensitäten für eine lange Expositionszeit. *Animals* (Basel). 2021 Mar 18;11(3):863. doi: 10.3390/ani11030863.

Zusammenfassung

Die Wirkung eines künstlichen elektromagnetischen Feldes auf Organismen ist Gegenstand einer breiten öffentlichen Debatte und einer wachsenden Zahl von Studien. Unsere Studie zielte darauf ab, die Wirkung eines elektromagnetischen Feldes bei 50 Hz und variabler Intensität auf die proteolytischen Systeme und Verhaltensparameter von Honigbienen nach 12 Stunden Exposition zu zeigen. Frisch geschlüpfte Arbeitsbienen wurden in Käfige gesetzt und bei einem 50 Hz-E-Feld mit einer Intensität von 5,0 kV/m, 11,5 kV/m, 23,0 kV/m oder 34,5 kV/m exponiert. Nach 12 Stunden Exposition wurden Hämolympfproben für die Protease-Analyse entnommen, und die Bienen wurden für die Verhaltensanalyse aufgezeichnet. Sechs Verhaltensweisen wurden zur Beobachtung ausgewählt: Gehen, Fliegen, Selbstpflege, Kontakt zwischen Individuen, Stillstand und Flügelbewegungen. Die Bienen der Kontrollgruppe zeigten die höchste Anzahl aller Verhaltensweisen, mit Ausnahme des Fliegens, und wiesen die niedrigste Proteaseaktivität auf. Die Bienen in den Versuchsgruppen zeigten eine geringere Anzahl von Verhaltensweisen wie Laufen, Selbstpflege und Kontakt zwischen Individuen als die Kontrollbienen und hatten eine signifikant höhere Proteaseaktivität als die Kontrollbienen (mit Ausnahme der alkalischen Proteasen in der 23,0 kV/m-Gruppe).

Einfache Zusammenfassung

Die Menge an elektromagnetischen Feldern (EMF) in der Umwelt, die von elektrischen und elektronischen Geräten, Mobilfunkmasten oder Stromleitungen ausgehen, nimmt ständig zu. Honigbienen können den EMF in der Umwelt ausgesetzt sein, und der Einfluss dieses Faktors auf Bienen wird immer noch untersucht. Die Untersuchung der Auswirkungen von EMF auf Honigbienen kann wertvolle Informationen darüber liefern, ob sie eine Bedrohung für sie darstellen. Die Honigbiene ist ein wichtiger Bestäuber, der eine bedeutende Rolle bei der Erhaltung der Artenvielfalt und der Nahrungsmittelproduktion spielt. Unsere Forschung hat gezeigt, dass ein elektrisches Feld von 50 Hz in verschiedenen Intensitäten die Anzahl der Wanderungen, der Kontakte zwischen den Individuen und der Selbstpflege verringert und die Aktivität von Proteasen erhöht, die an der Reaktion des Immunsystems beteiligt sind.

Schlussfolgerungen

Die Menge der künstlichen elektromagnetischen Felder in der Umwelt nimmt ständig zu, so dass die Honigbiene diesem Faktor ausgesetzt ist. In unserer Studie zeigten die Bienen in der Kontrollgruppe die höchste Anzahl aller Verhaltensweisen, mit Ausnahme des Fliegens, und hatten die niedrigste Aktivität aller Arten von Proteasen. Die Bienen in den Versuchsgruppen zeigten im Vergleich zu den Kontrollbienen eine geringere Anzahl von Wanderungen, Selbstpflege und Kontakt zwischen den Individuen und hatten eine höhere Proteaseaktivität als die Kontrollbienen. Unsere Ergebnisse zeigen, dass ein E-Feld ein potenziell schädlicher Faktor für die Honigbiene ist. Wir wissen jedoch nicht, ob und wie lange die Veränderungen im Verhalten und in der Proteaseaktivität der Honigbiene nach der Exposition gegenüber E-Feldern anhalten. Es wäre wichtig, die Verhaltensparameter und biochemischen Marker in verschiedenen Zeitintervallen nach dem Ende der Exposition gegenüber einem E-Feld zu untersuchen. Es kann hilfreich sein, die Wechselwirkung zwischen der Aktivität der biochemischen Marker und den Verhaltensparametern zu bestimmen. Eine solche Beobachtung könnte zu einem besseren Verständnis der Immunreaktion von Honigbienen führen, die Umweltstressoren ausgesetzt sind.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8003097/>

--

Extrem niederfrequente elektromagnetische Felder beeinflussen die Flügelschläge von Heuschrecken

Sebastian Shepherd, Christopher W Jackson, Suleiman M Sharkh, Hitoshi Aonuma, Eugenio E Oliveira, Philip L Newland. Extrem niederfrequente elektromagnetische Felder beeinflussen die Flügelschläge von Heuschrecken. *Bioelectromagnetics*. 2021 Apr 6. doi: 10.1002/bem.22336.

Zusammenfassung

Es hat sich gezeigt, dass extrem niederfrequente elektromagnetische Felder (ELF EMFs) das Verhalten und die Physiologie von Insekten beeinflussen. Jüngste Studien haben den Bedarf an mehr Forschung hervorgehoben, um genauer zu bestimmen, wie sie fliegende Insekten beeinflussen. Hier untersuchen wir, wie der Flug von Heuschrecken durch akute Exposition mit 50 Hz EMF beeinflusst wird. Wir analysierten die Flüge einzelner Heuschrecken, die zwischen einem Paar Kupferdrahtspulen

angebunden waren, die EMF verschiedener Frequenzen erzeugten, mit Hilfe von Hochgeschwindigkeits-Videoaufzeichnungen. Die mittlere Flügelschlagfrequenz der angebundenen Heuschrecken betrug $18,92 \pm 0,27$ Hz. Wir fanden heraus, dass eine akute Exposition mit 50 Hz-EMF die absolute Veränderung der Flügelschlagfrequenz in einer von der Feldstärke abhängigen Weise signifikant erhöhte, wobei größere Feldstärken größere Veränderungen der Flügelschlagfrequenz verursachten. Die Wirkung von EMF auf die Flügelschlagfrequenz hing von der anfänglichen Flügelschlagfrequenz einer Heuschrecke ab, wobei Heuschrecken, die mit einer Frequenz von weniger als 20 Hz flogen, ihre Flügelschlagfrequenz erhöhten, während Heuschrecken, die mit einer Flügelschlagfrequenz von mehr als 20 Hz flogen, ihre Flügelschlagfrequenz verringerten. Während der Anwendung von 50 Hz EMF wurde die Flügelschlagfrequenz in einem Verhältnis von 2:5 (zwei Flügelschlagzyklen zu fünf EMF-Zyklen) zu den angelegten EMF mitgeführt. Wir legten dann eine Reihe von ELF EMF an, die nahe an der normalen Flügelschlagfrequenz lagen, und stellten fest, dass die Heuschrecken sich genau auf die Frequenz der angelegten EMF einstellten. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Exposition mit ELF-EMFs zu kleinen, aber signifikanten Veränderungen der Flügelschlagfrequenz bei Heuschrecken führt. Wir diskutieren die biologischen Auswirkungen der Koordination des Insektenflugs als Reaktion auf elektromagnetische Stimuli.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33822398/>

--

Aktueller Stand der Forschung zur Auswirkung von Mobilfunkstrahlung auf die Spermienqualität: eine aktualisierte systematische Übersicht und Meta-Analyse von Human- und Tierstudien

Gang Yu, Zhiming Bai, Song Chao, Qing Cheng, Gang Wang, Zeping Tang, Sixing Yang. Aktueller Stand der Untersuchungen zur Auswirkung von Mobilfunkstrahlung auf die Spermienqualität: eine aktualisierte systematische Übersicht und Meta-Analyse von Studien an Mensch und Tier. Umweltverschmutzung. 30. März 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116952>.

Höhepunkte

- Die Nutzung von Mobiltelefonen wurde in einigen Gebieten mit einer Verschlechterung der Spermienqualität bei Männern in Verbindung gebracht.
- RF-EMR von Mobiltelefonen beeinträchtigte direkt die reifen Spermien von Männern in vitro.
- RF-EMR von Mobiltelefonen beeinflusste einige Parameter der Spermienqualität bei Versuchstieren.
- Die Versuchsbedingungen beeinflussten die gepoolten Ergebnisse der Tierversuche.
- Weitere Studien sollten durchgeführt werden, um dieses Thema in der neuen Ära zu untersuchen.

Zusammenfassung

Die mögliche Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit durch Handystrahlung steht nach wie vor im Fokus der Forscher. Wir haben Meta-Analysen zu den Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf die Spermienqualität durchgeführt, wobei wir uns auf aktuelle Erkenntnisse stützen und einige Perspektiven zu diesem Thema vorschlagen. Mithilfe der Datenbanken MEDLINE/PubMed, Embase,

WOS, CENTRAL und ClinicalTrials.gov haben wir vor Dezember 2020 veröffentlichte Studien zu den Auswirkungen der Nutzung von Mobiltelefonen/Hochfrequenz-EMR auf die Spermienqualität gesucht und gesichtet. Neununddreißig Studien wurden eingeschlossen. Die Datenqualität und die allgemeinen Informationen der Studien wurden bewertet und erfasst. Die Daten zur Spermienqualität (Dichte, Motilität, Lebensfähigkeit, Morphologie und DFI) wurden für weitere Analysen zusammengestellt, und wir führten Untergruppen-, Sensitivitäts- und Publikationsbias-Analysen durch. Die gepoolten Ergebnisse der menschlichen Querschnittsstudien stützten keinen Zusammenhang zwischen der Nutzung von Mobiltelefonen und einer Verschlechterung der Spermienqualität. Unterschiedliche Studienregionen trugen zur Heterogenität der Studien bei. In Osteuropa und Westasien wurde die Nutzung von Mobiltelefonen mit einer Abnahme der Spermiedichte und -beweglichkeit in Verbindung gebracht. Die HF-EMR-Exposition durch Mobiltelefone könnte die Beweglichkeit und Lebensfähigkeit reifer menschlicher Spermien *in vitro* verringern. Die zusammengefassten Ergebnisse von Tierstudien zeigten, dass die Exposition gegenüber RF-EMR bei Mobiltelefonen die Motilität und Lebensfähigkeit von Spermien unterdrücken kann. Darüber hinaus verringerte sie die Spermiedichte bei Mäusen, bei Ratten, die älter als 10 Wochen waren, und bei Ratten, die während der Exposition gefesselt waren. Unterschiede in Bezug auf Alter, Modellierungsmethode, Expositionsgerät und Expositionszeit trugen zur Heterogenität der Tierstudien bei. Frühere Studien haben die schädlichen Auswirkungen von Mobilfunkstrahlung auf Spermien umfassend untersucht und nachgewiesen. In Zukunft sollten neue, standardisierte Kriterien angewendet werden, um potenzielle Auswirkungen von HF-EMR-Dosen bei Mobiltelefonen zu bewerten. Weitere spermienbezogene Parameter auf funktioneller und molekularer Ebene sowie Veränderungen der biologischen Eigenschaften von Keimzellen sollten untersucht werden. Darüber hinaus sollten auch die Auswirkungen von Mobilfunk-HF-EMR auf einzelne Organe untersucht werden.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse unserer Meta-Analyse zeigten, dass in Osteuropa und Westasien die Nutzung von Mobiltelefonen mit einem Rückgang der Dichte und Beweglichkeit menschlicher Spermien verbunden ist. Die HF-EMR-Strahlung von Mobiltelefonen kann die Beweglichkeit und Lebensfähigkeit reifer menschlicher Spermien *in vitro* verringern, und sie kann auch die Beweglichkeit und Lebensfähigkeit von Spermien in männlichen Tieren verringern und die Spermiedichte von geschlechtsreifen, gefesselten Ratten reduzieren. Einige wichtige Faktoren, die sich auf die Ergebnisse von Tierversuchen auswirken, sind der Versuchsaufbau und das Strahlungsgerät sowie das Alter und die Expositionszeit. Unsere Studie stellt eine Erweiterung früherer Studien dar und ist von wissenschaftlichem Wert für künftige Studien über die Auswirkungen von RF-EMR bei Mobiltelefonen auf die Spermienqualität.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749121005340>

--

Protokoll für Studien zur Messung der persönlichen RF-EMF-Exposition in Telekommunikationsnetzen der 5. Generation

Maarten Velghe, Sam Aerts, Luc Martens, Wout Joseph, Arno Thielens. Protokoll für Studien zur Messung der persönlichen RF-EMF-Exposition in Telekommunikationsnetzen der 5. Environ Health. 2021 Apr 1;20(1):36. doi: 10.1186/s12940-021-00719-w.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die allgemeine Bevölkerung ist hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMFs) ausgesetzt, die von Telekommunikationsnetzen genutzt werden. In früheren Studien wurden Methoden zur Bewertung dieser Exposition entwickelt. Diese Methoden sind unzureichend, um die Exposition bei 5G-Technologien oder anderen drahtlosen Technologien mit adaptiven Antennen genau zu bewerten. Dies liegt daran, dass die 5G NR (new radio) Basisstationen aktiv auf die angeschlossenen Nutzer ausgerichtet sind, was zu starken räumlich-zeitlichen Schwankungen der HF-EMFs führt. Dies erhöht die Messunsicherheit bei persönlichen Messungen der RF-EMF-Exposition. Darüber hinaus wird die Exposition eines Nutzers durch Basisstationen von der Menge der Datennutzung abhängen, was eine neue Komponente zur automatisch verursachten Exposition hinzufügt, die in aktuellen Studien oft ausgelassen wird.

Ziele: Das Ziel dieses Papiers ist es, ein allgemeines Studienprotokoll für zukünftige persönliche RF-EMF-Expositionsforschung zu entwickeln, das an 5G-Technologien angepasst ist. Dieses Protokoll wird die Bewertung der autoinduzierten Exposition sowohl der eigenen Geräte des Nutzers als auch der Basisstationen der Netzwerke beinhalten.

Methode: Diese Studie stützt sich auf Erkenntnisse aus früheren RF-EMF-Expositionsforschungen und aktuellem Wissen über 5G-Technologien, einschließlich Studien zur Simulation von 5G NR-Basisstationen und Messungen in der Nähe von 5G NR-Testgeländen.

Ergebnisse: Um die selbstverursachte Exposition zu berücksichtigen, wird ein aktivitätsbasierter Ansatz eingeführt. In Umfragestudien wird ein RF-EMF-Sensor an den mobilen Geräten der Teilnehmer angebracht. Auf der Grundlage der gemessenen Leistungsdichte, der GPS-Daten und der Bewegungs- und Näherungssensoren können verschiedene Aktivitäten in Gruppen zusammengefasst und die Exposition während jeder Aktivität bewertet werden. Bei Mikroumgebungsmessungen führt ein geschulter Forscher mit einem mobilen Gerät, das mit dem RF-EMF-Sensor ausgestattet ist, Messungen in vordefinierten Mikroumgebungen durch. Das mobile Gerät ist so programmiert, dass es eine Reihe von Datenübertragungsszenarien wiederholt (unterschiedliche Mengen an Uplink- und Downlink-Datenübertragungen). Auf der Grundlage von Simulationen kann das Ausmaß der im Körper induzierten Exposition bewertet werden, wenn sich das Benutzergerät an einem bestimmten Ort relativ zum Körper befindet.

Schlussfolgerung: Unser Protokoll adressiert die wichtigsten Herausforderungen bei der Messung der persönlichen Exposition, die durch 5G NR eingeführt werden. Es wird eine systematische Methode zur Bewertung der selbstinduzierten Exposition eines Nutzers eingeführt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33794922/>

--

Ungleichmäßige Exposition der Hornhaut durch Millimeterwellen

Kenneth R. Foster, Ilkka Laakso, Steven Chalfin. Ungleichmäßige Exposition der Hornhaut durch Millimeterwellen. Health Phys. 2021 May 1;120(5):525-531. doi: 10.1097/HP.0000000000001376.

Zusammenfassung

Diese Studie untersucht die ungleichmäßige Belastung der Hornhaut durch einfallende Millimeterwellen bei 94-100 GHz. In zwei früheren Studien wurden Temperaturerhöhungen in der Rhesus-Hornhaut gemessen, die kurzen (1-6 s) Impulsen von Millimeterwellen (94 GHz) ausgesetzt waren. In einer dieser Studien wurden auch die Schwellenwerte für Hornhautschäden geschätzt (angegeben als ED50, die Dosis, die in 50% der Fälle zu einer sichtbaren Läsion führt). In beiden Studien wurde festgestellt, dass der Temperaturanstieg auf der Hornhautoberfläche aufgrund von Interferenzeffekten der Wellen stark variiert. In dieser Studie wird diese Variabilität anhand hochauflösender Simulationen der mm-Wellen-Absorption und des Temperaturanstiegs in der menschlichen Hornhaut bei Exposition mit ebener Wellenenergie bei 100 GHz untersucht. Die Berechnungen beruhen auf einer früheren Studie. Die Simulationen zeigen, dass die Spitzentemperaturerhöhungen in der Hornhaut bei kurzen Expositionen (bis zu 10 s) mit hochintensiven mm-Wellen-Pulsen je nach Polarisation der einfallenden Energie das 1,7- bis 2,8-fache der mittleren Erhöhung beträgt. Ein einfaches eindimensionales "Basislinien"-Modell liefert eine gute Schätzung des mittleren Temperaturanstiegs in der Hornhaut. Für die Schwellenwerte zur Erzeugung thermischer Läsionen, ausgedrückt als Mindestfluenz der einfallenden 100-GHz-Pulse, werden zwei verschiedene Schätzungen vorgelegt. Die erste Schätzung basiert auf Schwellenwerten für thermische Schäden durch gepulste Infrarotenergie, die zweite auf einem Modell für thermische Schäden. Die derzeit betrachteten mm-Wellenpulse liegen weit über den derzeitigen IEEE- oder ICNIRP-Grenzwerten, können aber von einigen nicht-tödlichen Waffensystemen erzeugt werden. Interferenzeffekte aufgrund von Wellenreflexionen an Strukturen im und in der Nähe des Auges führen zu hochgradig lokalisierten Schwankungen der in der Hornhaut und dem umgebenden Gesichtsgewebe absorbierten Energie und sind bei einer Gefährdungsanalyse für die Exposition gegenüber intensiven gepulsten Millimeterwellen wichtig zu berücksichtigen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33760769/>

Diskussion

Sowohl IEEE C95.1-2019 als auch ICNIRP (2020) begrenzen ausdrücklich die Fluenz von kurzen, hochintensiven mm-Wellenimpulsen, um einen übermäßigen Temperaturanstieg zu vermeiden. Die im Folgenden diskutierten Grenzwerte beziehen sich auf außerhalb des Körpers gemessene Leistungsdichten, die in der ICNIRP 2020 als "Referenzwerte" und in der IEEE als "Expositionsreferenzwerte" definiert sind. Für 2-s-Impulse von mm-Wellen gibt IEEE C95.1-2019 (IEEE 2019) Fluenzgrenzwerte von 0,28 und 1,4 kJ m⁻² für Personen in uneingeschränkten oder eingeschränkten Umgebungen an (entspricht den Grenzwerten für die Allgemeinheit und für Berufstätige). Die entsprechenden Grenzwerte in ICNIRP (2020) (für 100-GHz-Pulse) liegen bei 1,7 und 8,6 kJ m⁻² für die allgemeine Öffentlichkeit bzw. für berufliche Expositionen. Alle in Tabelle 2 aufgeführten Expositionen liegen weit über diesen Grenzwerten.

Die in Tabelle 2 zusammengefassten Expositionen wären akut schmerzhaft (Beuerman und Talenian 1979) und würden bei den meisten (aber vielleicht nicht bei allen) wachen Personen Blinzelreflexe

auslösen, die sie vor Hornhautschäden schützen würden. Interferenzeffekte führen jedoch auch zu ungleichmäßigen Absorptionsmustern abseits der Hornhaut, wie in Abb. 1 zu sehen ist. In ihren Studien zur Hornhautschädigung an Kaninchen stellten Kojima et al. (2009) auch erhebliche thermische Schäden an den Augenlidern fest, und zwar in einem Maße, dass die Augenlider während der Exposition mit Klebeband offen gehalten werden mussten, um reproduzierbare Daten zur Hornhautschädigung zu erhalten. Bei der Analyse potenzieller Gefahren durch das nicht-tödliche Waffensystem Active Denial oder andere Quellen intensiver mm-Wellen-Expositionen müssten lokale Erhöhungen der Exposition aufgrund von Interferenzeffekten über einen angemessenen Bereich von Personen und Expositionsparametern berücksichtigt werden.

--

Schutz der Gesundheit der Bevölkerung vor elektromagnetischen Gefahren - Herausforderungen, die sich aus der Umsetzung des in Polen geplanten 5G-Netzes ergeben

Marek Zmyślony, Paweł Bieńkowski, Alicja Bortkiewicz, Jolanta Karpowicz, Jarosław Kieliszek, Piotr Politański, Konrad Rydzyński. [Schutz der Gesundheit der Bevölkerung vor elektromagnetischen Gefahren - Herausforderungen, die sich aus der Umsetzung des in Polen geplanten 5G-Netzes ergeben] [Artikel auf Polnisch]. Med Pr. 2020 Jan 20;71(1):105-113. doi: 10.13075/mp.5893.00867.

Zusammenfassung auf Englisch

Es gibt eine anhaltende Diskussion über elektromagnetische Gefahren im Zusammenhang mit der neuen drahtlosen Kommunikationstechnologie - dem Standard der fünften Generation (5G). Es wurden Bedenken über Sicherheits- und Gesundheitsrisiken geäußert, die sich aus dem Einfluss des elektromagnetischen Feldes (EMF) ergeben, das von den geplanten 5G-Antennen ausgestrahlt wird. In Polen ist die Exposition der Bevölkerung gegenüber EMF auf 7 V/m für Frequenzen über 300 MHz begrenzt. Diese Begrenzung ergibt sich aus der Berücksichtigung von Schutzmaßnahmen, die sich nicht nur auf direkte thermische Gefährdungen, sondern auch auf vielfältige indirekte und langfristige Bedrohungen beziehen. Viele Länder haben in diesem Frequenzbereich keine gesetzlichen Vorschriften erlassen oder sie haben Regelungen eingeführt, die sich auf Empfehlungen zum Schutz gegen direkte thermische Risiken stützen (Empfehlung 1999/519/EG des Rates). Für diesen Schutz liegen die zulässigen Werte der elektrischen Feldstärke bei 20-60 V/m (je nach Frequenz). Dieses Werk ist in interdisziplinärer Zusammenarbeit von Ingenieuren, Biologen und Medizinern entstanden, die sich seit vielen Jahren professionell mit dem Schutz der Biosphäre vor den negativen Auswirkungen von EMF beschäftigen. Es stellt den Stand des Wissens über die biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen der von Mobilfunkgeräten ausgestrahlten EMF dar (einschließlich Millimeterwellen, die im 5G-Netz verwendet werden sollen). Vor diesem Hintergrund wurde ein Vergleich zwischen den EU-Empfehlungen und den in Polen geltenden Bestimmungen zum Schutz der Öffentlichkeit vorgenommen. Die bisherigen Forschungsergebnisse zu den biologischen Auswirkungen der von Mobilfunkgeräten mit Frequenzen bis zu 6 GHz ausgestrahlten EMF lassen keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu; die Forschungsergebnisse sind jedoch stark genug, dass die Weltgesundheitsorganisation EMF als einen Umweltfaktor einstuft, der für den Menschen potenziell krebserregend ist. **Derzeit gibt es nicht genügend wissenschaftliche Daten, um die gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition gegenüber elektromagnetischen Millimeterwellen zu bewerten, die in den geplanten 5G-Geräten verwendet werden sollen. Da es**

jedoch Daten gibt, die auf die Existenz biophysikalischer Mechanismen des EMF-Einflusses hinweisen, die zu gesundheitsschädlichen Auswirkungen führen können, scheint es notwendig, das Vorsorgeprinzip und das ALARA-Prinzip bei der Schaffung von Umwelтанforderungen für den Bau und die Nutzung der Infrastruktur des geplanten 5G-Systems anzuwenden.

<http://medpr.imp.lodz.pl/Ochrona-zdrowia-ludnosci-przed-zagrozeniami-elektromagnetycznymi-wyzwania-wynikajace,114069,0,2.html>

Siehe auch:

Bieńkowski, Paweł, Marek Zmysłony, Jolanta Karpowicz, Piotr Politański, Alicja Bortkiewicz, Jarosław Kieliszek, und Konrad Rydzyński. [Konditionierung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern im Zusammenhang mit der rationellen Nutzung von 5G-Funknetzen in Polen] [Artikel auf Polnisch]. *Medycyna Pracy* 71 no. 2 (2020): 245-253. doi:10.13075/mp.5893.00920.

<http://medpr.imp.lodz.pl/Uwarunkowania-ekspozycji-ludnosci-na-pole-elektromagnetyczne-zwiazane-z-uzytkowaniem,114070,0,2.html>

--

Alter des Handynutzers oder Dauer der Anrufe: Moderater Einfluss auf das autonome Nervensystem? Eine Meta-Analyse

Styliani A Geronikolou, Ölle Johansson, George Chrousos, Christina Kanaka-Gantenbein, Dennis Cokkinos. Alter des Mobiltelefonnutzers oder Dauer der Anrufe: Moderater Einfluss auf das autonome Nervensystem? A Meta-Analysis. *Adv Exp Med Biol.* 2020;1194:475-488. doi: 10.1007/978-3-030-32622-7_46.

Zusammenfassung

Hintergrund: Das European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure (EFHRAN) berichtete 2012: "Kinder und Jugendliche stellen die erste Generation von Europäern dar, die seit ihrer Empfängnis und Geburt diffusen EMF ausgesetzt sind, daher ist davon auszugehen, dass sie empfindlicher gegenüber diesen Feldern sind." Andererseits werden die physiologischen Prozesse des Körpers durch das autonome Nervensystem (ANS) in einer Weise reguliert, die weitere Aufklärung erfordert.

Zielsetzung: Das Alter und die Dauer der Exposition wurden untersucht, um die Varianz der berichteten Wirkungen von Handy-Anrufen (CPC) auf das ANS zu modifizieren, hier indiziert durch die Herzfrequenz-Variabilität (HRV).

Methode: Fünf Studien mit 124 gesunden Probanden (im Alter von 15,3-28,4 Jahren ($24,3 \pm 5,2$)), die in Rückenlage vor und/oder Schein- bzw. Realexposition (mit einer CPC-Dauer von 5-32 Minuten) aufgezeichnet wurden, werden in diese Meta-Analyse einbezogen. Alter und Dauer einer CPC werden als Prädiktoren in zwei separaten Meta-Regressionen ausgewertet.

Ergebnisse: Die Meta-Analyse ergab eine Heterogenität $I^2 = 63,2\%$ für alle Ergebnisse und $I^2 = 65,2\%$ für das sympathovagale Gleichgewicht. Daher führten wir Meta-Regressionen durch: für das sympathovagale Gleichgewicht und nicht für den Effekt der kombinierten Parameter zeigt das Modell der Anpassungsgüte nur für das Alter Signifikanz - die Residualsumme der Quadrate im Vergleich zur Chi-Quadrat-Verteilung (QR) beträgt 4,24 für das Alter ($p = 0,12$) - während für die Expositionsminuten $QR = 8,2805$ ($p = 0,016$).

Schlussfolgerungen: Das sympathovagale Gleichgewicht - unverzichtbar für die Aufrechterhaltung der Gesundheit/Homöostase - wird stark durch das Alter vorhergesagt. Die Minuten der Exposition hatten keinen Einfluss auf die Gesamt-HRV oder das sympathovagale Gleichgewicht. Die Ergebnisse unterstützen/validieren den EFHRAN 2012-Vorschlag für zukünftige Forschung, die auf Jugendliche abzielt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32468564/>

Auszug

... der Einfluss des Alters ist in jüngeren Jahren (Adoleszenz) höher und nimmt mit zunehmendem Alter ab (Abb. 2a und 3a). Dieses Ergebnis unterstützt die bereits geäußerte Warnung, dass das Risiko für Kinder und Jugendliche durch Hochfrequenzexposition umfassend untersucht werden muss (Akselrod et al. 1981; Hjortskov et al. 2004). Unser Ergebnis kann entweder mit der Entwicklung oder mit der akkumulierten Exposition eines jeden Individuums gegenüber elektromagnetischen Feldern sogar seit der Empfängnis (Exposom) erklärt werden. Tatsächlich werden mögliche gesundheitliche Auswirkungen dieser Technologieexpansion bei Kindern und Jugendlichen vom European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure in seinem Bericht von 2012 vorgeschlagen (Nam et al. 2011; Morgan et al. 2014a): "Diese Gruppen stellen die erste Generation von Europäern dar, die seit der Empfängnis und der Geburt diffusen EMF-Feldern ausgesetzt sind, und es ist daher zu erwarten, dass sie empfindlicher auf diese Felder reagieren."

Zusammenfassend deutet unsere Analyse darauf hin, dass (a) Minuten der Exposition (Minuten des Telefonierens mit dem Handy) keinen Einfluss auf das autonome Nervensystem des Herzens oder sein sympathovagales Gleichgewicht haben, (b) das Alter mit anderen Variablen (Exposom, SAR) synergetisch wirkt, um kombinierte HRV-Parameter-Effekte zu erklären, und (c) das sympathovagale Gleichgewicht stark durch das Alter vorhergesagt wird, was bedeutet, dass das autonome Nervensystem von Jugendlichen anfälliger für die CPC-Exposition zu sein scheint. Darüber hinaus wird eine Risikobewertungsanalyse der additiven Wirkungen der kontinuierlichen Exposition (Exposom) dringend empfohlen.

--

Wie hoch ist die Strahlung vor 5G? Eine Korrelationsstudie zwischen Messungen in situ und in Echtzeit und epidemiologischen Indikatoren in Vallecas, Madrid

Isabel López, Nazario Félix, Marco Rivera, Adrián Alonso, Ceferino Maestú. Wie hoch ist die Strahlung vor 5G? Eine Korrelationsstudie zwischen Messungen in situ und in Echtzeit und epidemiologischen Indikatoren in Vallecas, Madrid. Environ Res. 2021 Mar;194:110734. doi:

10.1016/j.envres.2021.110734.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischer Strahlung, die von Mobilfunk-Basisstationen ausgeht, ist aufgrund des möglichen Zusammenhangs zwischen Strahlungswerten und Gesundheitsindikatoren eine der größten Sorgen der Anwohner in der Nähe dieser Strukturen.

Zielsetzungen: Diese Studie zielte darauf ab, einen möglichen Zusammenhang zwischen einigen Gesundheitsindikatoren und elektromagnetischen Strahlungsmessungen zu finden.

Methoden: Insgesamt 268 selbst entworfene Fragebögen wurden von den Bewohnern eines Madrider Stadtviertels ausgefüllt, das von neun Telefonantennen umgeben ist, und 105 Messungen der elektromagnetischen Strahlung wurden mit einem Spektrumanalysator und einer isotropen Antenne in situ und in Echtzeit sowohl außerhalb als auch innerhalb der Häuser durchgeführt.

Ergebnisse: Es wurden statistisch signifikante p - Werte für das Vorhandensein von Kopfschmerzen ($p = 0,010$), Albträumen ($p = 0,001$), Kopfschmerzintensität ($p < 0,001$), Schwindelhäufigkeit ($p = 0,011$), Häufigkeit von Instabilitätsepisoden ($p = 0,026$), Anzahl der Stunden, die eine Person pro Tag schläft ($p < 0,001$) und drei von neun untersuchten Parametern von Müdigkeit gezeigt. Was Krebs betrifft, so sind 5,6 % der Bevölkerung in der Studie an Krebs erkrankt, ein Prozentsatz, der 10 Mal höher ist als der der spanischen Gesamtbevölkerung.

Diskussion: Personen, die höheren Strahlungswerten ausgesetzt sind, leiden häufiger unter starken Kopfschmerzen, Schwindel und Albträumen. Außerdem schlafen sie weniger Stunden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33434609/>

Höhepunkte

- Personen, die höheren Strahlungswerten ausgesetzt sind, leiden unter stärkeren Kopfschmerzen, Schwindelgefühlen und Albträumen.
- Die Methodik zur Messung elektromagnetischer Strahlung sollte überarbeitet werden.
- Die Bevölkerung ist weiterhin Strahlungsspitzen in Entfernungen von mehr als 200 m ausgesetzt, niemand ist frei von Exposition.

Schlussfolgerung

Die gewonnenen Daten zeigen, dass es einen Zusammenhang zwischen der Leistungsdichte der Strahlung, die eine Person täglich zu Hause erhält, und dem Auftreten von Kopfschmerzen sowie Schlafstörungen gibt. Personen, die höhere Strahlungsdosen erhalten, schlafen weniger Stunden und haben nachts Albträume. Darüber hinaus leiden diese Menschen unter stärkeren Kopfschmerzen und neigen eher zu Schwindelgefühlen. Indikatoren wie Ohnmachtsanfälle, Tachykardien oder Instabilität können in dieser Studie nicht in Verbindung gebracht werden. Für die Müdigkeit wurden keine schlüssigen Ergebnisse gefunden, da von den neun untersuchten Parametern nur bei drei ein

statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt wurde. Die Untersuchung der Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf die Gesundheit sollte nicht nur in Bezug auf Krebs, sondern auch auf Gesundheitsindikatoren des täglichen Lebens durchgeführt werden. Die Methodik zur Messung der elektromagnetischen Strahlung sollte überarbeitet werden. Die in der CENELEC-Norm beschriebenen Messungen der gemittelten Strahlung sind nicht am besten geeignet, sie sollten in einem schmalen Band und mit maximalen Spitzenwerten durchgeführt werden.

Die gemessene Intensität hängt im Wesentlichen von der Richtung der Grundstrahlung und weniger von der Entfernung zur Antenne ab. In der Strahlungsrichtung werden Unterschiede beim Vorhandensein von Pathologien in Bezug auf Entfernungen festgestellt, wenn diese größer als 200 m sind. Selbst in dieser Entfernung empfängt die Bevölkerung weiterhin Strahlungsspitzen, so dass niemand frei von der Exposition gegenüber diesen Strahlungsquellen ist.

Die Notwendigkeit dieser Studie hängt mit der Situation vor 5G in Bezug auf die elektromagnetischen Strahlungsraten zusammen. Diese Studie kann mit den neuen Strahlungsverfahren verglichen werden, die in naher Zukunft eingeführt werden sollen.

--

Elektrosmog-Alarm: Mikrowellenstrahlung und Absorption in menschlichen Organen und Geweben

Nantakan Wongkasem. Elektrosmog-Alarm: Mikrowellenstrahlung und Absorption in menschlichen Organen und Geweben. *Electromagn Biol Med*. 2021 Feb 10;1-18. doi: 10.1080/15368378.2021.1874976.

Zusammenfassung

Die elektromagnetische Strahlung von Kommunikations- und elektronischen Geräten, Netzwerken, Systemen und Basisstationen hat aufgrund der exzessiven globalen Nutzung mit zunehmender Leistung und Betriebsfrequenzniveau Besorgnis erregt. Zahlreiche frühere Forschungen konzentrieren sich nur darauf, wie die Strahlung von bestimmten Frequenzbereichen bestimmter Geräte bestimmte menschliche Organe und Gewebe schädigen kann, was zu unterschiedlichen Symptomen führt. In dieser Studie wurden die elektromagnetische Ausbreitung und die Eigenschaften von 14 menschlichen Organen und Geweben auf der Grundlage ihrer elektromagnetischen und mechanischen Parameter sowie ihrer chemischen Zusammensetzung analysiert und untersucht. Wenn man die Organe und Gewebe als elektromagnetische Materialien betrachtet, stehen ihre Permittivität und Leitfähigkeit, die durch einen 4-Cole-Cole-Modus berechnet werden, in direktem Zusammenhang mit der Betriebsfrequenz, dem Wellenverhalten und beeinflussen somit die Reaktion der Organe. Die Tests wurden in Systemeinstellungen von 1 GHz bis 105 GHz durchgeführt und decken die meisten Mikrowellenfrequenzen ab: 2,4 GHz für 4G-LTE, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee und die 5G-Bereiche: 28 GHz für 5G-mmW und 95 GHz für 5G-IoT. Menschliche Versuchsorgane und -gewebe wurden in der Wellenausbreitungsrichtung von 2,4-GHz- und 28-GHz-Dipolantennen sowie einem Hohlleiterport platziert, der von 95 bis 105 GHz arbeitet. Die quantitativen Daten zu den Auswirkungen der 5G-Durchdringung und -Verluste in menschlichen Geweben werden vorgestellt. Die Absorption in allen

Organen und Geweben ist mit steigender Frequenz deutlich höher. Wenn die Welle in das Organ-Gewebe-Modell eintritt, verkürzt sich die Wellenlänge aufgrund der hohen Permittivität des Organ-Gewebes. Die Simulationsergebnisse für die Haut-Knochen-Hirn-Schicht zeigen, dass sowohl elektrische als auch magnetische Felder verschwinden, bevor sie die Gehirnschicht bei allen drei Fokusfrequenzen von 2,4 GHz, 28 GHz und 100 GHz passieren.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33566706/>

Auszüge

Die Federal Communications Commission (FCC) hat für einen Mobilfunkurm oder einen Mobilfunkstandort eine effektive Strahlungsleistung (ERP) von bis zu 500 W pro Funkkanal oder Sender, je nach Höhe des Turms, genehmigt (Haripriya 2020b). Die meisten Mobilfunk- oder Personal Communications Services (PCS)-Standorte in städtischen und vorstädtischen Gebieten arbeiten mit einer ERP von 100 W pro Kanal oder weniger. Eine ERP von 100 W entspricht einer tatsächlichen Strahlungsleistung von 5-10 W, je nach Art der verwendeten Antenne (Stutzman und Thiele 2012). Wie bei allen Formen von EM-Energie nimmt die Leistungsdichte eines Mobilfunk- oder PCS-Senders mit zunehmender Entfernung vom Standort proportional zu $1/R^2$ ab. Daher beträgt die Leistungsdichte von 40 W bei einer üblichen Leistungsdichte von etwa 10 mW/m^2 in 100 m Entfernung vom Antennenturm 1 mW/m^2 , wenn die Entfernung auf 300 m von der Basisstation zunimmt und das Gerät $1 \mu\text{W}$ empfängt, basierend auf der effektiven Antennenfläche von $0,001 \text{ m}^2$. Wenn mehrere Mobiltelefone im selben Bereich aktiv sind, kann die gesamte EM-Strahlung fast 2 W erreichen, was der maximalen Strahlungsleistung von 5 mW/cm^2 in einem Abstand von 5 cm von der Oberfläche eines Mikrowellenofens entspricht, die nach den Bundesvorschriften zulässig ist (Haripriya 2020c). Neben der oben erwähnten Mobilfunkstrahlung gibt es auch EM-Strahlung von drahtlosen Netzwerken, intelligenten und tragbaren Geräten, die unaufhörlich umherstreut, egal ob Sie mit deren Netzwerken verbunden sind oder nicht....

Schlussfolgerung

Acht menschliche Organ- und Gewebemodelle (Blut, Gehirn, Brust, Augenbirne, Herz, Niere, Leber und Lunge), die mit elektromagnetischer Anregung durch 2,4-GHz- und 28-GHz-Dipolantennen und 95-105-GHz-Wellenleiteranschlüsse getestet wurden, zeigen, dass sich die Wellenlänge der sich im Inneren der Modelle ausbreitenden E- und H-Felder verkürzt oder die Wellenfrequenz um das 5-8-fache beschleunigt. Die niedrigste Ausbreitungsfrequenz wird im Lungenmodell gefunden, wo die Permittivität und Leitfähigkeit unter den acht untersuchten Modellen am niedrigsten sind. Die Intensität des E-Feldes nimmt mit steigender Frequenz der EM-Quelle deutlich zu, etwa um das Zehnfache zwischen 2,4 GHz und 28 GHz. Die E-Feldintensität (von 95 GHz bis 105 GHz Strahlung) steigt von 3,89 % (im Gehirn) auf 4,86 % (in der Leber). Die Feldintensität nimmt drastisch ab, wenn sich die Welle durch das Modell ausbreitet, was auf eine hohe Wellendämpfung durch die Materialabsorption hindeutet.

Die EM-Absorption beträgt in allen 14 Organ- und Gewebemodellen mehr als 60 %. Bei 100 GHz weisen die Knochen (83,01 %), die Harnblasenwand (82,95 %), die Lunge (80,02 %), die Leber (68,18 %), das Gehirn (66,18 %) und der Augapfel (64,46 %) den höchsten Absorptionsgrad auf. Die Absorption nimmt mit steigender Frequenz deutlich zu, z. B. 43,78 % bei 2,4 GHz, 51,95 % bei 28 GHz

und 66,16 % bei 100 GHz im Gehirnmodell. Der Transmissionsgrad liegt bei allen Modellen unter dem Wert von e-20. Bei allen drei Betriebsfrequenzen: 2,4 GHz, 28 GHz und 100 GHz verschwinden die E- und H-Felder, bevor sie die Hirnschicht des Haut-Knochen-Hirn-Schichtenmodells durchdringen. Die Gesamtabsorption der Schicht ist bei allen 3 Frequenzen stark erhöht: 69,18 % bei 2,4 GHz, 65,69 % bei 28 GHz und 71,49 % bei 100 GHz. Der Reflexionsgrad liegt bei etwa 30 %, während der Transmissionsgrad sehr niedrig ist. Das Streuverhalten und die Möglichkeit der Mehrfachabsorption werden beobachtet. Die Absorption ist umgekehrt proportional zur Permittivität und Leitfähigkeit der menschlichen Organe und Gewebe. Es gibt keine eindeutige Korrelation zwischen der EM-Absorption und der Wärmeübertragungs- und -erzeugungsrates. Die Modelle bestätigen, dass die Abschwächung umso größer ist, je höher die Frequenz ist. Die Durchdringung wird also mit zunehmender Frequenz geringer. Andererseits nimmt die Absorption mit der Frequenz zu. Die Ergebnisse bestätigen quantitativ die klassischen Auswirkungen der Frequenzerhöhung in Bezug auf die Durchdringung und Ableitung in menschlichen Geweben und Organen.

Weitere Untersuchungen der EM-Strahlung und ihrer Ausbreitung, entweder an bestimmten kompletten menschlichen Teilen, z. B. an einer Augenbirne mit Hornhaut, vorderer Augenkammer, Pupille, Iris, Linse, Ziliarkörper und Glaskörper, Makula, Netzhaut, Aderhaut und Sehnerv, oder am gesamten menschlichen Körper, werden mit Sicherheit weitere Erkenntnisse und Zusammenhänge über die EM-Strahlung und ihre Auswirkungen inmitten aller menschlichen Organe liefern

--

Empirischer und modellierender Ansatz zur Bewertung von RF-EMF in Innenräumen in komplexen Szenarien mit hoher Knotendichte: Fallstudie: Öffentliche Einkaufszentren

Mikel Celaya-Echarri, Leyre Azpilicueta, Victoria Ramos, Peio Lopez-Iturri, Francisco Falcone. Empirischer und modellierender Ansatz zur Bewertung von RF-EMF in Innenräumen in komplexen Szenarien mit hoher Knotendichte: Public Shopping Malls Case Study. IEEE Zugang. 22. März 2021.

Zusammenfassung

Diese Arbeit bietet eine intensive und umfassende Untersuchung der Strahlungsexposition durch hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF) in öffentlichen Einkaufszentren als Beispiel für eine kontextbewusste Umgebung mit hoher Knotendichte in Innenräumen, in der mehrere drahtlose Kommunikationssysteme koexistieren, auf der Grundlage eines empirischen und modellierenden Ansatzes. Zu diesem Zweck wurden die aktuelle persönliche mobile Kommunikation (2G-5G FR 1) sowie Wi-Fi-Dienste (IEEE 802.11n/ac) genau analysiert, um einen klaren Einblick in die RF-EMF-Bewertung zu erhalten und die Einhaltung der festgelegten Grenzwerte zu überprüfen. In diesem Sinne wurde in verschiedenen Ländern eine vollständige Messkampagne mit frequenzselektiven Exposimetern (PEMs) durchgeführt, die echte empirische Datensätze für die statistische Analyse lieferte und Diskussionen und Vergleiche hinsichtlich der aktuellen gesundheitlichen Auswirkungen und Sicherheitsfragen zwischen einigen der gängigsten Sicherheitsstandards für HF-EMF-Exposition ermöglichte: ICNIRP 2020 (Spanien), IEEE 2019 (Mexiko) und eine restriktivere Regelung (Polen). Darüber hinaus wurden Simulationsergebnisse zur Bewertung der RF-EMF-Exposition in Bezug auf die räumliche Charakterisierung des E-Feldes und die

Wahrscheinlichkeiten der kumulativen Verteilungsfunktion (CDF) für anspruchsvolle Szenarien mit hoher Knotenpunktdichte unter Worst-Case-Bedingungen mit Hilfe einer deterministischen internen 3D-Ray-Launching (3D-RL) RF-EMF-Sicherheitssimulationstechnik bereitgestellt, die eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Messungen zeigt. Abschließend wurde der Beitrag und die Auswirkungen der Koexistenz mehrerer heterogener Netze und Dienste auf die Bewertung der HF-EMF-Strahlungsexposition in der Umwelt diskutiert. Dabei zeigte sich, dass die ermittelten E-Feld-Werte für alle gemessenen und simulierten Fälle deutlich unter den in den international anerkannten Normen und Richtlinien festgelegten Expositionsgrenzwerten liegen. Folglich könnten die erhaltenen Ergebnisse und die vorgestellte Methodik ein Ausgangspunkt für die RF-EMF-Bewertung zukünftiger komplexer heterogener 5G FR 2 Entwicklungen im Millimeterwellenbereich (mmWave) sein, wo massive Netzwerke mit hoher Nutzerdichte erwartet werden.

Auszug

Es muss klar angemerkt werden, dass nach dem derzeitigen Kenntnisstand die Ergebnisse der wissenschaftlichen und epidemiologischen Forschung gezeigt haben, dass bei Expositionen mit E-Feld-Werten unterhalb oder weit unterhalb der ICNIRP-Grenzwerte kein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Hochfrequenzfeldern, die von drahtlosen Technologien erzeugt werden, und möglichen schädlichen gesundheitlichen Auswirkungen besteht. Da der Trend bei der 5G-Technologie jedoch in Richtung der Nutzung höherer Frequenzbereiche geht, wäre es von großer Bedeutung, Studien zur Charakterisierung der Auswirkungen von mmWellen-Expositionen durchzuführen, für die die Informationen aus der wissenschaftlichen Literatur nicht so vollständig und erschöpfend sind wie für die Frequenzen unter 6 GHz. Dies ist eine Art Wissenslücke, die geschlossen werden muss, um eine spezifische und gezielte Überwachung durch die zuständigen Gesundheitsbehörden und möglicherweise eine Aktualisierung der derzeit verwendeten Richtlinien/Normen zu ermöglichen.

Die vorgeschlagene Simulationsmethodik kann eine nützliche und geeignete Technik sein, um Empfehlungen und Grenzwerte für die HF-EMF-Exposition in der Umwelt im Voraus zufriedenstellend zu bewerten und zu überprüfen, um sichere, effiziente und zuverlässige aktuelle und zukünftige drahtlose Implementierungen für komplexe heterogene Umgebungen mit hoher Knotendichte zu implementieren.

Frei zugängliches Papier: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9382976>

--

Hämatobiochemische und histopathologische Veränderungen von Niere und Hoden aufgrund der Exposition von 4G-Handy-Strahlung bei Mäusen

Imam Hasan, Tanjina Amin, Md. Rafiqul Alam, Mohammad Rafiqul Islam. Hämatobiochemische und histopathologische Veränderungen von Niere und Hoden aufgrund der Exposition von 4G-Mobilfunkstrahlung bei Mäusen. Saudi Journal of Biological Sciences. Online verfügbar am 17. Februar 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.028>.

Zusammenfassung

Die hochfrequente elektromagnetische Strahlung, die von Smartphones auf biologische Systeme emittiert wird, hat in den letzten Jahren ein breites Medienecho und öffentliche Besorgnis hervorgerufen. Das Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen einer Handy-Strahlungsexposition der vierten Generation auf hämatologische (Gesamtleukozytenzahl, Gesamterythrozytenzahl und Hämoglobin-Prozent), biochemische (Serum-Kreatinin) Parameter und histopathologische Veränderungen in den Nieren und Hoden von Schweizer Albino-Mäusen zu untersuchen. Insgesamt 30 männliche Schweizer Albinomäuse mit einem Gewicht von 45-65 g wurden nach dem Zufallsprinzip in drei Gruppen (n = 10) aufgeteilt. Die erste Gruppe A war die Kontrollgruppe, die zweite Gruppe B wurde täglich 40 Minuten lang einer Handy-Strahlung ausgesetzt, die dritte Gruppe C wurde 60 Tage lang täglich 60 Minuten lang einer Strahlung von zwei mit 2400 Megahertz verbundenen Handys der vierten Generation ausgesetzt. Mit dem Frequenzradiometer für elektromagnetische Strahlung wurde die Frequenz der von Mobiltelefonen ausgehenden elektromagnetischen Strahlung gemessen. Die spezifische Absorptionsrate wurde mit 0,087 W/kg berechnet. Die Kontrollgruppe wurde unter ähnlichen Bedingungen gehalten, aber das elektromagnetische Feld wurde nicht für den gleichen Zeitraum verabreicht. Alle Mäuse wurden am Ende des Experiments geopfert. Die Blutproben wurden für die hämatobiochemische Untersuchung entnommen, und dann wurde Nieren- und Hoden-Gewebe für die histopathologische Untersuchung entnommen. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass das Körpergewicht und die Gesamtzahl der Erythrozyten signifikant ($p < 0,05$) abnahmen, während die Gesamtzahl der Leukozyten, der Hämoglobin-Anteil und die Serum-Kreatinin-Werte signifikant ($p < 0,05$) in beiden Strahlen-Expositionsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöht waren. Die histopathologische Beobachtung zeigte, dass die Niere der 60 Minuten exponierten Mäuse eine interstitielle Entzündung aufweist, die im Vergleich zu den 40 Minuten exponierten Mäusen und den Kontrollmäusen eine ausgeprägte mononukleäre Zellinfiltration verursacht. Im Vergleich zu den Kontrollmäusen zeigten die histopathologischen Untersuchungen des Hoden-Gewebes der exponierten Mäuse unregelmäßige Formen und ungleichmäßige Größen und weniger spermatogene Zellschichten, was zu einem größeren Lumen in den Hodenkanälchen führt. Es wird geschlussfolgert, dass die Strahlenbelastung durch Mobiltelefone der vierten Generation die Blutstillung und die Entzündung des Nieren- und Hodengewebes von Mäusen beeinflussen kann. Auf der Grundlage dieser Studien ist es wichtig, das Bewusstsein der Öffentlichkeit für mögliche schädliche Wirkungen der hochfrequenten elektromagnetischen Strahlung von Mobiltelefonen zu schärfen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X21001017>

--

Die Wirkung von 4,5 G (LTE Advanced-Pro-Netz) Mobilfunkstrahlung auf den Sehnerv

Erkin Özdemir, Ülkü Çömelekoglu, Evren Degirmenci, Gülsen Bayrak, Metin Yildirim, Tolgay Ergenoglu, Banu Coşkun Yılmaz, Begüm Korunur Engiz, Serap Yalin, Dilan Deniz Koyuncu, Erkan Ozbay. Die Wirkung von 4,5 G (LTE Advanced-Pro-Netz) Mobilfunkstrahlung auf den Sehnerv. *Cutan Ocul Toxicol.* 2021 Mar 3;1-27. doi: 10.1080/15569527.2021.1895825.

Zusammenfassung

Zweck: Durch die rasante Entwicklung der Mobilfunktechnologien steigt die durchschnittliche Nutzungsdauer von Mobiltelefonen. Diese Zunahme führt auch zu einer Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung (RF), die ein Risikofaktor für die Gesundheit ist. In dieser Studie sollte die Auswirkung von Mobiltelefonen, die mit dem LTE-Advanced Pro (4.5G) Mobilfunknetz arbeiten, auf den Sehnerv untersucht werden, der für die Übertragung von visuellen Informationen verantwortlich ist.

Material und Methoden: Zweiunddreißig Ratten wurden in zwei Gruppen aufgeteilt: Kontrolle (keine RF, Schein-Exposition) und experimentell (RF-Exposition unter Verwendung eines Mobiltelefons mit LTE-Advanced Pro-Netzwerk; 2 Stunden/Tag, 6 Wochen). Das visuell evozierte Potenzial (VEP) wurde aufgezeichnet und die Amplituden und Latenzen der VEP-Wellen bestimmt. Der Malondialdehydgehalt des Sehnervs sowie die Katalase- und Superoxiddismutase-Aktivitäten wurden bestimmt. Darüber hinaus wurden die ultrastrukturellen und morphometrischen Veränderungen des Sehnervs bewertet.

Ergebnisse: Bei VEP-Aufzeichnungen waren die mittleren VEP-Amplituden der Versuchsgruppe signifikant niedriger als die der Kontrollgruppe. Bei der ultrastrukturellen Bewertung wurden sowohl in der Schein- als auch in der Versuchsgruppe myelinisierte Nervenfasern und Gliazellen in normalem histologischem Erscheinungsbild beobachtet. Bei der morphometrischen Analyse zeigte sich jedoch, dass in der Versuchsgruppe der axonale Durchmesser und die Myelin-Dicke geringer und der G-Quotient höher war als in der Scheingruppe. In der Versuchsgruppe war der Malondialdehydspiegel signifikant höher und die Superoxiddismutase- und Katalaseaktivitäten waren signifikant niedriger als in der Scheingruppe. Es bestand eine hohe Korrelation zwischen den VEP-Wellenamplituden und den Markern für oxidativen Stress.

Schlussfolgerung: Die in dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse sprechen für eine Schädigung des Sehnervs. Diese Ergebnisse weisen auf ein wichtiges Risiko hin, das die Lebensqualität beeinträchtigen kann.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33653184/>

Auszüge

In den letzten Jahren hat jeder, vom Kind bis zum Greis, ein Smartphone, und jeden Tag verbringt man viel Zeit damit, auf den Bildschirm dieses Telefons zu schauen. Der Komfort und die Effizienz, die dank der hohen Datenübertragungsraten der LTE-Advanced Pro-Technologie erreicht werden, verlängern diese Zeit von Tag zu Tag. Die Augen sind die am stärksten von diesem Zustand betroffenen Körperteile. Zusätzlich zu den Auswirkungen wie Schielen und Beeinträchtigung der Augen durch das Betrachten eines kleinen Bildschirms ist es auch wichtig, die versteckten Risiken zu untersuchen, die das vom Telefon erzeugte HF-Magnetfeld auf das Auge hat. In dieser Studie wurden die Auswirkungen der von einem Telefon mit LTE-Advanced-Pro-Technologie erzeugten HF-Emissionen auf den Sehnerv in allen Aspekten untersucht, und die Ergebnisse wurden im vorherigen Abschnitt dargestellt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Studie zum ersten Mal in der wissenschaftlichen Literatur darauf hinweisen, dass die LTE-Advanced Pro-Mobilfunkstrahlung erhebliche Schäden durch die Auslösung von oxidativem Stress im Sehnerv verursacht. Die LTE-Advanced Pro-Technologie nutzt ein breiteres HF-Band zwischen 800 MHz und 2600 MHz, und das

Netzsystem wählt das am besten geeignete Band je nach den Anforderungen des Nutzers selbst aus. Es ist bekannt, dass die Eindringtiefe von RF mit abnehmender Frequenz zunimmt [39]. Da Auswirkungen der HF-Strahlung auf den Sehnerv hinter dem Auge beobachtet wurden, kann man sagen, dass während der Experimente vor allem Niederfrequenzbänder wie 800 MHz aktiv waren. Vielleicht kann diese Schlussfolgerung nicht für alle Kommunikationszwecke verallgemeinert werden, aber die Nutzungswahrscheinlichkeit von Niederfrequenzbändern bei der Nutzung von LTE-Advanced Pro-Smartphones wird das Risiko einer Schädigung des Sehnervs immer am Leben erhalten.

Abb. 3A und 3B zeigen die Verteilung des elektrischen Feldes bzw. der SAR. Wie zu sehen ist, lag das maximale E-Feld bei 5,0 V/m (Abb. 3A) und die maximale SAR (10 g) bei 0,01 W/kg (Abb. 3B). Der SAR-Wert im Bereich der Augen lag bei 0,0035 W/kg (Abb. 3B).

Vor und nach der Exposition betrug die Körperoberflächen-Temperaturen $28,08 \pm 0,19$ bzw. $28,07 \pm 0,26$ °C in der Schein-Gruppe. Diese Werte betrug $28,37 \pm 0,29$ bzw. $28,39 \pm 0,22$ °C in den RF-Gruppen. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Schein- ($p = 0,275$) und HF-Gruppen ($p = 0,120$) vor und nach der Exposition. Es gab auch keine signifikanten Unterschiede in der Körperoberflächentemperatur zwischen der Schein- und der HF-exponierten Gruppe vor ($p = 0,142$) und nach ($p = 0,321$) der Exposition.

In der vorliegenden Studie wurde zum ersten Mal gezeigt, dass eine Exposition gegenüber 4,5 G-Mobilfunkstrahlung für 2 Stunden/Tag über 6 Wochen eine Schädigung des Sehnervs verursacht. Der Sehnerv überträgt alle visuellen Informationen an den visuellen Kortex, und jede Schädigung dieses Nervs kann zu einem dauerhaften und schweren Sehverlust führen. Diese Studie zeigte, dass HF-Exposition ein umweltbedingter Risikofaktor für Augentoxizität und mögliche Augenerkrankungen sein kann. Weitere Studien sind erforderlich, um das Risikopotenzial in diesem Bereich zu ermitteln.

--

Möglicher Einfluss einer pränatalen hochfrequenten elektromagnetischen 2,45 GHz-Feldexposition auf die Hoden der Wistar-Albino-Ratte

Viera Almášiová, Katarína Holovská, Sandra Andrašková, Viera Cigánková, Zuzana Ševčíková, Adam Raček, Zuzana Andrejčáková, Katarína Beňová, Štefan Tóth, Eva Tvrdá, Ján Molnár, Enikő Račeková. Möglicher Einfluss einer pränatalen 2,45 GHz hochfrequenten elektromagnetischen Feld-Exposition auf die Hoden der Wistar-Albino-Ratte. *Histol Histopathol.* 2021 Mar 25;18331. doi: 10.14670/HH-18-331.

Zusammenfassung

Die zunehmende Verwendung drahtloser Geräte in den letzten Jahrzehnten hat Wissenschaftler gezwungen, deren Auswirkungen auf lebende Systeme zu untersuchen. Da die pränatale Entwicklung sehr empfindlich auf zahlreiche schädliche Einflüsse, einschließlich Strahlung, reagiert, haben wir uns auf die Bewertung möglicher schädlicher Auswirkungen von Mikrowellenstrahlung (MR) auf die Hodenentwicklung konzentriert. Trächtige Wistar-Albino-Ratten (3 Monate alt, 282 ± 8 g schwer) wurden während der gesamten Schwangerschaft bei gepulster MR mit einer Frequenz von 2,45 GHz, einer mittleren Leistungsdichte von $2,8 \text{ mW/cm}^2$ und einer spezifischen Absorptionsrate von $1,82 \text{ W/kg}$ für 2 Stunden/Tag exponiert. Die männlichen Nachkommen wurden nach der Geburt nicht mehr der MR

ausgesetzt. Proben des biologischen Materials wurden nach Erreichen des Erwachsenenalters (75 Tage) entnommen. Die In utero-MR-Exposition verursachte degenerative Veränderungen im Hodenparenchym der erwachsenen Ratten. Die Form der Hodenkanälchen war unregelmäßig, die Keimzellen waren degeneriert und oft abgeschuppt. Der Durchmesser der Hodenkanälchen und die Höhe des Keimepithels waren signifikant verringert (beide $^{**}p < 0,01$), während der interstitielle Raum im Vergleich zu den Kontrollen signifikant vergrößert war ($^{**}p < 0,01$). In der Gruppe der Ratten, die pränatal MR ausgesetzt waren, waren die somatischen und Keimzellen reich an Vakuolen und ihre Organellen waren oft verändert. Nekrotisierende Zellen waren häufiger und leere Räume zwischen Sertoli- und Keimzellen wurden beobachtet. Die Leydig-Zellen enthielten mehr Lipidtröpfchen. Bei den Ratten, die MR ausgesetzt waren, wurde eine erhöhte Fluor-Jade-C- und Superoxid-Dismutase-2-Positivität festgestellt. Unsere Ergebnisse bestätigen die nachteiligen Auswirkungen von MR auf die Hodenentwicklung.

Frei zugängliches Papier: <https://www.hh.um.es/Articles-Proofs/18-331-manuscript.pdf>

--

Antwort auf Melnick (2020)

Keine Autoren aufgeführt. Antwort auf Melnick (2020). Health Phys. 2020 Jun;118(6):683-685. doi: 10.1097/HP.0000000000001269.

Keine Zusammenfassung

DOI: [10.1097/HP.0000000000001269](https://doi.org/10.1097/HP.0000000000001269)

--

Bewertung der persönlichen Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Wi-Fi in mexikanischen Mikroumgebungen

Raquel Ramirez-Vazquez, Jesus Gonzalez-Rubio, Isabel Escobar, Carmen Del Pilar Suarez Rodriguez, Enrique Arribas. Bewertung der persönlichen Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von Wi-Fi in mexikanischen Mikroumgebungen. Int J Environ Res Public Health. 2021 Feb 14;18(4):1857. doi: 10.3390/ijerph18041857

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat die persönliche Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) erheblich zugenommen, und die meisten Studien über RF-EMF mit Freiwilligen wurden in Europa durchgeführt. Unseres Wissens nach ist dies die erste Studie, die in Mexiko mit persönlichen Exposimetern durchgeführt wurde. Das Hauptziel war es, die persönliche Exposition gegenüber RF-EMF aus Wireless Fidelity oder drahtlosen Internetverbindungen (Wi-Fi) in Tamazunchale, San Luis Potosi, Mexiko, zu messen, die Ergebnisse mit den nach internationalen Empfehlungen zulässigen Höchstwerten zu vergleichen und herauszufinden, ob es Unterschiede in den zu messenden Mikroumgebungen gibt. Die Studie wurde mit 63 Freiwilligen in verschiedenen Mikroumgebungen durchgeführt: zu Hause, am

Arbeitsplatz, im Freien, in Schulen, auf Reisen und beim Einkaufen. Die durchschnittlichen Minimalwerte, die auf Reisen mit dem Wi-Fi 2G-Band registriert wurden, betragen 146,5 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und 116,8 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ zu Hause mit dem Wi-Fi 5G-Band, und die Maximalwerte, die am Arbeitsplatz mit dem Wi-Fi 2G-Band und dem Wi-Fi 5G-Band registriert wurden, betragen 499,7 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bzw. 264,9 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Darüber hinaus wurden, aufgeschlüsselt nach Zeitraum und Tageszeit, die niedrigsten Werte in der Nacht mit 129,4 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und 93,9 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und die höchsten Werte am Tag mit 303,1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ und 168,3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ für das Wi-Fi 2G- bzw. Wi-Fi 5G-Band registriert. In keinem Fall überschritten die Werte die von der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) festgelegten Grenzwerte. Von den Studienteilnehmern ($n = 63$) beantwortete eine Untergruppe ($n = 35$) eine Umfrage zur Risikowahrnehmung. Demnach ist die Bevölkerung von Tamazunchale (Mexiko) im Vergleich zu mehreren europäischen Städten besorgt über diese Situation; die Risikowahrnehmung ändert sich jedoch, wenn sie über die Ergebnisse der Studie informiert wird.

Frei zugängliches Papier: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33673014/>

--

Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und Beitrag der Quellen in der Allgemeinbevölkerung: eine organspezifische integrative Expositionsbewertung

Luuk van Wel, Ilaria Liorni, Anke Huss, Arno Thielens, Joe Wiert, Wout Joseph, Martin Rösli, Milena Foerster, Amelie Massardier-Pilonchery, Myles Capstick, Elisabeth Cardis, Roel Vermeulen. Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern und Beitrag der Quellen in der Allgemeinbevölkerung: eine organspezifische integrative Expositionsbewertung. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2021 Mar 2. doi: 10.1038/s41370-021-00287-8.

Zusammenfassung

Um eine integrierte Dosisabschätzung für hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF) zu erhalten, sind detaillierte Informationen über die quellenspezifische Expositionsdauer und Ausgangsleistung erforderlich. Wir haben ein integriertes Expositionsmodell (IEM) entwickelt, um die Energie zu kombinieren, die durch die Nutzung von und die Exposition gegenüber RF-EMF-Quellen absorbiert wird, und es auf eine Stichprobe der allgemeinen Bevölkerung angewandt, um RF-EMF-Schätzungen für die Bevölkerung abzuleiten. Das IEM verwendete spezifische Algorithmen zur Übertragung der Absorptionsrate, um RF-EMF-Tagesdosisabschätzungen ($\text{mJ}/\text{kg}/\text{Tag}$) unter Verwendung quellenspezifischer Attribute (z. B. Ausgangsleistung, Entfernung), persönlicher Merkmale und Nutzungsmuster zu erstellen. Die Informationen stammen aus einer internationalen Umfrage, die in vier europäischen Ländern mit 1755 Teilnehmern durchgeführt wurde. Wir erhielten mediane Ganzkörper- und Ganzhirndosen von 183,7 und 204,4 $\text{mJ}/\text{kg}/\text{Tag}$. Die Hauptverursacher der Ganzkörperdosis waren Mobiltelefone in Kopfnähe zum Telefonieren (2G-Netze) und Fernfeldquellen, während letztere zusammen mit mehreren anderen HF-EMF-Quellen die Hauptverursacher der Ganzkörperdosis waren. An anderen anatomischen Stellen trugen 2G-Telefonate, mobile Daten und Fernfeld-Exposition wesentlich zur Dosis bei. Das IEM gibt Aufschluss über die Hauptverursacher der gesamten RF-EMF-Dosis und liefert, angewandt auf eine internationale Erhebung, eine Schätzung der RF-Dosis der

Bevölkerung. Die IEM kann in zukünftigen epidemiologischen Studien, Risikobewertungen und Strategien zur Expositionsreduzierung verwendet werden.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33654268/>

Auszüge

Relative Beiträge pro Quelle

Für das gesamte Gehirn trägt die Nutzung von Mobiltelefonen in Kopfnähe nach wie vor mit Abstand am meisten zur Gesamtdosis bei. Telefongespräche über ein 2G-Netz, das im Allgemeinen eine höhere Ausgangsleistung verwendet, liefern einen hohen Beitrag, gefolgt von Wi-Fi-Routern in der Nähe. Bei der Ganzkörperdosis wird der Beitrag anderer Quellen immer wichtiger. Fernfeldexposition, Wi-Fi-Router, Laptops, Tablets und sogar andere Funktionen als das Telefonieren mit einem Mobiltelefon liefern einen höheren Beitrag zur Ganzkörperdosis. Dies deutet darauf hin, dass die Betrachtung von Mobiltelefonengesprächen zwar den größten Teil der HF-EMF-Belastung für die auf das Gehirn ausgerichteten Gesundheitsauswirkungen einschließt, dies aber nicht für den gesamten Körper gilt. Darüber hinaus kann die adaptive Steuerung der Ausgangsleistung in Abhängigkeit von der Funktion des Mobiltelefons die Expositionswerte weiter beeinflussen, wie weiter unten erläutert wird. Bei der Betrachtung potenzieller Gesundheitsendpunkte an anderen anatomischen Stellen als dem Gehirn (z. B. Herz, Leber) sollten mehrere Geräte einbezogen werden.

Reduzierung der RF-EMF-Dosis

Angesichts der relativen Beiträge, die in dieser Studie gefunden wurden, können verschiedene nicht-technische Maßnahmen in Betracht gezogen werden, um die Gesamt-HF-EMF-Dosis zu reduzieren. Die Vermeidung der Benutzung eines Mobiltelefons in der Nähe des Kopfes bei der Nutzung von 2G-Netzen kann ein effizienter Weg sein, um die Gesamtexposition für das gesamte Gehirn um die Hälfte und für den ganzen Körper um bis zu 25 % zu reduzieren. Bei modernen Smartphones kann dies erreicht werden, indem die Nutzung von 2G-Netzen ganz abgeschaltet oder stattdessen eine kabelgebundene Freisprecheinrichtung verwendet wird. Im letzteren Fall verlagert sich die Exposition vom Kopf auf andere Körperteile, wenn das Gerät in einer Hand oder Tasche gehalten wird. Im Allgemeinen beobachteten wir eine höhere HF-EMF-Dosis bei Gerätefunktionen, die größere Datenmengen erfordern, wie z. B. Videostreaming. Um die Dosis zu reduzieren, sollte das Gerät bei datenintensiven Anwendungen auf eine nahe gelegene Oberfläche oder einen Ständer gelegt werden. Bei Fernfeldexposition ist es im Allgemeinen schwierig, eine individuelle Reduzierung zu erreichen, da es sich um kontinuierliche Expositionen handelt, die im Allgemeinen nicht von der Person kontrolliert werden, wie z. B. UKW-Radioübertragungen und Mobiltelefonantennen.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir das bisher umfassendste Instrument zur Abschätzung der HF-EMF-Dosis entwickelt haben. Realistische Expositionsszenarien für die Bevölkerung wurden durch die Verwendung von Daten über die Nutzung von Mobiltelefonen aus einer internationalen Umfrage in dem Modell ermittelt. Es wurde festgestellt, dass die Gesamt-HF-EMF-Dosis für den ganzen Körper und das ganze Gehirn in jüngeren Altersgruppen höher ist als in älteren Gruppen. Es

wurde festgestellt, dass Mobiltelefonanrufe in 2G-Netzen am stärksten zur HF-EMF-Dosis für das gesamte Gehirn beitragen. Bei der Ganzkörperdosis spielten das Fernfeld der Telekommunikation und mehrere andere HF-EMF-Quellen ebenfalls eine wichtige Rolle. Diese Ergebnisse können bei der Entwicklung von nicht-technischen Maßnahmen zur Verringerung der HF-EMF-Exposition durch aktuelle Technologien genutzt werden, wobei die modulare Struktur des Modells die Einbeziehung neuer Technologien, wie z. B. Netzwerke der fünften Generation, ermöglicht. Zukünftige epidemiologische Studien mit HF-EMF-Exposition sollten mehrere HF-EMF-Quellen berücksichtigen, indem sie detaillierte Fragen zur Expositionsdauer hinzufügen, wenn sie andere anatomische Stellen als das Gehirn untersuchen.

--

Nachweis eines durch Hochfrequenzstrahlung induzierten Bystander-Effekts in einer menschlichen Neuroblastom-Zelllinie

Olga Zeni, Stefania Romeo, Anna Sannino, Rosanna Palumbo, Maria Rosaria Scarfi. Nachweis eines durch Hochfrequenzstrahlung induzierten Bystander-Effekts in einer menschlichen Neuroblastom-Zelllinie. *Environ Res.* 2021 Feb 26;110935. doi: 10.1016/j.envres.2021.110935.

Zusammenfassung

In früheren Studien haben wir gezeigt, dass hochfrequente (HF) elektromagnetische Felder (EMF) in der Lage sind, DNA-Schäden zu reduzieren, die durch eine nachfolgende Behandlung mit genotoxischen Wirkstoffen induziert werden, ähnlich der adaptiven Antwort, einem in der Strahlenbiologie gut bekannten Phänomen. In dieser Studie berichten wir über die Fähigkeit des Kulturmediums von SH-SY5Y Neuroblastom-Zellen, die bei 1950 MHz exponiert wurden, in nicht-exponierten Empfänger-Zellen eine Reduktion von Menadion-induzierten DNA-Schäden ($P < 0,05$; Comet-Assay) hervorzurufen, was auf die Fähigkeit nicht-ionisierender Strahlung hinweist, einen Bystander-Effekt hervorzurufen. Eine vergleichbare Reduktion wurde auch in Kulturen festgestellt, die direkt den gleichen EMF-Bedingungen ausgesetzt waren ($P < 0,05$), was die adaptive Reaktion bestätigt. Unter den gleichen Expositionsbedingungen wiesen wir auch einen Anstieg des Hitzeschock-Proteins 70 (hsp70) im Kulturmedium der HF-exponierten Zellen im Vergleich zu den scheinexponierten Zellen nach (Western Blot-Analyse; $P < 0,05$), während keine Unterschiede im intrazellulären Gehalt von hsp70 festgestellt wurden. Insgesamt weisen unsere Ergebnisse auf eine schützende Wirkung von RF gegen Menadion-induzierte DNA-Schäden in direkt und nicht direkt exponierten Zellen hin und legen nahe, den hsp70-Signalweg als einen der potenziellen Kandidaten zu untersuchen, der die Interaktion zwischen RF-Exposition und biologischen Systemen unterstützt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33647301/>

--

Die Wirkung von gepulsten elektromagnetischen Feldern auf die Angiogenese

Lihong Peng, Chenying Fu, Lu Wang, Qing Zhang, Zejun Liang, Chengqi He, Quan Wei. Die Wirkung von gepulsten elektromagnetischen Feldern auf die Angiogenese. *Bioelectromagnetics.* 2021 Mar 6.

doi: 10.1002/bem.22330.

Zusammenfassung

Ein gepulstes elektromagnetisches Feld (PEMF) wurde zur Behandlung von entzündungsbedingten Krankheiten wie Osteoporose, neurologischen Verletzungen und Osteoarthritis eingesetzt. Zahlreiche Tierversuche und In-vitro-Studien haben gezeigt, dass PEMF die Angiogenese beeinflussen kann. Bei ischämischen Erkrankungen kann theoretisch der Blutfluss verbessert werden, indem die Anzahl der Blutgefäße, die das ischämische Gewebe mit Blut versorgen, erhöht wird. PEMF spielt eine Rolle bei der Verbesserung der Angiogenese, und ihre klinische Anwendung könnte weit über den derzeitigen Rahmen hinausgehen. In dieser Übersichtsarbeit haben wir die Auswirkungen und möglichen Mechanismen von PEMF auf die Angiogenese analysiert und zusammengefasst. Die meisten Studien haben gezeigt, dass PEMF mit bestimmten Parametern die Angiogenese fördern kann, was sich in einer erhöhten Gefäßwachstumsrate und einer erhöhten Kapillardichte äußert. Die potenziellen Mechanismen bestehen in der Förderung der Proliferation vaskulärer Endothelzellen, der Migration und der Röhrenbildung sowie in der Erhöhung der Expression des vaskulären endothelialen Wachstumsfaktors (VEGF), des Fibroblasten-Wachstumsfaktors 2 (FGF2), von Angiopoietin-2 (Ang-2) und anderer angiogener Wachstumsfaktoren. Außerdem wirkt sich PEMF auf die Aktivierung von spannungsabhängigen Kalziumkanälen (VGCC) aus.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33675261/>

--

Wirkungen von hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung, die von einer Mobilfunk-Basisstation ausgesendet wird, auf die Redox-Homöostase in verschiedenen Organen von Schweizer Albino-Mäusen

Mary Zosangzuali, Marina Lalremruati, C Lalmuansangi, F Nghakliana, Lalrinthara Pachuau, Priyanka Bandara, Zothan Siama. Auswirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung, die von einer Mobilfunk-Basisstation ausgesendet wird, auf die Redox-Homöostase in verschiedenen Organen von Schweizer Albino-Mäusen. Electromagn Biol Med. 2021 Mar 9;1-15. doi: 10.1080/15368378.2021.1895207.

Zusammenfassung

Diese Studie wurde durchgeführt, um die möglichen Auswirkungen einer Exposition bei einer Mobilfunk-Basisstation (MPBS), die 1800-MHz-HF-EMR aussendet, auf einige oxidative Stress-Parameter im Gehirn, im Herzen, in der Niere und in der Leber von Schweizer Albino-Mäusen bei Expositionen unterhalb thermischer Werte zu untersuchen. Die Mäuse wurden nach dem Zufallsprinzip in drei Versuchsgruppen eingeteilt, die an 45 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils 6 Std./Tag, 12 Std./Tag und 24 Std./Tag bei RF-EMR exponiert wurden, sowie in eine Kontrollgruppe. Die Glutathion-Gehalte (GSH) und die Aktivitäten der Glutathion-Transferase (GST) und der Superoxid-Dismutase (SOD) waren im Gehirn der Mäuse nach der Exposition bei RF-EMR für 12 Stunden und 24 Stunden

pro Tag signifikant reduziert. Die Exposition von Mäusen bei RF-EMR für 12 Stunden und 24 Stunden pro Tag führte auch zu einem signifikanten Anstieg der Malondialdehyd-Werte (ein Index der Lipidperoxidation) im Gehirn der Mäuse. Im Gegensatz dazu führten die in dieser Studie verwendeten Expositionen zu keiner signifikanten Veränderung verschiedener mit oxidativem Stress verbundener Parameter in Herz, Niere und Leber der Mäuse. Unsere Ergebnisse zeigten keine signifikanten Veränderungen in den Aktivitäten der Aspartat-Amino-Transferase (AST), der Alanin-Amino-Transferase (ALT) und im Kreatinin-Gehalt (CRE) bei den exponierten Mäusen. Diese Studie zeigte auch eine Abnahme der RBC-Zahl mit einer Zunahme der WBC-Zahl bei Mäusen, die 12 Stunden/Tag und 24 Stunden/Tag exponiert wurden. Die Exposition bei RF-EMR von MPBS kann schädliche Wirkungen im Gehirn von Mäusen verursachen, indem sie oxidativen Stress auslöst, der durch die Erzeugung reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) entsteht, was durch eine erhöhte Lipidperoxidation und reduzierte Spiegel und Aktivitäten von Antioxidantien angezeigt wird.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33687298/>

--

Auswirkungen einer 1,5-GHz-Hochleistungs-Mikrowellen-Exposition auf das Fortpflanzungssystem männlicher Mäuse

Guofu Dong, Hongmei Zhou, Yan Gao, Xuelong Zhao, Qi Liu, Zhihui Li, Xi Zhao, Jiye Yin, Changzhen Wang. Auswirkungen einer 1,5-GHz-Hochleistungs-Mikrowellen-Exposition auf das Fortpflanzungssystem männlicher Mäuse. *Electromagn Biol Med.* 2021 Mar 10;1-10. doi: 10.1080/15368378.2021.1891091.

Zusammenfassung

Es wurde berichtet, dass Hochleistungsmikrowellen (HPM) gefährliche Auswirkungen auf mehrere menschliche und tierische Organe haben. Die biologischen Auswirkungen von 1,5-GHz-HPMs auf das Fortpflanzungssystem sind jedoch nicht klar. Hier untersuchten wir die Auswirkungen einer 1,5-GHz-HPM-Ganzkörperexposition auf die pathologische Struktur der Hoden und Veränderungen der Spermatozoen-Mobilität. C57BL/6-Mäuse der Gruppen L, M und H wurden in zwei 15-minütigen Intervallen bei 1,5-GHz-HPM-Feldern mit einer durchschnittlichen spezifischen Absorptionsrate von 3, 6 bzw. 12 W/Kg exponiert. Die pathologische Struktur der Hoden und Spermien sowie die Serum-Testosteron- und Spermien-Motilitäts-Parameter wurden 6 Stunden, 1 Tag, 3 Tage und 7 Tage nach der Exposition bewertet. Als Ergebnis gab es keine signifikanten pathologischen oder ultrastrukturellen Veränderungen in den Hoden oder Spermatozoen und den Serum-Testosteron-Gehalten. Die Anzahl der progressiv beweglichen Spermatozoen, die gekrümmte Geschwindigkeit, die lineare Geschwindigkeit und die durchschnittliche Bahngeschwindigkeit der Expositions-Gruppe stiegen nach 6 Stunden an, nahmen nach 1 Tag ab und erholten sich nach 3 Tagen. Die gegenteiligen Ergebnisse wurden als Stress-Reaktion auf die thermische Wirkung der Mikrowellen angesehen. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine 1,5-GHz-HPM-Ganzkörperexposition bei Mäusen mit SAR-Werten von 3, 6 und 12 W/Kg für 30 Minuten keinen offensichtlichen Schaden für das Fortpflanzungssystem verursacht.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33688776/>

--

Die gerichtete Migration von Brustkrebszellen, die durch induzierte elektrische Felder behindert wird, könnte auf eine begleitende Veränderung der Stoffwechselaktivität zurückzuführen sein

Travis H. Jones, Kirti Kaul, Ayush A. Garg, Jonathan W. Song, Ramesh K. Ganju, Vish V. Subramaniam. Die gerichtete Migration von Brustkrebszellen, die durch induzierte elektrische Felder behindert wird, könnte auf eine begleitende Veränderung der Stoffwechselaktivität zurückzuführen sein. Bioelektrizität. 20 Jan 2021. <https://doi.org/10.1089/bioe.2020.0048>

Zusammenfassung

Hintergrund: Induzierte elektrische Felder (iEFs) kontrollieren die gerichtete Migration von Brustkrebszellen. Während der Zusammenhang zwischen Migration und Stoffwechsel im Kontext von Krebs und Metastasierung bekannt ist, sind die Auswirkungen von iEFs auf Stoffwechselwege, insbesondere im Zusammenhang mit der Migration, noch unerforscht.

Materialien und Methoden: Quantitative Daten zur Zellmigration in An- und Abwesenheit eines Gradienten des epidermalen Wachstumsfaktors (EGF) im mikrofluidischen bidirektionalen Microtrack-Assay wurden retrospektiv auf zusätzliche Auswirkungen von iEFs auf die Zellmotilität und -ausrichtung analysiert. Surrogatmarker der oxidativen Phosphorylierung (Succinat-Dehydrogenase [SDH]-Aktivität) und der Glykolyse (Laktat-Dehydrogenase-Aktivität) wurden in MDA-MB-231-Brustkrebszellen und normalen MCF10A-Mammarepithelzellen, die iEFs und EGF ausgesetzt waren, bewertet.

Ergebnisse: Die retrospektive Analyse der Migrationsergebnisse deutet darauf hin, dass iEFs die Geschwindigkeit der Zellmigration in Vorwärtsrichtung erhöhen und gleichzeitig die Zeit verlängern, die die Zellen damit verbringen, langsam in die Gegenrichtung zu wandern oder stationär zu bleiben. Darüber hinaus veränderten iEFs in Gegenwart von EGF den Fluss durch oxidative Phosphorylierung in MDA-MB-231-Zellen und die Glykolyse in MCF10A-Zellen auf unterschiedliche Weise.

Schlussfolgerungen: iEFs beeinträchtigen die Migration von MDA-MB-231-Zellen möglicherweise durch eine Veränderung des mitochondrialen Stoffwechsels, was sich in einer Hemmung der SDH-Aktivität in Gegenwart von EGF zeigt. Der energieintensive Migrationsprozess in diesen hochgradig metastasierenden Brustkrebszellen könnte durch iEFs behindert werden, indem die oxidative Phosphorylierung gehemmt wird.

Schlussfolgerung

Eine retrospektive Analyse der in Garg et al.⁹ berichteten momentanen Geschwindigkeiten (vorwärts und rückwärts) ergab, dass die Migration von Krebszellen durch iEFs behindert wird, weil die migrierenden Zellen in dem 700 µm langen Mikrokanal über die Dauer des Experiments langsamer werden oder einen Teil der Zeit unbeweglich sind. Somit reduzieren iEFs nicht nur die Zahl der

migrierten Krebszellen, sondern verlangsamen sie im Durchschnitt auch. Wir haben separat gezeigt, dass die SDH-Aktivität in MDA-MB-231-Zellen gehemmt und die LDH-Aktivität in MCF10A-Zellen durch iEFs in Gegenwart von EGF erhöht wird. Diese zusätzlichen Daten über die Auswirkungen von iEF auf den zellulären Stoffwechsel könnten die zuvor berichteten Veränderungen der Migrationseigenschaften in Mikrospur-Mikrokanälen erklären. Diese Arbeit hat den Weg für ein besseres Verständnis der Interaktion von iEFs mit MDA-MB-231-Zellen geebnet und weist auf mögliche neue therapeutische Optionen zur Behandlung von Metastasen hin, die auf spezifische Stoffwechselwege abzielen.

<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/bioe.2020.0048>

--

Herzfrequenzvariabilität und Magnetfeldexposition bei Triebfahrzeugführern - eine Pilotstudie

Kjell Hansson Mild, Roland Bergling, Rolf Hörnsten. Herzfrequenzvariabilität und Magnetfeldexposition bei Triebfahrzeugführern - eine Pilotstudie. Bioelectromagnetics. 2021 Mar 1. doi: 10.1002/bem.22329.

Keine Zusammenfassung.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33644873/>

--

Auswirkungen eines schwachen statischen Magnetfelds unterschiedlicher Intensität auf HT-1080 Fibrosarkomzellen

Hakki Gurhan, Rodolfo Bruzon, Sahithi Kandala, Ben Greenebaum, Frank Barnes. Auswirkungen eines schwachen statischen Magnetfelds unterschiedlicher Intensität auf HT-1080 Fibrosarkomzellen. Bioelectromagnetics. 2021 Mar 18. doi: 10.1002/bem.22332.

Zusammenfassung

In dieser Studie untersuchten wir die Wirkungen schwacher statischer Magnetfelder (SMFs) auf menschliche HT-1080 Fibrosarkom-Zellen. Die Exposition mit SMFs an vier aufeinanderfolgenden Tagen variierte von 0,5 bis 600 μT für die behandelten Einheiten, während die Exposition für die Kontroll-Einheiten bei 45 μT gehalten wurde. Die Wachstumsraten wurden durch den Vergleich der Zellzahlen gemessen, während Membranpotentiale, mitochondriales Kalzium, mitochondriales Superoxid (O_2^-), Stickstoffoxid (NO), Wasserstoffperoxid (H_2O_2), interzellulärer pH-Wert und oxidativer Stress mit Hilfe von Fluoreszenzfarbstoffen gemessen wurden. Die relativen Zellwachstumsraten variieren mit dem Winkel der SMFs. Mit zunehmender Größe der SMFs stiegen die Konzentrationen von mitochondrialem Kalzium und das Membranpotenzial und der intrazelluläre pH-Wert sank. H_2O_2 , eine wichtige reaktive Sauerstoffspezies (ROS), nimmt bei 100 und 200 μT zu, sinkt bei 300 und 400 μT und nimmt bei 500 und 600 μT wieder zu. Insgesamt nimmt der oxidative Stress mit zunehmendem SMF leicht zu, während die Superoxid- und NO-Konzentrationen sinken. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass schwache SMFs das Zellwachstum beschleunigen und hemmen und Veränderungen bei ROS hervorrufen können. Veränderungen bei ROS und oxidativem

Stress sind für verschiedene Zellfunktionen von Bedeutung. Der Kalziumeinstrom in die Mitochondrien war einer der ersten Schritte zu den entsprechenden Veränderungen.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33735454/>

Auszüge

In der vorliegenden Studie untersuchten wir die mitochondriale ROS-Erzeugung als wichtige Quelle für ROS-Signale und konzentrierten unsere Aufmerksamkeit auf die ersten Teile der mitochondrialen Signalwege. Mitochondriales Superoxid, H₂O₂ und NO gelten als wichtige intra-mitochondriale Signalmoleküle. In unseren Experimenten waren die ROS-Reaktionen auf den SMF komplexer. Veränderungen bei H₂O₂ sind nicht linear mit dem Zellwachstum korreliert. Dies könnte auf den Anstieg der Antioxidantienkonzentrationen zurückzuführen sein [Rosenspire et al., 2005]. Die Abnahme der H₂O₂-Konzentration entspricht dem Punkt, an dem wir den höchsten Anstieg der Zellwachstumsraten beobachtet haben. Es gibt verschiedene Studien, die zeigen, dass niedrige H₂O₂-Konzentrationen die Zellproliferation auslösen können [Antunes und Brito, 2017; Sies, 2017]. Das mitochondriale Superoxid und das NO neigen dazu, mit dem Anstieg der MF abzunehmen. Das mitochondriale Superoxid nahm im Vergleich zur Kontrolle bei allen SMF-Werten ab, wobei es bei 200 und 400 μ T hoch signifikant war, und das NO nahm im Vergleich zur Kontrolle bei 0,5, 100, 400 und 600 μ T ab. H₂O₂ und oxidativer Stress nehmen mit der Erhöhung des SMF tendenziell zu. Bei beiden Parametern wurde ein hochsignifikanter Anstieg bei 100 und 200 μ T beobachtet.

Die Bedeutung dieser Ergebnisse liegt darin, dass Variationen der Hintergrund-MF die Zellwachstumsraten und die entsprechenden Konzentrationen von ROS und anderen Signalmolekülen sowohl erhöhen als auch verringern können. Diese beobachteten Veränderungen sind von Bedeutung, da unterschiedliche Konzentrationen von ROS positive oder negative Auswirkungen auf die Biologie haben können. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die hier beobachtete grundlegende Wirkung darin besteht, dass Veränderungen der SMF eine Veränderung der Wachstumsrate der Zellen und Veränderungen einiger wichtiger Molekülkonzentrationen auf beiden Seiten der Zell- und Mitochondrienmembran bewirken. Obwohl die Wachstumsrate einer der von uns untersuchten Parameter ist, können die Veränderungen bei den Signalmolekülen und anderen Zellparametern langfristige Auswirkungen in biologischen Systemen verursachen. Ein Beispiel dafür sind langfristige Veränderungen des oxidativen Stresses, die mit Krebs und altersbedingten Krankheiten zusammenhängen. Indem wir die Erd-MF durch Mu-Metallkäfige auf bis zu 0,5 μ T absenken, können wir nicht nur das Hintergrundrauschen eliminieren, sondern auch Effekte beobachten, die weit unter der Erd-MF liegen. Daher sind wir in dieser Studie der Meinung, dass die Messung und Kontrolle der SMFs und die Eliminierung der Auswirkungen von Temperatur und Hintergrundrauschen in Experimenten wichtig sind, um die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme zu verstehen. Darüber hinaus glauben wir, dass die Amplitude, der Einfallswinkel und die Dauer der Exposition zu variablen Ergebnissen führen können und in die Beschreibung der Versuchsprotokolle aufgenommen werden müssen [Barnes und Greenebaum, 2015].

Zukünftige Arbeiten werden zeitvariable MFs einschließen, bei denen wir sowohl elektrische als auch MF-Effekte erwarten. Zeitlich veränderliche MFs induzieren elektrische Felder; andere Daten deuten darauf hin, dass sowohl elektrische als auch

MFs Veränderungen der Zellwachstumsraten und anderer biologischer Parameter induzieren können [Bingham, 1996]. Weitere Forschungsarbeiten werden erforderlich sein, um die Mechanismen zu bestimmen, durch die diese beiden unterschiedlichen Felder das Verhalten von Zellen verändern.

--

Keine Hinweise auf Genotoxizität bei Mäusen durch Exposition bei mittelfrequenten Magnetfeldern, die für drahtlose Energieübertragungssysteme verwendet werden

Shin Ohtani, Akira Ushiyama, Keiji Wada, Yukihisa Suzuki, Kazuyuki Ishii, Kenji Hattori. Keine Beweise für Genotoxizität bei Mäusen aufgrund der Exposition bei mittelfrequenten Magnetfeldern, die für drahtlose Energieübertragungssysteme verwendet werden. *Mutat Res.* Mar-Apr 2021;863-864:503310. doi: 10.1016/j.mrgentox.2021.503310.

Zusammenfassung

Zeitveränderliche Magnetfelder (MF) werden für die drahtlose Energieübertragung (WPT) verwendet. Insbesondere MFs im 85-kHz-Band, die im Zwischenfrequenzband (300 Hz - 10 MHz) enthalten sind, werden häufig für das Laden von Elektrofahrzeugen verwendet. Diese Anwendungen der WPT-Technologie haben in der Öffentlichkeit Besorgnis über die gesundheitlichen Auswirkungen von ZF-MF hervorgerufen. Die vorhandenen Daten aus Gesundheitsrisikobewertungen sind jedoch unzureichend und es werden zusätzliche Daten benötigt. Wir untersuchten die genotoxischen Auswirkungen der IF-MF-Exposition auf die erythroide Differenzierung bei Mäusen. Ein hochintensives IF-MF-Expositionssystem für Mäuse wurde konstruiert, um ein durchschnittliches elektrisches Ganzkörperfeld von 54,1 V/m zu induzieren. Blutproben wurden von männlichen Mäusen vor und nach einer 2-wöchigen IF-MF-Exposition (1 h/Tag, insgesamt: 10 h) entnommen; X-bestrahlte Mäuse wurden als Positivkontrollen verwendet. Wir analysierten die Blutproben mit dem Mikronukleustest (MN) und dem Pig-a-Mutationstest. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen IF-MF-exponierten und schein-exponierten Mäusen hinsichtlich der Häufigkeit von MN- oder Pig-a-Mutationen in reifen Erythrozyten und Retikulozyten festgestellt. Die IF-MF-Exposition induzierte unter den Studien-Bedingungen (das 2,36-fache des Basisgrenzwertes für berufliche Exposition, 22,9 V/m, in den Richtlinien der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP)) keine Genotoxizität in vivo. Das Fehlen signifikanter biologischer Wirkungen durch die Exposition mit IF-MF spricht für die praktische Anwendung dieser Technologie.

Höhepunkte

- Wir untersuchten die Genotoxizität einer IF-MF-Exposition, die über dem 2-fachen der ICNIRP-Richtlinie liegt.
- IF-MF hatte keine genotoxischen Auswirkungen in einem In-vivo-Mikronukleustest und einem Pig-a-Assay.
- Diese Beobachtungen sind nützlich, um die Sicherheit eines WPT-Systems zu bewerten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33678242/>

--

Berufliche Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern und Risiko für Amyotrophe Lateralsklerose: Ergebnisse einer Durchführbarkeitsstudie für eine gepoolte Analyse von Originaldaten

Dan Baaken, Dagmar Dechent, Maria Blettner, Sarah Drießen, Hiltrud Merzenich. Berufliche Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern und Risiko für Amyotrophe Lateralsklerose: Ergebnisse einer Durchführbarkeitsstudie für eine gepoolte Analyse von Originaldaten. *Bioelectromagnetics*. 2021 Mar 25. doi: 10.1002/bem.22335.

Zusammenfassung

Frühere Meta-Analysen haben ein erhöhtes Risiko für Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) im Zusammenhang mit beruflicher Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern (ELF-MF) nahegelegt. Die Ergebnisse sollten jedoch mit Vorsicht interpretiert werden, da die Studien methodisch heterogen waren. Hier haben wir die Durchführbarkeit einer Pooling-Studie zur Harmonisierung und Neu-Analyse der verfügbaren Originaldaten untersucht. Es wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Es wurden veröffentlichte epidemiologische Studien in PubMed und EMF-Portal ab dem Datum des Beginns der Literaturdatenbank bis Januar 2019 identifiziert. Die Charakteristika aller Studien wurden beschrieben, einschließlich Expositionsmetriken, Expositionskategorien und Confounder. Es wurde eine Umfrage unter den Studienleitern (PI) durchgeführt, um deren Bereitschaft zur Bereitstellung ihrer Originaldaten zu ermitteln. Die statistische Aussagekraft einer Pooling-Studie wurde bewertet. Wir identifizierten 15 Artikel, die zwischen 1997 und 2019 veröffentlicht wurden. Die Studien unterschieden sich in Bezug auf das Ergebnis, die Studienpopulation, die Expositionsbewertung und die Expositionsmetriken. Die meisten Studien bewerteten ELF-MF als durchschnittliche magnetische Flussdichte pro Arbeitstag; die Expositionskategorien variierten jedoch stark. Das Muster der Anpassung für Störfaktoren war zwischen den Studien heterogen, wobei Alter, Geschlecht und sozioökonomischer Status am häufigsten vorkamen. Acht PI erklärten sich bereit, Originaldaten zur Verfügung zu stellen. Ein relatives Risiko von $\geq 1,14$ für ALS und berufliche Exposition gegenüber ELF-MF kann in einer gepoolten Studie mit einer Power von mehr als 80 % nachgewiesen werden. Die Zusammenführung von Originaldaten wird empfohlen und könnte zu einem besseren Verständnis von ELF-MF in der Ätiologie der ALS beitragen, basierend auf einer großen Datenbasis und reduzierter Heterogenität aufgrund eines standardisierten Analyseprotokolls mit harmonisierten Expositionsmetriken und Expositionskategorien.

Frei zugängliches Papier: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bem.22335>

--

Der Einfluss des extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldes auf das klarzellige Nierenkarzinom

Cios A, Ciepielak M, Stankiewicz W, Szymański Ł. Der Einfluss des extrem niederfrequenten elektromagnetischen Feldes auf das klarzellige Nierenkarzinom. *Internationale Zeitschrift für Molekularwissenschaften*. 2021; 22(3):1342. <https://doi.org/10.3390/ijms22031342>.

Abstrakt

Die Entwicklung neuer Technologien und der Industrie trägt dazu bei, dass die Zahl und Vielfalt der Quellen elektromagnetischer Felder (EMF) in unserer Umwelt zunimmt. Die wichtigsten EMF-Quellen sind Hochspannungsleitungen, Haushaltsgeräte, Audio-/Videogeräte, Mobiltelefone, Radiosender und Radargeräte. Im Zuge der zunehmenden Nutzung elektronischer Geräte interessieren sich Wissenschaftler zunehmend für die Auswirkungen von EMF auf die menschliche Gesundheit. Obwohl bereits viele Studien über die Auswirkungen von EMF durchgeführt wurden, hat keine von ihnen eine signifikante Wirkung auf Säugetiere, einschließlich des Menschen, gezeigt. Außerdem ist nicht ganz klar, wie EMF das Zellverhalten beeinflussen. Die Internationale Agentur für Krebsforschung stufte PEM am 31. Mai 2011 als möglichen krebserregenden Faktor ein. Ziel dieser Studie war es, die Wirkung des elektromagnetischen Feldes auf morphologische und funktionelle Veränderungen im klarzelligen Nierenkarzinom zu untersuchen. Die Forschung wurde an in vitro-Kulturen von vier Zelllinien durchgeführt: HEK293, 786-O 769-P und Caki1. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigten, dass EMF mit niedriger Frequenz eine geringe Wirkung auf die Lebensfähigkeit der Zellen hatten. EMF, die einen Zellstillstand in der G1-Phase bewirkten, erhöhten die Anzahl der frühen apoptotischen Zellen und verringerten die Anzahl der lebensfähigen Zellen in der 786-O-Linie. EMF hatte keinen Einfluss auf die Proliferation und Lebensfähigkeit von HEK293-Zellen. Extrem niederfrequente EMF (ELF-EMF) zeigten ebenfalls eine hemmende Wirkung auf die Migration und die metastatischen Eigenschaften von klarzelligen Nierenkrebszellen. Darüber hinaus wurde kurz nach dem Ende der ELF-EMF-Exposition ein signifikanter Anstieg der ROS-Werte in allen getesteten Zelllinien beobachtet. Im Rahmen der Arbeit konnte gezeigt werden, dass niederfrequente EMF eine hemmende Wirkung auf die Proliferation von primären Krebszellen haben und deren Migrations-, Invasions- und Metastasierungsfähigkeit vermindern. Sie erhöhen auch die Apoptose von Krebszellen und die Menge reaktiver Sauerstoffspezies. Auf der Grundlage unserer Forschungsergebnisse möchten wir darauf hinweisen, dass die Wirkung von ELF-EMF von einem bestimmten Stoffwechselzustand oder einem bestimmten Stadium im Zellzyklus der untersuchten Zellen abhängt

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/3/1342/htm>

--

Interferenz von kardiovaskulären implantierbaren elektronischen Geräten durch statische elektrische und magnetische Felder

Kai Jagielski, Thomas Kraus, Dominik Stunder. Störung kardiovaskulärer implantierbarer elektronischer Geräte durch statische elektrische und magnetische Felder. Expert Rev Med Devices. 2021 Mar 12. doi: 10.1080/17434440.2021.1902802.

Zusammenfassung

Einleitung: Elektromagnetische Interferenzen (EMI) von kardiovaskulären implantierbaren elektronischen Geräten (CIED) können zu Fehlfunktionen führen und eine Gefahr für die Implantatträger darstellen. Der zunehmende Einsatz von Gleichstromtechnologien, z. B. in der Elektromobilität, erzeugt mehr statische Felder, die eine zunehmende Gefahr für die Implantatträger darstellen.

Erfasste Bereiche: Zur Bestimmung der Schwellenwerte für EMI durch statische Felder wurde eine

Kombination von Ansätzen verwendet. Es wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um relevante EMI-Mechanismen zu identifizieren und mögliche Schwellenwerte zu ermitteln. Die Literaturrecherche ergab vier Störungsmechanismen, die durch statische Magnetfelder verursacht werden, und keinen für statische elektrische Felder. Aufgrund der spärlichen Informationen über bewegungsinduzierte EMI wurden numerische Simulationen durchgeführt, um einen Schwellenwert zu ermitteln. Die Simulationsergebnisse wurden anhand von Normen für Medizinprodukte und Benchmark-Tests mit handelsüblichen CIEDs bewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass bewegungsinduzierte Störungen nicht unterhalb der Aktivierung des magnetischen Sicherheitsschalters (Reed-Schalter oder Hall-Effekt-Sensor, MSS) auftreten sollten.

Expertenmeinung: Der ermittelte Schwellenwert für bewegungsinduzierte EMI bei 24,8 mT zeigt, dass die MSS-Aktivierung immer noch der wichtigste Mechanismus ist, der bei 0,8 mT auftreten kann. Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung schützen Implantatträger nicht vor EMI.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33710950/>

Schlussfolgerung

Das Ziel dieser Studie war die Bewertung der Risiken für CIED-Patienten durch SEF und SMF. In Bezug auf SEF wurde kein Hinweis darauf gefunden, dass CIED beeinträchtigt werden können, wenn Implantatträger SEF ausgesetzt sind. Dies gilt nicht für potenzielle EMI durch Kontaktströme, wie sie von geladenen Gegenständen in der Nähe von SEF ausgehen können. Kontaktströme standen in dieser Studie nicht im Mittelpunkt, da sich das Szenario zwischen Feldexposition und Kontaktstrom erheblich unterscheidet, wobei der Hautwiderstand und die Spannungshöhe eine entscheidende Rolle spielen. Unter dem Einfluss der SEF-Exposition ist die Abschirmung des menschlichen Körpers als Faradayscher Käfig ausreichend, um elektrische Induktion in CIED zu verhindern, die sich vollständig unter der menschlichen Haut befinden.

Hinsichtlich der SMF wurden vier Störungsmechanismen identifiziert. Als Reed-Schalter oder Hall-Effekt-Sensor ist die unbeabsichtigte Aktivierung des MSS der am meisten untersuchte Effekt und kann bei einer SMF von mehr als 0,8 mT auftreten. Magnetische Kräfte auf CIED können für starke Magnetfelder in der Größenordnung von Tesla relevant sein, wie sie von MRT-Geräten ausgehen. Ein Parameter-Reset oder eine Neuprogrammierung des CIED durch SMF scheint relativ selten zu sein, und nur eine Publikation berichtete über einen reproduzierbaren Fall mit einer PM durch Kopfhörer. Nur wenige Veröffentlichungen behandeln die bewegungsinduzierte EMI mit dem iEGM des CIED, das in dieser Studie mit numerischen Simulationen und Benchmark-Tests untersucht wurde.

In dieser Studie wurden erstmals Aktivierungsschwellen für bewegungsinduzierte EMI ermittelt und veröffentlicht. Ein geschätztes Auftreten ab 24,8 mT zeigt jedoch, dass bewegungsinduzierte EMI weniger relevant sind als die Aktivierung von MSS, die bereits bei 0,8 mT auftreten kann. Dennoch stellen bewegungsinduzierte EMI ein potenzielles Risiko für Implantatträger dar, da das CIED möglicherweise nicht die notwendige Therapie bietet.

In Zukunft werden wahrscheinlich weitere Gleichstromtechnologien und SMF-Quellen auftauchen, sowohl im beruflichen als auch im privaten Umfeld. Infolgedessen wird die EMI durch statische Felder weiterhin von Bedeutung sein. Es stellt sich die Frage, ob die Auslösung von MSS um 1 mT noch praktikabel ist, wo schon heute viele technische Anwendungen statische Magnetfelder von mehr als 1 mT erzeugen, oder ob seitens der Hersteller ein Innovationsbedarf besteht.

--

Die Schwimmrichtung des Glaswelses reagiert auf magnetische Stimulation

Ryan D Hunt, Ryan C Ashbaugh, Mark Reimers, Lalita Udpa, Gabriela Saldana De Jimenez, Michael Moore, Assaf A Gilad, Galit Pelled. Die Schwimmrichtung des Glaswelses reagiert auf magnetische Stimulation. PLoS One. 2021 Mar 5;16(3):e0248141. doi: 10.1371/journal.pone.0248141.

Zusammenfassung

Mehrere Meerestiere haben eine magnetische Wahrnehmung entwickelt, die für die Navigation und das Aufspüren von Beutetieren und Räubern unerlässlich ist. Eine dieser Arten ist der transparente Glaswels, der ein Ampullenorgan zur Wahrnehmung von Magnetfeldern besitzt. Hier untersuchen wir das Verhalten des Glaswelses als Reaktion auf statische Magnetfelder, was wertvolle Erkenntnisse über die Funktion dieser magnetischen Reaktion liefern wird. Durch den Einsatz modernster Tierverfolgungssoftware und künstlicher Intelligenz haben wir die Auswirkungen von Magnetfeldern auf die Schwimmrichtung von Glaswelsen quantifiziert. Die Ergebnisse zeigen, dass Glaswelse, die in einem Radialarm-Labyrinth platziert wurden, konsequent von Magnetfeldern über 20 μT wegschwimmen und eine Anpassungsfähigkeit an wechselnde Magnetfeldrichtungen und -orte zeigen.

Frei zugängliches Papier: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33667278/>

--

Verpasste Chancen für die Krebsprävention: Historische Erkenntnisse über Frühwarnungen mit Schwerpunkt auf hochfrequenter Strahlung

Lennart Hardell und Michael Carlberg. Verpasste Chancen für die Krebsprävention: Historische Erkenntnisse über Frühwarnungen mit Schwerpunkt auf hochfrequenter Strahlung. Reviews on Environmental Health. 2021. doi: <https://doi.org/10.1515/reveh-2020-0168>.

Abstrakt

Es werden einige historische Aspekte zu den späten Lehren aus frühen Warnungen vor Krebsrisiken und der verlorenen Zeit für die Prävention erörtert. Ein aktuelles Beispiel ist die krebserregende Wirkung von Hochfrequenzstrahlung (HF). Studien haben seit Jahrzehnten ein erhöhtes Krebsrisiko für Menschen gezeigt. Die fünfte Generation, 5G, für die drahtlose Kommunikation steht kurz vor der weltweiten Einführung, obwohl keine umfassenden Untersuchungen über mögliche Risiken für die menschliche Gesundheit und die Umwelt vorliegen. Dies hat bei besorgten Menschen in vielen Ländern eine Debatte über diese Technologie ausgelöst. In einem Appell an die EU vom September 2017, der inzwischen von mehr als 400 Wissenschaftlern und Medizinern unterstützt wird, wurde ein Moratorium für die Einführung von 5G gefordert, bis eine angemessene wissenschaftliche Bewertung der negativen Folgen vorgenommen wurde (www.5Gappeal.eu). Diese Forderung wurde von der EU nicht ernst genommen. Das Fehlen einer angemessenen, unvoreingenommenen Risikobewertung der 5G-Technologie macht es unmöglich, negative Auswirkungen vorherzusehen. Ein Beispiel für diese Missachtung ist der jüngste Bericht der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP), in dem nur thermische (erhitzende) Auswirkungen von HF-Strahlung anerkannt werden, obwohl eine große Zahl nicht-thermischer Auswirkungen gemeldet wurde. So werden von der

ICNIRP für nichtthermische elektromagnetische HF-Felder im Bereich von 100 kHz-300 GHz keine gesundheitlichen Auswirkungen anerkannt. Basierend auf den Ergebnissen von drei Fall-Kontroll-Studien zur Nutzung von Mobiltelefonen stellen wir einen vermeidbaren Anteil von Hirntumoren vor. Auf der Grundlage des schwedischen Krankenhausregisters wurde festgestellt, dass die Zahl der Hirntumore nicht definierter Art in Schweden zunimmt, insbesondere in der Altersgruppe 20-39 Jahre bei beiden Geschlechtern. Dies könnte auf die hohe Prävalenz der Nutzung von Mobiltelefonen bei Kindern und Jugendlichen zurückzuführen sein, die eine angemessene Latenzzeit in Anspruch nehmen, sowie auf die höhere Anfälligkeit junger Menschen gegenüber HF-Strahlung.

Hochfrequenzstrahlung (Auszüge)

Im Jahr 2011 wurden hochfrequente elektromagnetische Felder (RF-EMF) im Frequenzbereich 30 kHz-300 GHz von der IARC bei der WHO als möglicherweise krebserregend für den Menschen, Gruppe 2B, eingestuft [62], [, 63]. Dies basierte auf Hinweisen auf ein erhöhtes Risiko für Gliome und Akustikusneurinome in epidemiologischen Studien über die Nutzung von Mobiltelefonen und/oder schnurlosen Telefonen (DECT) [64], [65], [66], [67], [68], [69]. Das erhöhte Krebsrisiko wurde durch Laborstudien bestätigt [70], [, 71].

Extrem niederfrequente (ELF)-EMF wurden 2001 von der IARC als mögliches Karzinogen für den Menschen, Gruppe 2B, eingestuft [72]. Dies war das erste Mal, dass nicht-ionisierende Strahlung mit niedriger Intensität eine mögliche Ursache für Krebs sein kann. Dies geschah ein Jahrzehnt vor der Feststellung der IARC für RF-EMF.

Seitdem haben sich die Beweise für die RF-EMF-Karzinogenese auf der Grundlage weiterer Humanstudien über die Nutzung von Mobiltelefonen verstärkt, wie in [73], [, 74] beschrieben. Auch Tierstudien zeigen ein erhöhtes Krebsrisiko, sowohl bei Nahfeld-HF-EMF-Exposition [75], [76], [77] als auch bei Fernfeld-Exposition [78], [, 79]. Mechanistische Studien zeigen einen Anstieg reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) [80] sowie DNA-Schäden [81]. Diese Ergebnisse stützen das erhöhte Krebsrisiko bei Menschen und Labortieren für HF-Strahlung. In der Tat kann HF-EMF jetzt als Karzinogen der Gruppe 1 für den Menschen eingestuft werden [82], [, 83]. Eine solche Einstufung kann jedoch nur von der IARC vorgenommen werden.

Natürlich werden diese gut dokumentierten Gesundheitsgefahren durch RF-EMF von der Telekommunikationsindustrie und den ihr nahestehenden Experten nicht akzeptiert. Es werden verschiedene Methoden angewandt, um Zweifel zu wecken. Studien werden diskreditiert, nur teilweise zitiert oder sogar überhaupt nicht zitiert [84], [85], [86]. Dadurch erhält der uniforme Leser falsche Informationen über die tatsächlichen Risiken. Dies gilt auch für Regulierungsbehörden und politische Entscheidungsträger. Sogar in Behörden, die Expositionsrichtlinien festlegen, können industriefreundliche und voreingenommene Wissenschaftler vertreten sein, die die wahren Risiken verschleiern [87], [, 88].

ICNIRP

Die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) ist eine private Nichtregierungsorganisation (NRO) mit Sitz in München, Deutschland. Die ICNIRP ernennt ihre

Mitglieder selbst und ist der Transparenz verpflichtet. Sie wurde 1992 mit dem Biophysiker Michael Repacholi als erstem Vorsitzenden gegründet, der heute emeritiert ist. Die ICNIRP hat drei Artikel mit Richtlinien zur HF-EMF-Exposition veröffentlicht [86], [89], [90]. Es werden nur thermische (erwärmende) Wirkungen von HF-Strahlung anerkannt, wodurch alle Studien ausgeschlossen werden, die schädliche Wirkungen bei niedrigeren nicht-thermischen Intensitäten zeigen. Im Gegensatz zur ICNIRP berücksichtigen einige andere Expertengremien wie die Europäische Akademie für Umweltmedizin [91], die Bioinitiative-Gruppe [92] und die Russische Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung [93] nicht-thermische HF-Effekte und schlagen wesentlich niedrigere Richtlinien für die HF-Exposition vor.

Der ICNIRP ist es gelungen, den Status der Zusammenarbeit mit der WHO zu erhalten, wie bereits erwähnt [88]. Ziel ist es, die Richtlinien für HF-Strahlung weltweit zu harmonisieren. Zu diesem Zweck ist die ICNIRP erfolgreich gewesen. Die Richtlinien sind so festgelegt, dass sie sehr hohe Expositionswerte zulassen, damit der Einsatz dieser Technologie nicht zugunsten der Industrie, aber zum Nachteil der menschlichen Gesundheit und der Umwelt behindert wird. Die ICNIRP-Leitlinien wurden von der Industrie in von Fachleuten überprüften Artikeln nie in Frage gestellt, was als grüner Schein für die Akzeptanz durch die Industrie gewertet werden muss.

Zurechenbarer Anteil

Die zurechenbare Fraktion (AF), manchmal auch als ätiologische Fraktion bezeichnet, ist die Anzahl der Fälle, bei denen die Exposition eine ätiologische Rolle spielte. Dies ist der vermeidbare Anteil, wenn die Exposition nicht vorhanden wäre. In Belpomme et al. [73] veröffentlichten wir Meta-Analysen für die längste kumulative Nutzung von Mobiltelefonen mit Odds Ratio (OR) und 95 % Konfidenzintervall (CI), sowohl für die gesamte als auch für die ipsilaterale Nutzung von Mobiltelefonen. Beachten Sie, dass nur die Hardell-Gruppe auch die Nutzung von schnurlosen Telefonen (DECT) untersuchte. Wir stellen hier AF auf der Grundlage statistisch signifikanter erhöhter Risiken in den Meta-Analysen dar. AF ist der Anteil der Fälle, der auf die jeweilige Exposition zurückgeführt werden kann. Er wird berechnet als der Anteil der exponierten Fälle multipliziert mit $[(OR-1)/OR]$.

Wie in Tabelle 1 dargestellt, wurde die AF für Gliome auf 4,88 %, 95 % CI = 2,44-6,57 % berechnet, was 211 vermeidbaren Fällen, 95 % CI = 105-284 Fällen in der längsten Zeit für alle kumulativen Nutzungen von Mobiltelefonen entspricht. Bei der ipsilateralen Nutzung des schnurlosen Telefons lag die AF bei 6,03 %, 95 % CI = 4,51-7,12 %, was 150 Fällen, 95 % CI 112-177, entspricht, die vermeidbar wären.

Häufigkeit von Hirntumoren im nationalen schwedischen Patientenregister ICD-Code D43

Die Häufigkeit von Hirntumoren unbekanntem Typs, D43, wurde anhand des schwedischen Patientenregisters (IPR) untersucht, das keine Angaben zur Person enthält [94]. Das Register wurde 1964 eingerichtet und deckt seit 1987 das gesamte Land ab [95]. Registerdaten zu D43 sind seit 1998 verfügbar. Derzeit werden mehr als 99 % der Krankenhausentlassungen registriert. Für ambulante Patienten sind die Daten aufgrund fehlender Angaben weniger zuverlässig. Die Meldung von ambulanten Patienten hat in den letzten Jahren zugenommen, so dass diese Zeittrends zu falschen

Ergebnissen führen können, weshalb wir ambulante Patienten aus der Analyse ausließen.

Die Daten wurden für den Zeitraum 1998-2019 ausgewertet. Altersstandardisierte Raten sind im Register nicht verfügbar. Stattdessen wird die Zahl der Patienten pro 100 000 Einwohner angegeben. Das Programm Joinpoint Regression Analysis, Version 4.1.1.1, wurde verwendet, um die Anzahl der Patienten pro 100.000 in stationärer Behandlung und die Inzidenz pro 100.000 Personenjahre im schwedischen Patientenregister zu untersuchen, indem ein Modell mit 0-3 Joinpoints unter Verwendung von Permutationstests mit Bonferroni-Korrektur für Mehrfachtests angepasst wurde, um die Anzahl der Joinpoints zu berechnen, die am besten zum Material passt [96]. Wenn Joinpoints entdeckt wurden, wurden jährliche prozentuale Veränderungen (APC) und 95 %-KI für jedes lineare Segment berechnet. Die durchschnittlichen jährlichen prozentualen Veränderungen (AAPC) wurden ebenfalls für den gesamten Zeitraum berechnet, wobei der Durchschnitt der APCs mit der Länge des Segments gewichtet wurde. Um die APC und AAPC berechnen zu können, wurden die Daten vor der Analyse logarithmisch transformiert. Daher war es nicht möglich, eine Joinpoint-Regressionsanalyse durchzuführen, wenn es Jahre gab, in denen keine Fälle in diesem Zeitraum auftraten. Da die Daten keine persönlichen Angaben enthalten, war keine ethische Genehmigung erforderlich.

Bei Männern stieg die AAPC im Zeitraum 1998-2019 um +1,77 % (95 % Konfidenzintervall (KI) -0,02 bis +3,58 %) (Tabelle 2; Abbildung 1). Am stärksten war der Anstieg in der Altersgruppe 20-39 Jahre, +2,90 %, 95 % KI +1,66, +4,16 %, Abbildung 2. Die AAPC nahm in allen Altersgruppen statistisch signifikant zu, außer in der Altersgruppe 0-19 Jahre.

Ähnliche Ergebnisse wurden bei Frauen mit einem AAPC-Wert von +1,70 %, 95 % CI +0,38, +3,05 % im Zeitraum 1998-2019 festgestellt (Tabelle 3; Abbildung 3). Auch bei den Frauen wurde der höchste Anstieg der AAPC in der Altersgruppe 20-39 Jahre festgestellt, +2,89 %, 95 % KI + 1,54, +4,27 %, Abbildung 4. Der AAPC-Wert stieg in allen Altersgruppen mit Ausnahme von 0-19 Jahren und 80+ Jahren statistisch signifikant an. Ein besonders starker Anstieg der APC wurde bei Frauen im Alter von 60-79 Jahren im Zeitraum 2005-2019 und bei Frauen im Alter von 80+ Jahren im Zeitraum 2010-2019 festgestellt.

Diskussion

HF-Strahlung ist eine aktuelle Kontroverse über Krebsrisiken. Die IARC-Bewertung von 2011 zur Krebsentstehung [62], [, 63] wurde von Anfang an von der Industrie und den erfassten Behörden heruntergespielt und heruntergemacht, obwohl sich die Beweise für schädliche Auswirkungen häufen. Die IARC hat jedoch beschlossen, dass eine neue Bewertung der Krebsrisiken in einigen Jahren oberste Priorität hat [100].

In diesem Artikel geben wir einige weitere Daten zur RF-Karzinogenese an. Der zurechenbare Anteil gibt die Anzahl der Fälle an, die hätten verhindert werden können, wenn für eine bestimmte Exposition kein Risiko bestanden hätte. Basierend auf den Ergebnissen von Fall-Kontroll-Studien aus drei Studiengruppen, die ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko für Gliome und Akustikusneurinome gezeigt haben, wären in der Gruppe mit der längsten kumulativen Exposition 211 Gliomfälle (alle Expositionen) und 42 Akustikusneurinomfälle (ipsilaterale Exposition) vermeidbar gewesen. Der vermeidbare Anteil lag bei 4,88 bzw. 4,63 %. Der höchste vermeidbare Anteil wurde für Gliome mit

ipsilateraler Nutzung von Mobiltelefonen gefunden: 6,03 %, was 150 Fällen entspricht. Der niedrigste AF wurde für Meningeome berechnet, 1,75 %, was 39 vermeidbare Fälle (ipsilaterale Exposition) ergab. Wie in Belpomme et al. [73] dargestellt, basierten diese Ergebnisse auf Interphone [67], Coureau et al. [101] und Carlberg, Hardell [102], die jeweils kein statistisch signifikant erhöhtes Risiko aufwiesen. Eine Meta-Analyse dieser Studien ergab jedoch OR = 1,49, 95% CI = 1,08-2,06.

Wir haben bereits früher Ergebnisse über steigende Raten von Tumoren unbekanntem Typs im Gehirn oder ZNS sowohl im schwedischen Krankenhausregister als auch im Register für Todesursachen im Zeitraum 1998-2013 veröffentlicht [103]. In diesem Zeitraum war bei beiden Geschlechtern ein klarer Aufwärtstrend zu verzeichnen, insbesondere in den letzten Jahren mit AAPC +1,78 %, 95% CI + 0,76, 2,81% für beide Geschlechter zusammen. Bei Männern wurde 2007 ein Wendepunkt festgestellt; Zeitraum 2007-2013 APC +4,95 %, 95 % KI +1,59, +8,42 %. Auch bei den Frauen wurde 2008 ein Verknüpfungspunkt festgestellt; Zeitraum 2008-2013 APC +4,08%, 95% CI +1,80, +6,41%.

Wir haben nun den Zeitraum bis 2019 erweitert. Somit berichten wir über einen Anstieg der AAPC bei beiden Geschlechtern im Zeitraum 1998-2019 in ähnlichem Ausmaß wie zuvor. Bei Männern war das Ergebnis von grenzwertiger Bedeutung, obwohl sich die AAPC mit früheren Ergebnissen überschneiden. In den letzten Jahren wurde sowohl bei Männern als auch bei Frauen eine niedrigere APC festgestellt (siehe Abbildungen 1 und 3). Dies könnte auf ein besseres Diagnoseverfahren und damit auf eine sinkende Zahl unbekannter Hirntumorarten zurückzuführen sein. Eine Verzögerung bei der Meldung an das Register in den letzten Jahren könnte ebenfalls einen Einfluss auf die Ergebnisse haben.

Bemerkenswert ist, dass wir die höchste AAPC in der Altersgruppe der 20- bis 39-Jährigen sowohl bei Männern als auch bei Frauen fanden (Tabellen 2 und 3). In unserer Fall-Kontroll-Studie über Gliome fanden wir eine mediane Latenzzeit für die Nutzung von Mobiltelefonen von 9,0 Jahren (Mittelwert 10,1 Jahre). Die entsprechenden Ergebnisse für schnurlose Telefone (DECT) lagen bei 7,0 bzw. 8,0 Jahren [104]. In einer bevölkerungsbasierten Studie aus den Jahren 2005-2006 über die Nutzung von Mobiltelefonen und Schnurlostelefonen unter schwedischen Kindern im Alter von 7-14 Jahren gaben 79,1 % an, Zugang zu einem Mobiltelefon zu haben, und 83,8 % gaben an, ein Schnurlostelefon zu benutzen [105]. Daher könnten unsere aktuellen Ergebnisse mit einer steigenden Zahl von Hirntumoren in der Altersgruppe von 20 bis 39 Jahren mit der Nutzung von schnurlosen Telefonen mit einer angemessenen Latenzzeit in Einklang stehen. Darüber hinaus zeigten unsere früheren Ergebnisse das höchste Risiko für Personen, die vor dem 20. Lebensjahr mit der Nutzung von Mobil- oder Schnurlostelefonen begannen [104]. Diese Altersgruppe wäre auch anfälliger für HF-Strahlung [106]. In den Legenden zu den Abbildungen 1 und 3 berichten wir über die Geschichte der Nutzung von Mobiltelefonen in Schweden. Abbildung 5 zeigt die Anzahl der abgehenden Mobilfunkminuten in Millionen im Zeitraum 2000-2019 in Schweden. Der größte Anstieg ist seit Anfang des 21. Jahrhunderts zu verzeichnen und könnte mit unseren Erkenntnissen über die steigende Zahl von Hirntumoren unbekannter Art in Verbindung stehen, wenn man eine angemessene Latenzzeit berücksichtigt.

Wie wir bereits an anderer Stelle erörtert haben, ist das schwedische Krebsregister für die Untersuchung der Inzidenz von Hirntumoren nicht zuverlässig [103], [, 107]. Das Register stützt sich hauptsächlich auf die Meldung von Fällen mit histopathologischer Diagnose. Heute kann die Diagnose auf der Grundlage von CT und/oder MRT ohne weitere Untersuchungen gestellt werden, insbesondere

bei Patienten mit schlechtem Ausgang. Eine Biopsie oder Operation kann sich aufgrund der Lage des Tumors, des Alters und der Komorbidität als schwierig erweisen. Im schwedischen Krebsregister werden etwa 90 % der Fälle mit Zytologie oder Histologie diagnostiziert, eine Zahl, die in den letzten Jahren etwas gestiegen ist [107]. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass Hirntumoren unbekannter Art zu wenig an das Krebsregister gemeldet werden.

Diese Übersicht gibt einen Einblick in die verpassten Möglichkeiten der Krebsprävention am Beispiel von Asbest, Tabak, bestimmten Pestiziden und jetzt auch Hochfrequenzstrahlung. Zweifellos werden wirtschaftliche Überlegungen der Krebsprävention vorgezogen. Das Krebsopfer ist der Verlierer in Bezug auf Leiden, Lebensqualität und kürzere Lebenserwartung. Auch das Leben der Hinterbliebenen wird beeinträchtigt. Die Strategie, Zweifel an den Krebsrisiken zu säen, wurde bereits vor Jahrzehnten entwickelt und wird nun von der Telekommunikationsindustrie in Bezug auf die HF-EMF-Risiken für Mensch und Umwelt auf raffinierte Weise übernommen und umgesetzt. Die Industrie hat die wirtschaftliche Macht, den Zugang zu Politikern und Medien, während besorgte Menschen ungehört bleiben.

Frei zugängliches Papier: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2020-0168/html> oder <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/reveh-2020-0168/pdf>

--

Überprüfung: Genetische Wirkungen von nicht-ionisierenden elektromagnetischen Feldern

Henry Lai. Genetische Wirkungen von nicht-ionisierenden elektromagnetischen Feldern. Elektromagnetische Biologie und Medizin. Online veröffentlicht: 04 Feb 2021. doi: 10.1080/15368378.2021.1881866

Zusammenfassung

Dies ist ein Überblick über die Forschung zu den genetischen Wirkungen von nicht-ionisierenden elektromagnetischen Feldern (EMF), hauptsächlich zu Hochfrequenzstrahlung (RFR) und statischen und extrem niederfrequenten EMF (ELF-EMF). Die Mehrzahl der Studien befasst sich mit der Genotoxizität (z.B. DNA-Schäden, Veränderungen der Chromatin-Konformation usw.) und der Genexpression. Die genetischen Auswirkungen von EMF hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter Feldparameter und -merkmale (Frequenz, Intensität, Wellenform), Zelltyp und Expositionsdauer. Die Arten der betroffenen Genexpression (z. B. Gene, die am Zellzyklusstillstand, an Apoptose und Stressreaktionen beteiligt sind, Hitzeschockproteine) stimmen mit den Erkenntnissen überein, dass EMF genetische Schäden verursachen. Viele Studien berichteten über Wirkungen in Zellen und Tieren nach einer Exposition gegenüber EMF mit ähnlichen Intensitäten wie in der öffentlichen und beruflichen Umgebung. Die Mechanismen, durch die die Wirkungen von EMF ausgelöst werden, sind im Wesentlichen unbekannt. Die Beteiligung von freien Radikalen ist eine wahrscheinliche Möglichkeit. EMF interagieren auch synergistisch mit verschiedenen Substanzen auf genetische Funktionen. Wechselwirkungen, insbesondere mit Chemotherapeutika, lassen die Möglichkeit aufkommen, EMF als Hilfsmittel bei der Krebsbehandlung einzusetzen, um die Wirksamkeit herkömmlicher Chemotherapeutika zu erhöhen und ihre Nebenwirkungen zu verringern. Andere Daten,

wie adaptive Effekte und mitotische Spindelaberrationen nach EMF-Exposition, unterstützen die Vorstellung, dass EMF genetische Effekte in lebenden Organismen verursachen.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15368378.2021.1881866>

Auszüge aus diesem Papier finden Sie unter: <https://www.saferemr.com/2021/02/genetic-effects-of-non-ionizing.html>

--

Der Zusammenhang zwischen Smartphone-Nutzung und Brustkrebsrisiko bei taiwanesischen Frauen: Eine Fall-Kontroll-Studie

Ya-Wen Shih, Chin-Sheng Hung, Cheng-Chiao Huang, Kuei-Ru Chou, Shu-Fen Niu, Sally Chan, und Hsiu-Ting Tsai. Der Zusammenhang zwischen Smartphone-Nutzung und Brustkrebsrisiko bei taiwanesischen Frauen: A Case-Control Study. *Cancer Manag Res.* 2020; 12: 10799-10807. 2020 Oct 29. doi: 10.2147/CMAR.S267415

Zusammenfassung

Einleitung Brustkrebs ist weltweit eine häufige bösartige Erkrankung. Smartphones sind aus unserem modernen Leben allmählich nicht mehr wegzudenken und haben den Lebensstil der Menschen bereits verändert. Soweit uns bekannt ist, wurde bisher in keiner Studie der Zusammenhang zwischen Smartphone-Nutzung und Brustkrebs untersucht. Diese Fall-Kontroll-Studie untersuchte gezielt den Zusammenhang zwischen Smartphone-Nutzung und Brustkrebsrisiko.

Materialien und Methoden Es handelte sich um eine Fall-Kontroll-Studie mit 894 gesunden Kontrollpersonen und 211 Patientinnen mit Brustkrebs. Alle Teilnehmerinnen wurden gebeten, Standardfragebögen auszufüllen, um Informationen über die Schlafqualität, die Smartphone-Sucht und die Smartphone-Nutzung zu sammeln.

Ergebnisse Teilnehmerinnen mit Smartphone-Sucht hatten ein signifikant höheres 1,43-faches Risiko für Brustkrebs. Personen mit einer gewohnheitsmäßigen Smartphone-Nutzung von mehr als 4,5 Minuten vor dem Schlafengehen hatten ein signifikant erhöhtes 5,27-faches Brustkrebsrisiko im Vergleich zu denjenigen, die ihr Smartphone $\leq 4,5$ Minuten vor dem Schlafengehen nutzten. Außerdem wies ein geringerer Abstand zwischen dem Smartphone und den Brüsten bei der Smartphone-Nutzung ein signifikant erhöhtes 1,59-faches Risiko auf. Teilnehmerinnen, die ihr Smartphone in der Nähe der Brust oder des Taillenbereichs trugen, hatten ein signifikant erhöhtes 5,03- bzw. 4,06-faches Risiko für Brustkrebs im Vergleich zu denjenigen, die das Smartphone unterhalb der Taille trugen. Darüber hinaus gab es einen synergistischen Effekt von Smartphone-Sucht und einer Smartphone-Nutzung von mehr als 4,5 Minuten vor dem Schlafengehen, der das Brustkrebsrisiko erhöhte.

Schlussfolgerung: Eine übermäßige Smartphone-Nutzung erhöht das Brustkrebsrisiko erheblich, insbesondere bei Teilnehmerinnen mit Smartphone-Sucht, einem geringen Abstand zwischen Brust und Smartphone und der Gewohnheit, das Smartphone vor dem Schlafengehen zu nutzen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7605549/>

--

Chemische Polarisierungseffekte der elektromagnetischen Feldstrahlung des neuartigen 5G-Netzes bei Ultrahochfrequenz

Ugochukwu O. Matthew, Jazuli S. Kazaure. Chemische Polarisierungseffekte der elektromagnetischen Feldstrahlung des neuen 5G-Netzes bei Ultrahochfrequenz. Gesundheit und Technologie. Online veröffentlicht am 27. Januar 2021.

Abstrakt

Das breite Spektrum nicht-ionisierender, nicht-sichtbarer Strahlung, die vom neuartigen 5G-Netz ausgeht, wurde untersucht und es wurde festgestellt, dass sie Auswirkungen haben kann, die den menschlichen Körper erwärmen und die Nomenklatur verändern können. Die ultrahochfrequenten Magnetfelder induzieren bei potenzieller Exposition Stromflüsse im menschlichen Körper. Die Menge dieser elektromagnetischen Ladungen wird durch die Stärke des äußeren Magnetfeldes beeinflusst. Die Erwärmung der Magnetfelder ist die wichtigste organische Folge der elektromagnetischen Hochfrequenzstrahlung, die von der 5G-Netzinstallation ausgeht, insbesondere bei sehr hohen Frequenzen. Aus der aktuellen Forschung geht hervor, dass die Werte der elektromagnetischen Felder, denen Individuen unter dem 4G-Netz und der 5G-Netztechnologie in SCENARIO1, SCENARIO 2 und SCENARIO 3 natürlich ausgesetzt sind, sehr gering sind, um die dipolare Chemie des menschlichen Körpers zu verändern. Aus den verschiedenen Forschungsergebnissen geht hervor, dass der Einsatz von 5G-Netztechnologie im Ultrahochfrequenzbereich über 20 GHz zu einer Erwärmung des menschlichen Körpergewebes aufgrund der Induktion elektromagnetischer Felder führt, da der menschliche Körper von Natur aus dipolar ist. Die Forschung ergab, dass die heutige digitale Gesellschaft zwar weiterhin in die 5G-Netztechnologie investieren wird, dass aber wegen der negativen Auswirkungen auf die Gesundheit Vorsicht geboten ist, wenn das 5G-Netz mit einer Ultrahochfrequenz von über 20 GHz betrieben wird.

Schlussfolgerungen

Nach den Erkenntnissen und Grundsätzen des Elektromagnetismus besteht der Mensch aus einer beträchtlichen Anzahl von Zellen mit unterschiedlichen elektromagnetischen Feldeigenschaften. Die biologischen Eigenschaften des menschlichen Gewebes unter verschiedenen elektromagnetischen Strahlungsemissionen wurden untersucht, was die Grundlage für die aktuelle Forschung über die Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf den menschlichen Körper bildete. Die Erwärmungsfolgen der elektromagnetischen Funkwellen der 5G-Netztechnologie bildeten die grundlegende Basis für die aktuelle Forschung. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass der Einsatz der 5G-Netztechnologie mit dem ultrahohen Basisband über 20 GHz Auswirkungen wie die Erwärmung des Körpergewebes aufgrund der Induktion elektromagnetischer Felder haben wird, da der menschliche Körper von Natur aus dipolar ist. Die Effekte erstrecken sich auf die dielektrische Polarisierung, die ionische Polarisierung, die Polarisierung an der Grenzfläche und die Orientierungspolarisation. Dies ist im Allgemeinen darauf zurückzuführen, dass sich die dielektrischen Eigenschaften von biologischem Gewebe in Abhängigkeit von der Frequenz des elektromagnetischen Feldes sehr unterschiedlich verändern. Es ist jedoch sehr wichtig, die Frequenzverteilung beim Aufbau

des neuen 5G-Netzes zu bestimmen, um eine nachteilige dielektrische Dispersion zu vermeiden, die in den menschlichen Körper eindringen kann.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7839940/>

--

Altersabhängigkeit der elektromagnetischen Leistung und der Wärmeablagerung in oberflächennahen Geweben in neuen 5G-Bändern

Giulia Sacco, Stefano Pisa, Maxim Zhadobov. Altersabhängigkeit der elektromagnetischen Leistung und der Wärmeablagerung in oberflächennahen Geweben in aufkommenden 5G-Bändern. Sci Rep. 2021 Feb 17;11(1):3983. doi: 10.1038/s41598-021-82458-z.

Zusammenfassung

Mit der Entwicklung von Mobilfunknetzen der 5. Generation (5G) werden Menschen unterschiedlichen Alters im oberen Teil des Mikrowellenspektrums exponiert sein. Aus der Perspektive der Dosimetrie nicht-ionisierender Strahlung ist eine genaue Analyse der altersabhängigen elektromagnetischen Leistungsdeposition und der daraus resultierenden Erwärmung erforderlich. In dieser Studie bewerten wir die Auswirkung des Alters auf die Exposition bei 26 GHz und 60 GHz. Ein oberflächennahes Gewebemodell, das von einer ebenen Welle beleuchtet wird, wird verwendet, um die Exposition unter Berücksichtigung sowohl frequenzunabhängiger als auch frequenzabhängiger Grenzwerte zu bestimmen. Die altersbedingte Variation der Hautdicke und der elektromagnetischen Eigenschaften des Gewebes wurde berücksichtigt. Außerdem wurde die Abnahme des Blutflusses berücksichtigt, um die altersabhängige Erwärmung zu bewerten. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Gesamtschwankungen der Leistungsdichte, der spezifischen Absorptionsrate (SAR) und der Erwärmung in den oberflächennahen Geweben auf etwa 10-15 % begrenzt sind. Diese Schwankungen sind hauptsächlich auf die altersbedingte Änderung der Permittivität des Gewebes und des Blutflusses zurückzuführen. Im Gegensatz zur übertragenen Leistungsdichte, die mit dem Alter zunimmt, nimmt die Spitzen-SAR bei beiden Frequenzen ab. Die Spitzenerwärmung im stationären Zustand steigt im Alter von 5 bis 70 Jahren um etwa 11 % bei 26 GHz und 13 % bei 60 GHz.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7889919/>

--

Verringerung der Strahlung von 5G-Mobilfunknetzen in drahtlosen Mobiltelefonen mit Hilfe eines asymmetrischen, quadratischen passiven Metamaterialdesigns

Tayaallen Ramachandran, Mohammad Rashed Iqbal Faruque, Air Mohammad Siddiky, Mohammad Tariqul Islam. Reduzierung der Strahlung von 5G-Mobilfunknetzen in drahtlosen Mobiltelefonen unter Verwendung eines asymmetrischen, quadratischen, passiven Metamaterialdesigns. Sci Rep. 2021 Jan 29;11(1):2619. doi: 10.1038/s41598-021-82105-7.

Zusammenfassung

Diese Studie zielt darauf ab, die Machbarkeit der Anwendung von Metamaterialien zur Reduzierung der Absorption von elektromagnetischer (EM) Energie der 5G im menschlichen Kopfgewebe zu demonstrieren. Im Allgemeinen wird die Hochfrequenzenergie, die ein drahtloses Mobiltelefon von der Basisstation empfängt, in die Umgebung abgestrahlt, wenn die Geräte im aktiven Modus sind. Da der neueste Technologiestandard der fünften Generation für Mobilfunknetze vor der Tür steht, muss die Strahlungsemission von drahtlosen Geräten in Betracht gezogen werden. Diese Motivation hilft bei der Vorbereitung dieser Arbeit, die sich auf die Konstruktion eines neuartigen und kompakten quadratischen Metamaterials (SM) konzentriert, um die elektromagnetische Belastung des Menschen zu reduzieren. Das handelsübliche Substratmaterial FR-4 mit einer Dicke von 1,6 mm wurde ausgewählt, um das Metamaterialdesign darauf zu platzieren. Die Analysen der elektromagnetischen Eigenschaften und der spezifischen Absorptionsrate (SAR) wurden numerisch mit Hilfe der leistungsstarken 3D-EM-Analyse-Software Computer Simulation Technology Studio (CST) durchgeführt. In der Zwischenzeit wurden zur Validierung die Metamaterialdesigns sowohl für Einheits- als auch für Array-Zellen hergestellt, um die elektromagnetischen Eigenschaften des Materials zu messen. Die numerische Simulation ergab, dass das vorgestellte SM-Design vierfache Resonanzfrequenzen in mehreren Bändern aufweist, und zwar bei 1,246 (L-Band), 3,052, 3,794 (S-Band) und 4,858 (C-Band) GHz. Der Vergleich von numerisch simulierten und gemessenen Daten zeigt jedoch einen leichten Unterschied zwischen ihnen, bei dem nur die zweite Resonanzfrequenz um 0,009 GHz gesenkt wurde, während andere Frequenzen um 0,002, 0,045 und 0,117 GHz in der Reihenfolge erhöht wurden. Darüber hinaus ergab die SAR-Analyse hohe Werte bei 3,794 GHz mit 61,16 % und 70,33 % für 1 g bzw. 10 g Gewebenvolumen. Insgesamt zeigen unsere Ergebnisse starke SAR-Reduzierungseffekte, und das vorgeschlagene SM-Design kann als vielversprechender Aspekt im Bereich der Telekommunikation betrachtet werden.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7846749/> oder <https://www.nature.com/articles/s41598-021-82105-7>

--

Radiofrequente Strahlung: Eine mögliche Gefahr für die männliche Fruchtbarkeit

Himanshi, Umesh Rai, Rajeev Singh. Hochfrequenz-Strahlung: Eine mögliche Gefahr für die männliche Fruchtbarkeit. *Reprod Toxicol.* 2021 Jan 23;S0890-6238(21)00021-6. doi: 10.1016/j.reprotox.2021.01.007.

Zusammenfassung

Die Hochfrequenzexposition durch vom Menschen geschaffene Quellen hat mit dem Zeitalter der fortgeschrittenen Technologie drastisch zugenommen. Die Menschen können sich dieser Hochfrequenzstrahlung nicht entziehen, da sie zu einem wesentlichen Bestandteil unseres täglichen Lebens geworden ist, wie z. B. Wi-Fi, Mikrowellenherde, Fernsehen, Mobiltelefone usw. Obwohl nicht-ionisierende Strahlung weniger schädlich ist als ionisierende Strahlung, lässt sich ihre langfristige Wirkung nicht vermeiden. Damit die Fruchtbarkeit beeinträchtigt wird, muss entweder eine

Veränderung in der Keimzelle oder in der sie ernährenden Umgebung stattfinden, und RF beeinflusst beide Parameter, was zu Unfruchtbarkeit führt. Diese Übersichtsarbeit zeigt anhand von In-vitro- und In-vivo-Studien, dass RF die Morphologie und Physiologie der Keimzellen verändern kann, was zu einer Beeinträchtigung der Spermatogenese, der Motilität und einer verringerten Konzentration der männlichen Keimzellen führt. RF führt auch zu genetischen und hormonellen Veränderungen. Darüber hinaus wird der Beitrag des oxidativen Stresses und des Proteinkinasekomplexes nach HF-Exposition zusammengefasst, was ebenfalls ein möglicher Mechanismus für die Verringerung der Spermienparameter sein könnte. Außerdem werden einige Präventivmaßnahmen beschrieben, die bei der Umkehrung der Hochfrequenz-Wirkungen auf Keimzellen helfen könnten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33497741/>

--

Mobilfunkexposition des Mannes, Fruchtbarkeit und Spermienqualität: Ergebnisse aus zwei Kohortenstudien vor der Empfängnis

E E Hatch, S K Willis, A K Wesselink, E M Mikkelsen, M L Eisenberg, G J Sommer, H T Sorensen, K J Rothman, L A Wise. Männliche Mobiltelefon-Exposition, Fruchtbarkeit und Spermienqualität: Ergebnisse aus zwei präkonzeptionellen Kohortenstudien. *Menschliche Fortpflanzung*, deab001, 10. Februar 2021. <https://doi.org/10.1093/humrep/deab001>

Abstrakt

STUDIENFRAGE Inwieweit ist die Exposition gegenüber Mobiltelefonen mit der männlichen Fruchtbarkeit verbunden?

ZUSAMMENFASSUNG ANTWORT Insgesamt fanden wir nur einen geringen Zusammenhang zwischen dem Tragen eines Mobiltelefons in der vorderen Hosentasche und der männlichen Fruchtbarkeit, obwohl bei schlankeren Männern (BMI <25 kg/m²) das Tragen eines Mobiltelefons in der vorderen Hosentasche mit einer geringeren Fruchtbarkeit verbunden war.

WAS IST BEREITS BEKANNT Einige Studien haben darauf hingewiesen, dass die Nutzung von Mobiltelefonen mit einer schlechten Samenqualität verbunden ist, aber die Ergebnisse sind widersprüchlich

STUDIENAUFBAU, GRÖSSE, DAUER Zwei prospektive Kohortenstudien zur Empfängnisverhütung wurden mit Männern in Dänemark (n = 751) und in Nordamerika (n = 2349) durchgeführt, die von 2012 bis 2020 über das Internet eingeschrieben und beobachtet wurden.

TEILNEHMER/MATERIALIEN, EINRICHTUNG, METHODEN Im Ausgangsfragebogen gaben die Männer an, wie viele Stunden/Tage sie ein Mobiltelefon an verschiedenen Körperstellen tragen. Die Zeit bis zur Schwangerschaft wurde durch zweimonatliche Follow-up-Fragebögen ermittelt, die von der Partnerin bis zu 12 Monate lang oder bis zur gemeldeten Empfängnis ausgefüllt wurden. Mit Hilfe von Regressionsmodellen mit proportionalen Wahrscheinlichkeiten schätzten wir die

Fruchtbarkeitsquotienten (FRs) und 95 %-Konfidenzintervalle (CIs) für den Zusammenhang zwischen männlichen Mobiltelefongewohnheiten und Fruchtbarkeit, wobei wir uns auf die Exposition in der vorderen Hosentasche konzentrierten, und zwar in jeder Kohorte separat und in einer kohortenübergreifenden Metaanalyse mit festen Effekten. Bei einer Untergruppe der Teilnehmer untersuchten wir ausgewählte Spermaparameter (Spermavolumen, Spermienkonzentration und Spermienmotilität) mit einem Spermatetestset für zu Hause.

WICHTIGSTE ERGEBNISSE UND DIE ROLLE DES ZUFALLS Insgesamt gab es nur einen geringen Zusammenhang zwischen dem Tragen eines Mobiltelefons in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit: Der FR für jegliche Exposition in der vorderen Hosentasche im Vergleich zu keiner Exposition betrug 0,94 (95% CI: 0,83-1,05). Wir beobachteten einen umgekehrten Zusammenhang zwischen jeglicher Exposition in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit bei Männern mit einem BMI von <25 kg/m² (FR = 0,72, 95% CI: 0,59-0,88), aber einen geringen Zusammenhang bei Männern mit einem BMI von ≥ 25 kg/m² (FR = 1,05, 95% CI: 0,90-1,22). Es gab nur wenige konsistente Assoziationen zwischen Mobiltelefon-Exposition und Spermavolumen, Spermienkonzentration oder Spermienmotilität.

Die Exposition gegenüber hochfrequenter Strahlung von Mobiltelefonen unterliegt einer beträchtlichen nicht-differentiellen Fehlklassifikation, die die Schätzungen für dichotome Vergleiche und extreme Expositionskategorien (z.B. Exposition 8 vs. 0 h/Tag) tendenziell abschwächen würde. Restverfälschungen durch den Beruf oder andere unbekannte oder schlecht gemessene Faktoren könnten die Ergebnisse ebenfalls beeinflusst haben.

WEITERE AUSWIRKUNGEN DER ERGEBNISSE Insgesamt gab es nur einen geringen Zusammenhang zwischen dem Tragen des Handys in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeitsrate. Es gab einen moderaten inversen Zusammenhang zwischen der Handyexposition in der vorderen Hosentasche und der Fruchtbarkeit bei Männern mit einem BMI <25 kg/m², aber nicht bei Männern mit einem BMI ≥ 25 kg/m². Obwohl mehrere frühere Studien auf einen Zusammenhang zwischen Handyexposition und geringerer Spermienmotilität hingewiesen haben, fanden wir nur wenige konsistente Zusammenhänge mit Parametern der Samenqualität.

STUDIENFÖRDERUNG/KOMPETENDE INTERESSEN Die Studie wurde von den National Institutes of Health unter der Förderungsnummer R03HD090315 finanziert. In den letzten drei Jahren erhielt PRESTO Sachspenden von Sandstone Diagnostics (für Spermakits), Swiss Precision Diagnostics (Heimchwangerschaftstests), Kindara.com (Fertilitäts-App) und FertilityFriend.com (Fertilitäts-App). Dr. L.A.W. ist Myom-Berater für AbbVie, Inc. Dr. H.T.S. berichtet, dass die Abteilung für klinische Epidemiologie an Studien beteiligt ist, die von verschiedenen Unternehmen als Forschungszuschüsse an die Universität Aarhus vergeben und von dieser verwaltet werden. Keine dieser Studien steht im Zusammenhang mit der aktuellen Studie. Dr. M.L.E. ist ein Berater von Sandstone Diagnostics, Ro, Dadi, Hannah und Underdog. Dr. G.J.S. ist Eigentümer von Sandstone Diagnostics Inc. und Entwickler des Trak Male Fertility Testing System. Darüber hinaus hat Dr. G.J.S. ein Patent im Zusammenhang mit dem Trak Male Fertility Testing System angemeldet.

--

Wie hoch ist die Strahlung vor 5G? Eine Korrelationsstudie zwischen Messungen in situ und in Echtzeit und epidemiologischen Indikatoren in Vallecas, Madrid

Isabel López, Nazario Félix, Marco Rivera, Adrián Alonso, Ceferino Maestú. Wie hoch ist die Strahlung vor 5G? Eine Korrelationsstudie zwischen Messungen in situ und in Echtzeit und epidemiologischen Indikatoren in Vallecas, Madrid. *Umweltforschung*. Band 194, März 2021, 110734.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.110734>.

Höhepunkte

- Personen, die höheren Strahlungswerten ausgesetzt sind, leiden unter stärkeren Kopfschmerzen, Schwindelgefühlen und Alpträumen.
- Die Methodik zur Messung elektromagnetischer Strahlung sollte überarbeitet werden.
- Die Bevölkerung ist weiterhin Strahlungsspitzen in Entfernungen von mehr als 200 m ausgesetzt, niemand ist frei von Exposition.

Zusammenfassung

Hintergrund Die Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischer Strahlung, die von Mobilfunk-Basisstationen ausgeht, ist aufgrund des möglichen Zusammenhangs zwischen Strahlungswerten und Gesundheitsindikatoren eine der größten Sorgen der Anwohner, die von der Nähe dieser Strukturen betroffen sind.

Ziele Diese Studie zielte darauf ab, einen möglichen Zusammenhang zwischen einigen Gesundheitsindikatoren und Messungen elektromagnetischer Strahlung zu finden.

Methoden Insgesamt 268 selbst entworfene Fragebögen wurden von den Bewohnern eines Madrider Stadtviertels ausgefüllt, das von neun Telefonantennen umgeben ist, und 105 Messungen der elektromagnetischen Strahlung wurden mit einem Spektrumanalysator und einer isotropen Antenne in situ und in Echtzeit sowohl außerhalb als auch innerhalb der Häuser durchgeführt.

Ergebnisse Es wurden statistisch signifikante p - Werte für das Vorhandensein von Kopfschmerzen ($p = 0,010$), Alpträumen ($p = 0,001$), Kopfschmerzintensität ($p < 0,001$), Schwindelhäufigkeit ($p = 0,011$), Häufigkeit von Instabilitätsepisoden ($p = 0,026$), Anzahl der Stunden, die eine Person pro Tag schläft ($p < 0,001$) und drei von neun untersuchten Parametern von Müdigkeit gezeigt. Was Krebs betrifft, so sind 5,6 % der Bevölkerung in der Studie an Krebs erkrankt, ein Prozentsatz, der zehnmal höher ist als der der spanischen Gesamtbevölkerung.

Diskussion: Personen, die höheren Strahlungswerten ausgesetzt sind, leiden unter stärkeren Kopfschmerzen, Schwindelgefühlen und Alpträumen. Außerdem schlafen sie weniger Stunden.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935121000281>

--

Zusammenhang zwischen dem Muster der Mobiltelefonnutzung und der Schlafqualität bei Studenten im Nordosten Chinas

Jia Meng, Fang Wang, Rentong Chen, Hui Hua, Qian Yang, Dan Yang, Nan Wang, Xin Li, Fangfang Ma, Liting Huang, Zhenzhen Zou, Menglin Li, Tieting Wang, Yannan Luo, Yunda Li, Yang Liu. Zusammenhang zwischen dem Muster der Mobiltelefonnutzung und der Schlafqualität bei College-Studenten in Nordostchina. *Sleep Breath*. 2021 Feb 2. doi: 10.1007/s11325-021-02295-2.

Abstrakt

Zielsetzungen: Gegenwärtig ist die Verbreitung von Mobiltelefonen unter Studenten sehr hoch. Ziel dieser Studie war es, die Merkmale der Handynutzung zu untersuchen und den Einfluss der Merkmale der Handynutzung auf die Schlafqualität von Studenten zu erforschen.

Methoden: Von Dezember 2016 bis Januar 2017 sammelten wir Daten zur Mobiltelefonnutzung und zur Schlafqualität mithilfe des Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) und standardisierter Fragebögen, die von 4500 Medizinstudenten in der Provinz Liaoning beantwortet wurden (tatsächliche Rücklaufquote von 94 %, n = 4234 Studenten). In dieser Studie wurde die Software SPSS 21.0 verwendet, um die Datenbank zu erstellen und die statistische Analyse durchzuführen.

Ergebnisse: Hundert Prozent der Studenten besaßen Mobiltelefone und nutzten diese zur Unterhaltung (91 %), zur Arbeit (51 %), zur Informationsbeschaffung (61 %) und für andere Zwecke (23 %). Darüber hinaus gab es einen statistisch signifikanten Unterschied im PSQI-Wert zwischen den Studenten, die das Handy in einem Abstand von mehr als 10 cm zu ihren Augen hielten, und denen, die es in einem Abstand von weniger als 10 cm hielten ($P = 0,002$). Eine mehrfache logistische Regressionsanalyse zeigte, dass das Risiko einer schlechten Schlafqualität 1,21-1,53 Mal höher war für diejenigen, die mehr als 5 Stunden pro Tag mit ihrem Telefon verbrachten, und 1,41-1,59 Mal höher für diejenigen, die ihr Telefon mehr als eine halbe Stunde vor dem Schlafengehen bei ausgeschaltetem Licht benutzten.

Schlussfolgerungen: Die tägliche kumulative Nutzung von Mobiltelefonen und die Nutzung bei ausgeschaltetem Licht vor dem Schlafen gehen mit einer schlechteren Schlafqualität einher.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33532989/>

--

Die Auswirkung einer kontinuierlichen schwachen Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern von Funkbasisstationen auf die Krebssterblichkeit in Brasilien

Nádia Cristina Pinheiro Rodrigues, Adilza Condessa Dode, Mônica Kramer de Noronha Andrade, Gisele O'Dwyer, Denise Leite Maia Monteiro, Inês Nascimento Carvalho Reis, Roberto Pinheiro Rodrigues, Vera Cecília Frossard, Valéria Teresa Saraiva Lino. Die Auswirkung der kontinuierlichen Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern niedriger Intensität von Funkbasisstationen auf die Krebssterblichkeit in Brasilien. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 29;18(3):1229. doi: 10.3390/ijerph18031229.

Zusammenfassung

Hintergrund: Diese Studie zielt darauf ab, die Rate der Todesfälle durch Krebs als Folge von Radio Base Station (RBS) Hochfrequenz-Exposition abzuschätzen, insbesondere für Brust-, Gebärmutterhals-, Lungen- und Speiseröhrenkrebs.

Methoden: Wir sammelten Informationen über die Anzahl der Todesfälle nach Krebsart, Geschlecht, Altersgruppe, Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, Todesjahr und die Höhe der Exposition während des Lebens. Wir untersuchten alle Krebsarten und einige spezifische Arten (Brust-, Gebärmutterhals-, Lungen- und Speiseröhrenkrebs).

Ergebnisse: In Hauptstädten, in denen die RBS-Hochfrequenzexposition höher als 2000/Antennenjahr war, lag die durchschnittliche Sterblichkeitsrate für alle Krebsarten bei 112/100.000. Die bereinigte Analyse zeigte, dass die Krebsmortalität umso höher war, je höher die RBS-Hochfrequenzexposition war. Das höchste bereinigte Risiko wurde für Gebärmutterhalskrebs beobachtet (Ratenverhältnis = 2,18). Die räumliche Analyse zeigte, dass die höchste RBS-Hochfrequenz-Exposition in einer Stadt im Süden Brasiliens beobachtet wurde, die auch die höchste Sterblichkeitsrate für alle Krebsarten und speziell für Lungen- und Brustkrebs aufwies.

Schlussfolgerung: Die Ausgewogenheit unserer Ergebnisse deutet darauf hin, dass die Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern von RBS die Sterblichkeitsrate für alle Krebsarten erhöht.

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/3/1229>

--

Schallbedingte Gesundheitsschäden durch gepulste Mikrowellen in Havanna [Health Matters]

James C. Lin. Sonic Health Attacks by Pulsed Microwaves in Havana Revisited [Health Matters]. IEEE Microwave Magazine. 22(3):71-73, März 2021. doi: 10.1109/MMM.2020.3044125.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse des Berichts der U.S. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM) "An Assessment of Illness in U.S. Government Employees and Their Families at Overseas Embassies" (Bewertung von Krankheiten bei Angestellten der US-Regierung und ihren Familien in Übersee-Botschaften) werden vorgestellt. Es ist fast genau drei Jahre her, dass mein Artikel "Strange Reports of Weaponized Sound in Cuba" [2] veröffentlicht wurde. Darin wurde erstmals die Hypothese aufgestellt, dass "[a]usgehend davon, dass die berichteten Ereignisse zuverlässig sind, es tatsächlich eine wissenschaftliche Erklärung für die Quelle der Schallenergie gibt. Sie könnte durchaus von einem gezielten Strahl von Hochleistungs-Mikrowellenimpulsen herrühren" [2]. Bei der Untersuchung plausibler Ursachen für die beschriebenen Erkrankungen weist der NASEM-Bericht darauf hin, dass von den Mechanismen, die der Studienausschuss in Betracht gezogen hat, der plausibelste Mechanismus zur Erklärung dieser Fälle, insbesondere bei Personen mit ausgeprägten Frühsymptomen, eine gerichtete, gepulste HF-(Mikrowellen-)Energie zu sein scheint.

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9343783>

--

Mitteilung über die Zurückziehung und Ersetzung. Li et al. Zusammenhang zwischen der mütterlichen Exposition gegenüber nichtionisierender Magnetfeldstrahlung während der Schwangerschaft und dem Risiko einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung bei den Nachkommen in einer longitudinalen Geburtskohorte

De-Kun Li. Mitteilung über die Zurückziehung und Ersetzung. Li et al. Zusammenhang zwischen der mütterlichen Exposition gegenüber nichtionisierender Magnetfeldstrahlung während der Schwangerschaft und dem Risiko einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung bei den Nachkommen in einer longitudinalen Geburtskohorte. Brief: Februar 18, 2021. JAMA Netw Open. 2020;3(3):e201417

An den Herausgeber Im Namen meiner Co-Autoren schreibe ich, um auf Bedenken hinsichtlich der Methoden und Analysen der Originaluntersuchung "Association Between Maternal Exposure to Magnetic Field Nonionizing Radiation During Pregnancy and Risk of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Offspring in a Longitudinal Birth Cohort "1 hinzuweisen, die am 24. März 2020 in JAMA Network Open veröffentlicht wurde. Die Redaktion der Zeitschrift wurde von einem Leser auf dieses Problem aufmerksam gemacht, und die Redaktion hat es an uns weitergeleitet. Nach Diskussion und Bewertung haben wir festgestellt, dass es Fehler in den statistischen Analysen gab, die die Verwendung anderer Analysen erforderten und die zu Änderungen einiger der ursprünglichen Ergebnisse und zu Einschränkungen bei der Interpretation dieser Studie führten. Infolgedessen haben uns die Herausgeber gebeten, diesen Artikel zurückzuziehen und zu ersetzen.

Diese Studie wurde durchgeführt, um zu bestimmen, ob die mütterliche Exposition bei hohen Werten nichtionisierender Magnetfeld (MF)-Strahlung mit einem erhöhten Risiko für Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei den Nachkommen verbunden ist, indem Messungen der Werte nichtionisierender MF-Strahlung und ärztlich diagnostiziertes ADHS verwendet wurden. Wir schlossen eine longitudinale Geburtskohorte von 1482 Mutter-Kind-Paaren ein, deren Mütter Teilnehmerinnen einer bestehenden Geburtskohorte waren und deren Exposition gegenüber nichtionisierender Mikrowellenstrahlung durch das Tragen eines Monitors für 24 Stunden während der Schwangerschaft in zwei früheren Studien erfasst wurde, die vom 1. Oktober 1996 bis zum 31. Oktober 1998 und vom 1. Mai 2006 bis zum 29. Februar 2012 durchgeführt wurden.

Um den Zusammenhang zwischen hohen Werten nichtionisierender Strahlung und dem ADHS-Risiko zu untersuchen, verwendeten wir das 90. Perzentil der 24-Stunden-Messungen als MF-Index, der den Wert der nichtionisierenden Strahlung widerspiegelt, bei dem oder über dem eine Teilnehmerin während 10 % der Zeit am Tag exponiert war. Ursprünglich hatten wir die teilnehmenden Mutter-Kind-Dyaden in Gruppen mit niedriger oder hoher MF-Exposition gegenüber nichtionisierender Strahlung eingeteilt, basierend auf den Erfahrungen aus früheren Studien. 2-4 Wir berichteten jedoch fälschlicherweise, dass wir einen 1,3-mG-Grenzwert verwendeten, der auf dem 25. Perzentil der MF-Index-Verteilung basierte. Und wir führten dann Analysen mit Teilnehmern durch, die in eine niedrige Expositionsstufe (diejenigen, deren MF-Wert für nichtionisierende Strahlung $<1,3$ mG war) oder eine hohe Expositionsstufe (diejenigen, deren MF-Wert für nichtionisierende Strahlung $\geq 1,3$ mG war) dichotomisiert wurden. Diese Analysen führten zu der Schlussfolgerung, dass "die in utero Exposition

gegenüber hohen Werten nichtionisierender MF-Strahlung mit einem erhöhten Risiko für ADHS verbunden war, insbesondere für ADHS mit immunbedingter Komorbidität." 1

Auf Wunsch der Herausgeber haben wir neue Analysen auf der Grundlage kontinuierlicher MF-Expositionswerte sowie Analysen auf der Grundlage kategorischer MF-Expositionswerte durchgeführt, ohne einen Grenzwert zu verwenden. Wir haben auch eine Dosis-Wirkungs-Analyse auf der Grundlage der kategorischen Expositionswerte durchgeführt, wobei erhöhte MF-Expositionswerte mit derselben Referenzgruppe verglichen wurden, da eine Dosis-Wirkungs-Assoziation in epidemiologischen Studien üblicherweise untersucht wird.

Mit diesen neuen Analysen fanden wir weiterhin heraus, dass in utero Expositionen gegenüber einigen, aber nicht allen hohen Werten nichtionisierender MF-Strahlung mit einem höheren ADHS-Risiko verbunden waren. Die beobachteten Assoziationen waren jedoch uneinheitlich und nicht linear, was die Interpretationen einschränkt. Daher sind Änderungen am ursprünglichen Artikel erforderlich, darunter die folgenden:

Wir haben die auf Grenzwerten basierenden Ergebnisse in der ursprünglichen Tabelle 1 entfernt und die Daten durch Mittelwerte (SD) ersetzt, die auf kontinuierlichen MF-Expositionswerten basieren. Die Tabellen 2 bis 4, die zuvor Ergebnisse auf der Basis von dichotomen niedrigen und hohen MF-Expositionsniveaus berichteten, wurden durch Ergebnisse aus der Analyse unter Verwendung von kontinuierlichen Messwerten und kategorialen Niveaus der MF-Exposition ersetzt. Wir haben auch die eTabelle in Anhang 1 mit ähnlichen Analysen ersetzt.

Wir haben eine eAbbildung in Anhang 2 hinzugefügt, die die Ergebnisse der Dosis-Wirkungs-Analyse zwischen der MF-Exposition in Quintilen von Mutter-Kind-Dyaden und dem Risiko für ADHS zeigt. Darüber hinaus haben wir die ursprüngliche dichotomisierte Kaplan-Meier-Überlebenskurve durch multikategoriale Kaplan-Meier-Überlebenskurven für mehrere mütterliche Expositionsniveaus ersetzt.

Schließlich haben wir im Abschnitt Diskussion die folgenden Einschränkungen hinzugefügt: "Es wurden keine Korrekturen für Mehrfachvergleiche vorgenommen, und für viele der signifikanten Assoziationen, die bei Kindern mit ADHS und gleichzeitigen immunbezogenen Komorbiditäten beobachtet wurden, waren die KI breit, was darauf hindeutet, dass diese Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden sollten.

Im Namen meiner Mitautoren entschuldige ich mich für die Verwirrung, die dies bei den Lesern hervorgerufen hat, und habe darum gebeten, dass der ursprüngliche Artikel zurückgezogen und durch eine korrigierte Version ersetzt wird. Die Korrekturen betreffen die Zusammenfassung, den Text, die Tabellen, die Abbildung und die Beilage 1. Der Ersatzartikel enthält neue Beilagen mit einer Kopie des Originalartikels, in der die Fehler hervorgehoben sind, und einer weiteren Kopie, in der die Korrekturen hervorgehoben sind.

Frei zugängliches Papier: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2776553>

--

Zusammenhänge zwischen künstlichem Licht in der Nacht und dem Risiko für Schilddrüsenkrebs: Eine große US-Kohortenstudie

Dong Zhang, Rena R Jones, Peter James, Cari M Kitahara, Qian Xiao. Assoziationen zwischen künstlichem Licht in der Nacht und dem Risiko für Schilddrüsenkrebs: Eine große US-Kohortenstudie. Cancer. 2021 Feb 8. doi: 10.1002/cncr.33392.

Zusammenfassung

Hintergrund: Licht in der Nacht (LAN) hemmt die nächtliche Sekretion von Melatonin und kann zu einer Störung des Tagesrhythmus führen, was ein Risikofaktor für Krebs sein kann. Jüngste Studien haben eine hohe LAN-Exposition mit einem erhöhten Brustkrebsrisiko in Verbindung gebracht. In Anbetracht der Tatsache, dass Brustkrebs eine gemeinsame hormonabhängige Ätiologie mit Schilddrüsenkrebs haben könnte und dass zirkadiane Rhythmen eine Rolle bei der Regulierung der Schilddrüsenfunktion spielen, stellten

die Autoren die Hypothese auf, dass die Exposition gegenüber LAN positiv mit dem Auftreten von Schilddrüsenkrebs verbunden ist.

Methoden: Diese Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen LAN und Schilddrüsenkrebs-Inzidenz in der National Institutes of Health-American Association of Retired Persons Diet and Health Study. Die LAN-Belastung wurde anhand von Satellitendaten geschätzt und mit den Wohnadressen zu Beginn der Studie verknüpft. Die Fälle von Schilddrüsenkrebs wurden durch Verknüpfung mit staatlichen Krebsregistern ermittelt. Mittels Cox-Regression wurde der Zusammenhang zwischen LAN und Schilddrüsenkrebsrisiko ermittelt, wobei soziodemografische, lebensstilbezogene und andere Umweltfaktoren berücksichtigt wurden.

Ergebnisse: Bei 464.371 Teilnehmern wurde ein positiver Zusammenhang zwischen LAN und dem Schilddrüsenkrebsrisiko festgestellt. Insbesondere war das höchste Quintil im Vergleich zum niedrigsten LAN-Quintil mit einem 55%igen Anstieg des Risikos verbunden (Hazard Ratio [HR], 1,55; 95% Konfidenzintervall [CI], 1,18-2,02). Der Zusammenhang war in erster Linie auf papillären Schilddrüsenkrebs zurückzuführen und war bei Frauen (HR, 1,81; 95% CI, 1,26-2,60) stärker ausgeprägt als bei Männern (HR, 1,29; 95% CI, 0,86-1,94). Bei Frauen war die Assoziation stärker bei lokalisiertem Krebs, während sie bei Männern stärker bei einem fortgeschrittenen Stadium war. Die Ergebnisse waren für verschiedene Tumorgößen konsistent.

Schlussfolgerungen: LAN wurde positiv mit dem Schilddrüsenkrebsrisiko in Verbindung gebracht. Künftige Studien sind erforderlich, um diesen Zusammenhang zu bestätigen und die zugrunde liegenden biologischen Mechanismen zu ermitteln.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33554351/>

--

Auswirkungen einer selektiven Ergebnisberichterstattung auf die Risikowahrnehmung

F Freudenstein, R J Croft, S P Loughran, B M Zeleke, P M Wiedemann. Auswirkungen der selektiven Ergebnisberichterstattung auf die Risikowahrnehmung. Environ Res. 2021 Feb 3;110821. doi: 10.1016/j.envres.2021.110821.

Höhepunkte

- In einer experimentellen Studie wurde untersucht, wie die selektive Berichterstattung über Studienergebnisse - die auf erhöhte gesundheitliche Auswirkungen hinweisen - die Risikowahrnehmung der Empfänger beeinflusst.
- Die selektive Berichterstattung über Risikoinformationen erhöhte die Risikowahrnehmung im Vergleich zum Erhalt der vollständigen Informationen.
- Selektiv informierte Probanden zeigten eine stärkere Tendenz zur Übergeneralisierung von Gesundheitsrisiken.
- Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Mitteilung der vollständigen Studienergebnisse ein wichtiger Faktor für eine wirksame Risikokommunikation ist.

Zusammenfassung

In der aktuellen Studie sollte untersucht werden, wie die selektive Berichterstattung über Studienergebnisse, die auf erhöhte gesundheitliche Auswirkungen hinweisen, die Risikowahrnehmung der Empfänger beeinflusst. Am Beispiel der Interphone-Studie aus dem Jahr 2010 zu Handynutzung und Krebs wurde ein Online-Experiment durchgeführt, bei dem die Befragten in zwei Gruppen aufgeteilt wurden. Eine Gruppe von Probanden wurde selektiv nur über einen Zusammenhang zwischen starker Handynutzung und einem erhöhten Risiko für Gliome (Hirntumore) informiert. Die andere Gruppe von Probanden wurde über die vollständigen Ergebnisse der Analysen des Gliomrisikos nach kumulativer Gesprächszeit informiert, die darauf hindeuten, dass es außer bei den Vieltelefonierern keine statistisch signifikant erhöhten Risiken im Zusammenhang mit der Mobiltelefonnutzung gab. Die Ergebnisse zeigten, dass die selektive Weitergabe von Risikoinformationen die Risikowahrnehmung im Vergleich zum Erhalt der vollständigen Informationen erhöhte. Darüber hinaus zeigten die selektiv informierten Probanden eine stärkere Tendenz zur Übergeneralisierung des "erhöhten Hirntumorrisikos" auf alle Mobiltelefonbenutzer, obwohl sich dies nicht auf eine Übergeneralisierung auf andere elektromagnetische Feldquellen oder Unterschiede in der Wahrnehmung einer Nutzungszeitabhängigkeit für mögliche Gesundheitsrisiken erstreckte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Berichterstattung über die vollständigen Ergebnisse ein wichtiger Faktor für eine effektive Risikokommunikation ist.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33548295/https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33548295/>

--

Elektromagnetische Strahlung als neuer Antriebsfaktor für den Rückgang der Insekten

Alfonso Balmori. Elektromagnetische Strahlung als neuer Antriebsfaktor für den Rückgang der Insekten. Sci Total Environ. Online verfügbar am 28. Januar 2021, 144913. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020>.

Höhepunkte

-

Die Artenvielfalt von Insekten ist weltweit bedroht-

Dieser Rückgang wird hauptsächlich auf landwirtschaftliche Praktiken und den Einsatz von Pestiziden zurückgeführt- Es

gibt genügend Beweise für die Schäden, die durch elektromagnetische Strahlung verursacht werden-

Elektromagnetische Strahlung könnte ein zusätzlicher Faktor für diesen Rückgang sein-

Das Vorsorgeprinzip sollte vor jeder neuen Entwicklung (z.B. 5G) angewendet werden

Zusammenfassung

Die Artenvielfalt der Insekten ist weltweit bedroht. Zahlreiche Studien haben über den gravierenden Rückgang der Insekten in den letzten Jahrzehnten berichtet. Das Gleiche gilt für die wichtige Gruppe der Bestäuber, die für die Bestäubung von Nutzpflanzen unverzichtbar sind. Es wird erwartet, dass der Verlust der Insektenvielfalt und -abundanz kaskadenartige Auswirkungen auf Nahrungsnetze und Ökosystemleistungen haben wird. Viele Autoren weisen darauf hin, dass der Rückgang der Insektenvielfalt hauptsächlich auf landwirtschaftliche Praktiken und den Einsatz von Pestiziden zurückzuführen ist. Andererseits sind die Auswirkungen von nichtthermischer Mikrowellenstrahlung auf Insekten seit mindestens 50 Jahren bekannt. Die in dieser Studie durchgeführte Untersuchung zeigt, dass elektromagnetische Strahlung ernsthaft als zusätzlicher Faktor für den dramatischen Rückgang der Insekten betrachtet werden sollte, der in Synergie mit der Intensivierung der Landwirtschaft, Pestiziden, invasiven Arten und dem Klimawandel wirkt. Das Ausmaß, in dem anthropogene elektromagnetische Strahlung eine signifikante Bedrohung für Insektenbestäuber darstellt, ist ungeklärt und plausibel. Aus diesen Gründen und in Anbetracht der Vorteile, die sie für Natur und Mensch bieten, sollte das Vorsorgeprinzip angewandt werden, bevor eine neue Einrichtung (wie 5G) in Betracht gezogen wird.

Auszug

Das Vorsorgeprinzip und die Bedeutung einer ernsthaften Betrachtung der EMR als Faktor des Insektenrückgangs.

Trotz der starken wissenschaftlichen Belege für die negativen Auswirkungen elektromagnetischer Strahlung auf Insekten stellte eine aktuelle Studie, die durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union (EKLIPSE) finanziert wurde, fest, dass unser derzeitiges Wissen über die Auswirkungen anthropogener HF-EMR auf Bestäuber (und andere wirbellose Tiere) nicht schlüssig ist (Vanbergen et al., 2019). Daher ist das Ausmaß, in dem anthropogene EMR eine signifikante Bedrohung für Insektenbestäuber darstellt, nicht geklärt. Aus diesen Gründen und in Anbetracht des Nutzens, den sie für die Natur und den Menschen bieten, sollte das Vorsorgeprinzip der Europäischen Union (Mitteilung der Kommission zum Vorsorgeprinzip, 2000) angewandt werden.

Die potenziellen Auswirkungen von HF-EMF auf die meisten taxonomischen Gruppen, darunter Zugvögel, Fledermäuse und Insekten, sind weitgehend unbekannt, und die potenziellen Auswirkungen

auf wild lebende Tiere könnten mit der erwarteten Einführung neuer Mobilfunknetze (5G) an Bedeutung gewinnen, was die Möglichkeit unbeabsichtigter biologischer Folgen mit sich bringt (Sutherland et al., 2018). Bevor also eine neue Einführung (wie 5G) in Erwägung gezogen wird, sollten ihre Auswirkungen klar bewertet werden, zumindest solange, bis Schlussfolgerungen gezogen und die bestehenden Unsicherheiten ausgeräumt sind, so das offizielle Dokument "Späte Lehren aus frühen Warnungen" (Europäische Umweltagentur, 2013).

Ein Schreiben des Innenministeriums der Vereinigten Staaten an die National Telecommunications and Information Administration im Handelsministerium warnt vor dem Mangel an Studien über die Auswirkungen von nicht-ionisierender EMR, die von Kommunikationstürmen ausgeht (Innenministerium der Vereinigten Staaten, 2014). Die genauen potenziellen Auswirkungen des Anstiegs der EMR auf wild lebende Tiere, die von der globalen Naturschutzgemeinschaft noch nicht gut erkannt werden, wurden als ein wichtiges neues Problem für den globalen Naturschutz und die biologische Vielfalt identifiziert (Sutherland et al., 2018). Wie wir in dieser Übersichtsarbeit erläutert haben, sollte EMR daher ernsthaft als zusätzliche Ursache für den dramatischen Rückgang von Insekten in den jüngsten Studien in Betracht gezogen werden, die in Synergie mit der Intensivierung der Landwirtschaft, Pestiziden, invasiven Arten und dem Klimawandel wirkt.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720384461>

--

Biologische Wirkungen einer Exposition bei einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld auf die Plazentaschranke bei schwangeren Ratten

Hye Sun Kim, Hyung-Do Choi, Jeong-Ki Pack, Nam Kim, Young Hwan Ahn. Biologische Wirkungen der Exposition bei einem hochfrequenten elektromagnetischen Feld auf die Plazentaschranke bei trächtigen Ratten. *Bioelectromagnetics*. 2021 Feb 1. doi: 10.1002/bem.22322.

Zusammenfassung

Die Plazenta schützt den Fötus während der Schwangerschaft vor übermäßigem Stress-assoziiertem mütterlichem Cortisol. Wir untersuchten, ob eine Exposition bei hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF) während der Schwangerschaft Veränderungen bei Muttertieren und deren Plazenta verursachen kann. Trächtige Sprague-Dawley-Ratten wurden in Käfig-Kontroll-, Schein-Expositions- und RF-Expositions-Gruppen eingeteilt. Sie wurden mit RF-EMF-Signalen bei einer spezifischen Ganzkörper-Absorptionsrate von 4 W/kg für 8 Stunden/Tag vom 1. bis 19. Die Cortisolwerte im Blut, in der Nebenniere und in der Plazenta wurden mit einem Enzymimmunoassay gemessen. Im mütterlichen Blut wurden die Werte des adrenocorticotropen Hormons und des Corticotropin-Releasing-Hormons gemessen. Die Expression von 11 β -Hydroxysteroid-Dehydrogenase Typ 2 (11 β -HSD2) Messenger-RNA (mRNA) in der Plazenta wurde mittels Reverse-Transkriptions-Polymerase-Kettenreaktion gemessen. Morphologische Veränderungen in der Plazenta wurden mittels Hämatoxylin- und Eosinfärbung analysiert. Die fetalen Teile der Plazenta wurden mit der Software Zen 2.3 blue edition gemessen. Das mütterliche Cortisol im zirkulierenden Blut (RF: 230 \pm 24,6 ng/ml und Sham: 156 \pm 8,3 ng/ml) und in der Nebenniere (RF: 58,3 \pm 4,5 ng/ml und Sham: 30 \pm 3,8 ng/ml) war in der RF-exponierten Gruppe signifikant erhöht (P < 0,05). Das plazentare Cortisol blieb stabil erhalten, und das

Niveau der plazentaren 11 β -HSD2 mRNA-Expression war in der HF-exponierten Gruppe nicht verändert. HF-EMF-Exposition während der Schwangerschaft verursachte eine signifikante Erhöhung der Cortisol-Spiegel im zirkulierenden Blut; es wurden jedoch keine Veränderungen in der Plazentaschranke bei trächtigen Ratten beobachtet.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33527465/>

--

Analyse der Auswirkungen einer kurzzeitigen 900 MHz EMF-Exposition auf die Expression von 667 miRNAs in menschlichen peripheren Blutzellen

Andreas Lamkowski, Matthias Kreitlow, Jörg Radunz, Martin Willenbockel, Marcus Stiemer, Lars Ole Fichte, Carl Friedrich Rädcl, Matthäus Majewski, Patrick Ostheim, Matthias Port, Michael Abend. Analyse der Auswirkungen einer kurzzeitigen 900 MHz EMF-Exposition auf die Expression von 667 miRNAs in menschlichen peripheren Blutzellen. Sci Rep. 2021 Feb 24;11(1):4444. doi: 10.1038/s41598-021-82278-1.

Zusammenfassung

Mehr als je zuvor sind Menschen auf der ganzen Welt häufig verschiedenen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums ausgesetzt, die hauptsächlich von modernen drahtlosen Kommunikationstechnologien ausgestrahlt werden. Insbesondere der Kenntnisstand über nicht-thermische biologische EMF-Effekte bleibt umstritten. Neue Technologien ermöglichen einen detaillierteren Nachweis von nicht-kodierenden RNAs, die die post-transkriptionelle Kontrolle beeinflussen. Eine solche Methode soll in dieser Arbeit angewandt werden, um die Reaktion menschlicher Blutzellen auf elektromagnetische Befeldung zu untersuchen. In dieser ex vivo in vitro-Studie haben wir periphere Blutzellen von 5 männlichen Spendern einer kontinuierlichen Welle von 900 MHz EMF für 0, 30, 60 und 90 Minuten ausgesetzt. Signifikante Mikro-RNA (miRNA)-Expressionsveränderungen ($p \leq 0,05$) über oder unter den SHAM-exponierten Proben wurden mit einer quantitativen Echtzeit-PCR-Plattform für den gleichzeitigen Nachweis von 667 miRNAs, dem so genannten Low-Density-Array, ausgewertet. Es wurden nur signifikante miRNA-Expressionsänderungen analysiert, die in mindestens 60 % der Proben pro Expositionsgruppe nachweisbar waren. Die Ergebnisse wurden mit Daten von Proben bei Raumtemperatur + 2 °C (RT + 2 °C) (hier als Hyperthermie bezeichnet) verglichen, um eine durch Hyperthermie veränderte miRNA-Expression auszuschließen. Die Validierungsstudie mit denselben Spendern und demselben Studiendesign wurde nach einem Abstand von 2 Jahren durchgeführt. Bei der Analyse von insgesamt 667 miRNAs während der Screening-Studie wurden zwei vielversprechende miRNA-Kandidaten identifiziert, die fast doppelt so stark herunterreguliert waren und sich vollständig von der nicht exponierten Kontrollgruppe unterschieden (miR-194 bei 30 Minuten und miR-939 bei 60 Minuten). Die p-Werte überstanden sogar die Bonferroni-Korrektur für Mehrfachvergleiche ($p = 0,0007$ bzw. $p = 0,004$). Keine dieser miRNAs wurde zu einem zweiten Zeitpunkt nach der EMF-Exposition exprimiert. Nach einem alternativen Analyseansatz untersuchten wir die miRNAs, die eine erwartete signifikante Assoziation der differentiellen miRNA-Expression mit dem Dosis-Zeit-Produkt der EMF-Exposition aufwiesen, getrennt für jeden Spender. Bei den Spendern 2 und 3 wurden 11 bzw. 10 miRNA-Spezies

gefunden, die signifikant mit der EMF-Exposition assoziiert waren, was sich signifikant von den anderen Spendern unterschied, die nur eine geringe Anzahl unterschiedlich exprimierter miRNAs aufwiesen und die Spender 2 und 3 als besonders EMF-empfindlich identifizieren konnten. Die Messungen wurden nach 2 Jahren wiederholt. Die Anzahl der exprimierten/nicht exprimierten miRNAs war fast gleich (97,4 %), aber weder die Anzahl noch die zuvor differenziell exprimierten miRNAs konnten reproduziert werden. Unsere Daten unterstützen weder den Nachweis früher Veränderungen auf dem miRNA-Expressionsniveau in menschlichen Vollblutzellen nach 900 MHz EMF-Exposition noch die Identifizierung von EMF-empfindlichen Personen.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7904780/>

--

Chronische Exposition bei 2,45 GHz Mikrowellen-Strahlung verbessert die Kognition und die Beeinträchtigung der synaptischen Plastizität im Modell der vaskulären Demenz

Mahnaz Bayat, Narges Karimi, Mohammad Karami, Afshin Borhani Haghighi, Kamjoo Bayat, Somayeh Akbari, Masoud Haghani. Chronische Exposition bei 2,45 GHz-Mikrowellen-Strahlung verbessert die Kognition und die Beeinträchtigung der synaptischen Plastizität im Modell der vaskulären Demenz. *Int J Neurosci*. 2021 Feb 26;1-13. doi: 10.1080/00207454.2021.1896502.

Zusammenfassung

In dieser Studie untersuchten wir die Auswirkungen von 2,45 GHz-Mikrowellen-Strahlung auf die kognitive Dysfunktion, die durch vaskuläre Demenz (VaD) ausgelöst wurde. Die vaskuläre Demenz wurde durch einen beidseitigen Verschluss der gemeinsamen Halsschlagader (2-VO) ausgelöst. Die Ratten wurden in 4 Gruppen eingeteilt: Kontrolle (n = 6), Scheinbehandlung (n = 6), 2-VO (n = 8) und 2-VO + Wi-Fi (n = 10). Das Wi-Fi-Modem befand sich zentral in 25 cm Entfernung von den Käfigen der Tiere, und die Tiere wurden kontinuierlich dem Wi-Fi-Signal ausgesetzt, während sie sich frei im Käfig bewegten (2 h/Tag über 45 Tage). Daher nahmen die Leistungsdichte (PD) und der Wert der spezifischen Absorptionsrate (SAR) in einem Abstand von 25 bis 60 cm ab (PD = 0,018 bis 0,0032 mW/cm², SAR = 0,0346 bis 0,0060 W/Kg). Das Lernen, das Gedächtnis und die synaptische Plastizität des Hippocampus wurden mit Hilfe des Radialarm-Labyrinths (RAM), der passiven Vermeidung (PA) bzw. der Aufzeichnung des Feldpotentials untersucht. Unsere Ergebnisse zeigten, dass das VaD-Modell zu einer Beeinträchtigung der räumlichen Lern- und Gedächtnisleistung in RAM und PA führte, die mit einer Beeinträchtigung der Langzeitpotenzierung (LTP), einer Abnahme der basal-synaptischen Übertragung (BST), einer Zunahme der GABA-Übertragung und einem Rückgang der Neurotransmitter-Freisetzungswahrscheinlichkeit sowie einem Verlust von Hippocampuszellen verbunden war. Bemerkenswert ist, dass die chronische Wi-Fi-Exposition die Lern-Gedächtnis-Leistung, die LTP-Induktion und den Zellverlust signifikant wiederherstellte, ohne irgendeinen Effekt auf die BST. Die LTP-Erholung durch Wi-Fi bei den 2-VO-Ratten stand wahrscheinlich im Zusammenhang mit einer signifikanten Erhöhung der CA1-Neuronendichte im Hippocampus, einer teilweisen Erholung der Neurotransmitter-Freisetzungswahrscheinlichkeit und einer Verringerung der GABA-Übertragung, wie durch die Rettung des Paired-Pulse-Verhältnisses von 10 ms deutlich wurde.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33635159/>

--

Histopathologische und epigenetische Veränderungen im Rückenmark aufgrund von pränataler elektromagnetischer Feld-Exposition: Ein H3K27me3-bezogener Mechanismus

Ayşe İkinci Keleş, Burcu Biterge Süt. Histopathologische und epigenetische Veränderungen im Rückenmark aufgrund von pränataler elektromagnetischer Feld-Exposition: Ein H3K27me3-bezogener Mechanismus. *Toxicol Ind Health*. 2021 Feb 23. doi: 10.1177/0748233721996947.

Zusammenfassung

Die Entwicklung des Nervensystems ist eine der wichtigsten Phasen der Embryogenese. Störungen dieses entscheidenden Prozesses durch genetische und umweltbedingte Risikofaktoren führen zu Neuralrohrdefekten und anderen Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Wir untersuchten die Auswirkungen einer pränatalen Exposition bei einem elektromagnetischen 900-MHz-Feld (EMF) auf das Rückenmark. Trächtige Ratten wurden bei 900-MHz-EMF für 1 Stunde/Tag von E13,5 bis zur Geburt exponiert. Sechs Welpen aus den Kontroll- und EMF-Gruppen wurden am 32. postnatalen Tag geopfert, und die obere Thoraxregion der Wirbelsäule wurde entnommen und für histologische Verfahren aufbereitet. Für histopathologische Analysen wurde eine Hämatoxylin- und Eosinfärbung und für stereologische Analysen und die Quantifizierung der Motoneuronen eine Kresylviolett-färbung durchgeführt. Der H3K27me3-Gehalt wurde mittels Immunfluoreszenzfärbung bestimmt. Die histopathologische Analyse ergab strukturelle Veränderungen der Ependymzellen, vergrößerte Zentralkanäle sowie degenerierte und geschrumpfte Motoneuronen in der EMF-Gruppe, während das Gewebe der Kontrollgruppe ein normales Erscheinungsbild aufwies. Wir beobachteten auch eine Anreicherung von H3K27me3 in den Ependymzellen und den Motoneuronen im Rückenmark der Ratten der Kontrollgruppe, während die EMF-Gruppe nur geringe Mengen an H3K27me3-Färbung aufwies. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Verlust von H3K27me3-Signalen mit einem verringerten neuronalen Stammzellpotenzial in der EMF-Gruppe korrelieren und zu anatomischen und strukturellen Unterschieden im Rückenmark führen könnte. Diese Studie lieferte eine umfassende histopathologische Analyse des Rückenmarks nach pränataler EMF-Exposition und bot eine H3K27me3-abhängige molekulare Erklärung für die schädlichen Auswirkungen der EMF-Exposition auf die Wirbelsäule.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33620299/>

--

Eine Bewertung der genotoxischen Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung bei 900 MHz, 1800 MHz und 2100 MHz mit einem SMART Assay in *Drosophila melanogaster*

Merve Gunes, Kayhan Ates, Burcin Yalcin, Sibel Akkurt, Sukru Ozen, Bulent Kaya. Eine Bewertung der genotoxischen Wirkungen von elektromagnetischer Strahlung bei 900 MHz, 1800 MHz und 2100 MHz mit einem SMART Assay in *Drosophila melanogaster*. *Electromagn Biol Med*. 2021 Feb 24;1-10. doi: 10.1080/15368378.2021.1878210.

Zusammenfassung

Mit der Entwicklung der heutigen Technologie nimmt auch die elektromagnetische Strahlung, die von Mobiltelefonen und Basisstationen ausgeht, rapide zu, was zu ernsthaften Bedenken hinsichtlich der Umwelt und der menschlichen Gesundheit führt. Der Modellorganismus *Drosophila* wird häufig für genetisch-toxikologische Studien verwendet, da sein Genom den bei menschlichen Krankheiten identifizierten Genen sehr ähnlich ist. In dieser Studie wurden die genotoxischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung mit dem Wing Somatic Mutation and Recombination Test (SMART) in *Drosophila melanogaster* bei 900 MHz, 1800 MHz und 2100 MHz untersucht. Die SMART-Methode basiert auf der Beobachtung genetischer Veränderungen, die in den Trichomen der *Drosophila*-Flügel auftreten und unter dem Mikroskop als Mutationsklone sichtbar werden. Während der gesamten Studie wurden die Gesamtparameter der Klone bewertet, indem die *Drosophila*-Larven zwei, vier und sechs Stunden pro Tag für zwei Tage elektromagnetischen Feldern ausgesetzt wurden. Als Ergebnis der Studie wurde festgestellt, dass die Anzahl der mutierten Klone im Vergleich zur negativen Kontrollgruppe bei allen Anwendungen statistisch erhöht war, außer bei der sechsstündigen Anwendung bei 1800 MHz.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33622140/>

Schlussfolgerung

... Zusammenfassend enthält dieser Artikel Daten über die Exposition von *Drosophila*-Larven gegenüber HF-EMR bei 900 MHz, 1800 MHz und 2100 MHz zur Bewertung der Genotoxizität mit Hilfe des SMART-Tests. Auch wenn die Ergebnisse des sechsstündigen Experiments bei 1800 MHz keine statistische Signifikanz zeigten, zeigten die übrigen Ergebnisse, dass die Anzahl der mutierten Klone im Vergleich zur negativen Kontrollgruppe erhöht war. Außerdem zeigten die experimentellen Ergebnisse, dass die Auswirkungen von RF-EMR von dem exponierten elektrischen Feld, der Frequenz und dem Abstand zwischen *D. melanogaster* und der Antenne abhängen.

Studien haben gezeigt, dass EMR verschiedene Arten von Krebs auslösen und DNA-Schäden verursachen können (Brainard et al. 1999; Hardell und Sage 2008; Phillips et al. 2009). Darüber hinaus gibt es experimentelle Studien zur Erzeugung von ROS, die keine signifikanten Ergebnisse bei der Apoptose gezeigt haben (Hou et al. 2015). Obwohl Studien gezeigt haben, dass EMR eine genotoxische Wirkung hat, wurden auch gegenteilige Ergebnisse beobachtet (Liu et al. Es gibt Widersprüche in den Studien über die biologischen Auswirkungen von EMR (Lonn et al. 2005; Cao et al. 2009). Dies deutet darauf hin, dass verschiedene Zelllinien oder unterschiedliche Systeme zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Unseres Wissens ist dies die erste Studie, in der die genotoxischen Wirkungen von 900 MHz, 1800 MHz und 2100 MHz Hochfrequenz in *D. melanogaster* untersucht wurden. Heute sind umfangreiche Studien erforderlich, um die Toxizität von HF-EMF nachzuweisen (Vila et al. 2018).

--

Genotoxizität von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern: Protokoll für eine systematische Überprüfung von in vitro Studien

Stefania Romeo, Olga Zeni, Anna Sannino, Susanna Lagorio, Mauro Biffoni, Maria Rosaria Scarfi. Genotoxizität von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern: Protokoll für eine systematische Überprüfung von in vitro Studien. Environ Int. 2021 Jan 21;148:106386. doi: 10.1016/j.envint.2021.106386.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die Exposition gegenüber hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (RF-EMF, 100 kHz - 300 GHz), die von drahtlosen Kommunikationstechnologien ausgehen, ist allgegenwärtig und allgegenwärtig. Es wurde Besorgnis über mögliche schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit geäußert. Im Jahr 2011 stuft die Internationale Agentur für Krebsforschung HF-EMF als möglicherweise krebserregend für den Menschen ein, wobei sie betonte, dass die Beweise schwach und bei weitem nicht schlüssig sind. Es fehlen aktuelle systematische Übersichten der wissenschaftlichen Literatur zu diesem Thema, insbesondere zu mechanistischen Studien.

Zielsetzungen: Entwicklung eines Protokolls für eine systematische Überprüfung von experimentellen Studien, die genotoxische Wirkungen von RF-EMF in zellulären In-vitro-Modellen untersuchen. Genotoxizität ist einer der wichtigsten biologischen Indikatoren für Karzinogenität und das häufigste Merkmal von etablierten Karzinogenen. Die vordefinierten Verfahren zur Durchführung der systematischen Überprüfung werden im Folgenden beschrieben.

Methoden: Wir werden die vom National Toxicology Program-Office of Health Assessment and Translation (NTP-OHAT) entwickelten Leitlinien befolgen, die für die Bewertung von In-vitro-Studien angepasst wurden.

Kriterien für die Eignung: Wir werden nur experimentelle in vitro Studien einbeziehen, die sich mit dem Zusammenhang zwischen kontrollierter Exposition gegenüber RF-EMF und Genotoxizität in Säugetierzellen befassen. Es werden nur Artikel mit Peer-Review berücksichtigt, die über Ergebnisse von Primärstudien berichten.

Informationsquellen: Wir werden die wissenschaftlichen Literaturdatenbanken NCBI PubMed, Web of Science und EMF-Portal durchsuchen. Es wird kein Filter auf das Veröffentlichungsdatum angewendet. Es werden nur in englischer Sprache veröffentlichte Studien berücksichtigt. Die Referenzlisten der eingeschlossenen Arbeiten und der verfügbaren Übersichten werden auf nicht identifizierte relevante Arbeiten überprüft. Die Referenzen werden mit der Software Endnote X9 verwaltet.

Datenextraktion und Synthese der Ergebnisse: Die Daten aus den eingeschlossenen Arbeiten werden anhand von vordefinierten Formularen extrahiert. Die Heterogenität der verfügbaren Evidenz bestimmt die Art der Evidenzsynthese, die angemessen ist. Die Ergebnisse werden in Tabellen, grafischen Darstellungen und in einer narrativen Synthese der verfügbaren Evidenz zusammengefasst. Eine Meta-Analyse wird durchgeführt, wenn Untergruppen von Studien identifiziert werden, die in Bezug auf Expositionsmerkmale, Endpunkt und Zelltypen homogen sind.

Risiko der Verzerrung: Die interne Validität der eingeschlossenen Studien wird mit Hilfe des NTP-

OHAT Risk of Bias Rating Tool für Tierstudien bewertet, das für In-vitro-Studien angepasst wurde. Diese Phase des Prozesses wird von der Health Assessment Workspace Collaborative (HAWC) geleitet.

Bewertung der Evidenz: Um das Vertrauen in die Evidenz zu bewerten, werden wir den GRADE-basierten Ansatz des OHAT für Tierstudien verwenden.

Rahmen und Finanzierung: Dieses Protokoll bezieht sich auf einen der Evidenzströme, die in einer größeren systematischen Überprüfung der wissenschaftlichen Literatur über die potenzielle Karzinogenität von RF-EMF betrachtet werden, die von Wissenschaftlern mehrerer italienischer öffentlicher Forschungseinrichtungen durchgeführt wird. Das Projekt wird von der italienischen Arbeitsschutzbehörde (INAIL) im Rahmen der CRA mit dem Istituto Superiore di Sanità "BRIC 2018/06 - Scientific evidence on the carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields" unterstützt.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33486297/>

--

Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Verschmutzung auf wirbellose Tiere, einschließlich Bestäuber wie Honigbienen: Was wir wissen, was wir nicht wissen und was wir wissen müssen

Friesen M, Havas M. 2020. Auswirkungen nicht-ionisierender elektromagnetischer Strahlung auf wirbellose Tiere, einschließlich Bestäuber wie Honigbienen: What We Know, What We Don't Know, and What We Need to Know." Seiten 127-138 in Working Landscapes. Proceedings of the 12th Prairie Conservation and Endangered Species Conference, February 2019, Winnipeg, Manitoba. Edited by D. Danyluk. Critical Wildlife Habitat Program, Winnipeg, Manitoba. <http://pcesc.ca/media/45404/final-2019-pcesc-proceedings.pdf>.

Abstrakt

Wirbellose Tiere, darunter auch Bestäuber wie Honigbienen, können durch nicht-ionisierende elektromagnetische Strahlung (EMR) geschädigt werden. Zu den Quellen, die zu einer häufigen EMR-Exposition in der Umwelt beitragen, gehören Antennen (Handys, Rundfunk und Radar), Kommunikationssatelliten und Stromleitungen. Bei Honigbienen und anderen wirbellosen Tieren wurden nachteilige biochemische Veränderungen und Desorientierung festgestellt. In Feldstudien wurden Veränderungen in der Häufigkeit und Zusammensetzung der wichtigsten Bestäubergruppen (Wildbienen, Schwebfliegen, Bienenfliegen, Käfer und Wespen) festgestellt, die auf die Emissionen von Telekommunikationstürmen zurückgeführt werden. Wir werfen einen genauen Blick auf die biologischen Auswirkungen von EMR auf wirbellose Tiere, die in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben werden, und werfen einen allgemeinen Blick auf die Erkenntnisse aus Studien über Pflanzen, Vögel, Menschen und andere Tiere (Haus-, Labor- und Wildtiere). Wir erörtern mögliche Auswirkungen übermäßiger elektromagnetischer Verschmutzung auf Ökosysteme und zeigen Wissenslücken auf und was wir wissen müssen, bevor mehr elektromagnetische Verschmutzung in die Umwelt eingebracht wird, insbesondere in Form von 5G.

Einführung

Wirbellose Tiere (Tiere ohne Rückgrat) sind wichtige Bestandteile der meisten Ökosysteme. Insekten sind für die Integrität vieler Ökosysteme von entscheidender Bedeutung, unter anderem als Bestäuber. Honigbienen spielen eine Rolle bei der Bestäubung von Haus- und Wildpflanzen und werden häufig als Bioindikatoren und als "Modell" zur Untersuchung von Umweltproblemen verwendet. Der weltweite Rückgang der Bestäuber ist äußerst besorgniserregend, und es werden Anstrengungen unternommen, um die Ursachen zu ermitteln (Potts et al. 2010; Sánchez-Bayo und Wyckhuys 2019). Ein Faktor, der nicht weithin in Betracht gezogen wird, ist die mögliche Rolle der anthropogenen elektromagnetischen Strahlung (EMR).

Elektromagnetische Felder (EMF) sind unsichtbare elektrische und magnetische Kraftfelder. Alle lebenden Organismen haben sich in den natürlichen EMF der Erde entwickelt und sind auf sie angewiesen, um zu leben. Zu den natürlichen Quellen gehören das statische Magnetfeld der Erde und die statische Elektrizität, einschließlich der Ladungsunterschiede zwischen Wolken und Erde, die zu Blitzen führen können. Elektromagnetische Strahlung (EMR) entsteht, wenn sich Felder verändern.

Anthropogene (vom Menschen verursachte, künstliche) EMR-Quellen werden manchmal auch als elektromagnetische Verschmutzung oder Elektrosmog bezeichnet. Die wichtigsten Frequenzbereiche, die in diesem Artikel von Interesse sind, sind: 1) extrem niedrige Frequenzen (ELF) von 50/60 bis 90 Hz, die von Quellen wie Stromleitungen und Gebäudeverkabelung ausgehen; und 2) Hochfrequenzstrahlung (RFR) von 700 MHz bis 6 GHz, die üblicherweise für Geräte wie Mobiltelefone, Radio und Fernsehen und deren unterstützende Infrastruktur, z. B. Mobilfunkmasten, Antennen auf Gebäuden und Kommunikationssatelliten im Orbit, verwendet wird. Erörtert werden auch Frequenzen über 6 GHz, die derzeit für 5G (5. Generation) für eine schnellere und umfassendere Konnektivität, einschließlich des "Internets der Dinge", entwickelt und eingesetzt werden.

<http://pcesc.ca/media/45404/final-2019-pcesc-proceedings.pdf>

--

Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMF) auf die Androgensynthese und -freisetzung aus dem Endometrium von Schweinen während der fötalen Periimplantationsperiode

Wiktorija Kozłowska, Ewa Monika Drzewiecka, Agata Zmijewska, Anna Koziorowska, Anita Franczak. Auswirkungen elektromagnetischer Felder (EMF) auf die Androgensynthese und -freisetzung aus dem Endometrium von Schweinen während der fötalen Periimplantationsperiode. Anim Reprod Sci. 2021 Jan 21;226:106694. doi: 10.1016/j.anireprosci.2021.106694.

Zusammenfassung

Ein elektromagnetisches Feld (EMF) kann Auswirkungen auf die weibliche Fortpflanzung haben. Diese Studie wurde durchgeführt, um zu bestimmen, ob EMF [50 und 120 Hz, 2 und 4 Stunden Inkubation in An- oder Abwesenheit von Progesteron (P4, 10-5 M)] die Androgen-Synthese und -Freisetzung aus dem Schweine-Endometrium beeinflusst. Endometriumscheiben wurden von Schweinen (n = 5) während der fötalen Periimplantationsperiode (d.h. an den Tagen 15-16 der Trächtigkeit) entnommen

und in vitro mit EMF behandelt. Die ausgewählten Endometriumscheiben wurden mit P4 behandelt, um festzustellen, ob dieses Hormon Auswirkungen auf den Schutz des Gewebes vor EMF-Strahlung hat. Die mRNA-Transkriptionshäufigkeit von CYP17A1 und HSD3B1, die Steroid-17 α -Hydroxylase/17,20-Lyase (Cytochrom P450c17) und die Proteinhäufigkeit von Hydroxy- Δ 5-Steroid-Dehydrogenase/3 β und Steroid- Δ -Isomerase (3 β HSD) wurden mittels Real-Time PCR bzw. Western Blot untersucht. In den Medien, die nach der Inkubation gesammelt wurden, wurden die Konzentrationen von Androstendion (A4) und Testosteron (T) mit einem RIA quantifiziert. Wurde dem Kulturmedium P4 zugesetzt, hatte die EMF-Bestrahlung nach 2 und 4 Stunden Inkubation unterdrückende Auswirkungen auf die endometriale T-Freisetzung, wenn die EMF-Behandlung stattfand, und erhöhte die A4-Freisetzung nach 4 Stunden Inkubation mit EMF bei 120 Hz. Ohne P4 war die Freisetzung von A4 nach 2 Stunden EMF-Behandlung bei 120 Hz und nach 4 Stunden EMF-Behandlung bei 50 und 120 Hz verringert. Progesteron hatte keine Funktionen, die das Endometrium von Schweinen gegen EMF-Strahlung während der fötalen Periimplantationszeit schützten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33486154/>

--

Veränderungen der Verhaltensparameter von Honigbienen unter dem Einfluss des E-Feldes bei 50 Hz und variabler Intensität

Paweł Migdał, Agnieszka Murawska, Paweł Bieńkowski, Ewelina Berbeć, Adam Roman.
Veränderungen der Verhaltensparameter von Honigbienen unter dem Einfluss des E-Feldes bei 50 Hz und variabler Intensität. *Animals (Basel)*. 2021 Jan 20;11(2):E247. doi: 10.3390/ani11020247.

Zusammenfassung

EM-Felder stammen sowohl aus natürlichen als auch aus anthropogenen Quellen. Ziel dieser Studie war es, die Veränderungen der Verhaltensparameter von Honigbienen unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes mit 50 Hz und variabler Intensität zu untersuchen. Die Bienen wurden 1 h, 3 h oder 6 h lang den folgenden künstlichen E-Feld-Intensitäten ausgesetzt: 5,0 kV/m, 11,5 kV/m, 23,0 kV/m, oder 34,5 kV/m. Die Bienen der Kontrollgruppe standen unter dem Einfluss eines E-Feldes <2,0 kV/m. Für die Bienenbeobachtung wurden sechs grundlegende Verhaltensweisen ausgewählt (Laufen, Putzen, Fliegen, Stillstand, Kontakt zwischen Individuen und Flügelbewegungen). Unsere Forschung zeigt den Einfluss der Expositionszeit auf die Verhaltensänderung innerhalb der Gruppen. Eine Expositionszeit von 3 Stunden führte zu einer Verringerung der Zeit, die die Bienen für das Verhalten aufwandten, und der Anzahl des Auftretens. Nach 6 Stunden stiegen die Parameter innerhalb der Gruppen an, wie es auch bei der Exposition von 1 Stunde der Fall war. Dies könnte darauf hindeuten, dass es eine Verhaltensbarriere gibt, die eine Normalisierung des Musters für eine gewisse Zeit ermöglicht.

Frei zugängliches Papier: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/2/247>

--

Die Wirkung eines anthropogenen Magnetfelds auf die frühen Entwicklungsstadien von Fischen - ein Überblick

Krzysztof Formicki, Agata Korzelecka-Orkisz, Adam Tański. Die Wirkung eines anthropogenen Magnetfeldes auf die frühen Entwicklungsstadien von Fischen - ein Überblick. Int J Mol Sci. 2021 Jan 26;22(3):1210. doi: 10.3390/ijms22031210.

Zusammenfassung

Die Zahl der Quellen anthropogener magnetischer und elektromagnetischer Felder, die von verschiedenen Unterwassereinrichtungen, Industrieanlagen und Übertragungsgeräten in der aquatischen Umwelt erzeugt werden, nimmt zu. Diese haben Auswirkungen auf eine Reihe von Lebensprozessen von Fischen, vor allem aber auf die frühen Entwicklungsstadien. Das Ausmaß dieser Auswirkungen hängt von der Feldstärke und der Dauer der Exposition ab und ist artspezifisch. Wir geben einen Überblick über Studien zur Wirkung von Magnetfeldern auf den Verlauf der Embryogenese, insbesondere auf das Überleben, die Größe der Embryonen, die embryonale Motorik, Veränderungen der Pigmentzellen, die Atmung, das Schlüpfen und die Richtungsreaktionen. Wir beschreiben auch die Wirkung von Magnetfeldern auf die Spermienmotilität und die Aktivierung der Eizellen. Magnetfelder können positive Wirkungen ausüben, wie im Fall der erheblichen Erweiterung der Aktivierungsfähigkeit von Spermien, oder einen negativen Einfluss in Form einer Störung der Herzfrequenz oder einer Entwicklungsinstabilität von Innenohrorganen haben.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33530555/>

--

Exposition bei 50 Hz extrem niederfrequenten Magnetfeldern induziert keine DNA-Schäden in Zellen durch Gamma H2AX Technologie

Ye Lv, Shuchang Chen, Bing Zhu, Hong Xu, Shanshan Xu, Weiyan Liu, Yunyun Shen, Qunli Zeng. Exposition bei 50 Hz extrem niederfrequenten Magnetfeldern induziert keine DNA-Schäden in Zellen durch Gamma H2AX Technologie. Biomed Res Int. 2021 Feb 15;2021:8510315. doi: 10.1155/2021/8510315.

Abstrakt

Die aktuellen Ergebnisse zu extrem niederfrequenten Magnetfeldern (ELF-MF) auf DNA-Schäden sind noch umstritten. Ein empfindlicher Indikator und systematische Forschung sind erforderlich, um die Auswirkungen von ELF-MF zu bewerten. In dieser Studie verwendeten wir γ H2AX als einen frühen und empfindlichen molekularen Marker, um die Auswirkungen von ELF-MF auf die DNA-Schädigung in vitro zu bewerten. Menschliche Amnion-Epithelzellen (FLs), menschliche Haut-Fibroblasten-Zellen (HSFs) und menschliche Nabelvenen-Endothelzellen (HUVECs) wurden bei 50 Hz ELF-MF bei 0,4, 1 und 2 mT für 15 min, 1 h bzw. 24 h exponiert. Nach der Exposition wurden die Zellen einer γ H2AX-Immunofluoreszenz und einem Western Blot unterzogen. Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Unterschied in der durchschnittlichen Anzahl der Foci pro Zelle, dem Prozentsatz der γ H2AX-Foci-

positiven Zellen oder der Expression von γ H2AX zwischen der Schein- und der 50 Hz ELF-MF-Expositionsgruppe ($P > 0,05$). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass 50 Hz ELF-MF keine DNA-Schäden in FLs, HSFs oder HUVECs induzierte, was unabhängig von der Intensität oder Dauer der Exposition war.

Frei zugängliches Papier: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7899753/>

--

Statisches Magnetfeld induziert Abnormalität des Glukosestoffwechsels im Gehirn von Ratten und führt zu angstähnlichem Verhalten

Tang Shuo, Ye Yumeng, Yang Leilei, Hao Yanhui, Yu Chao, Yan Hua, Xing Yuan, Jia Zhaoqian, Hu Cuicui, Zuo Hongyan, Li Yang. Statisches Magnetfeld induziert eine Abnormalität des Glukosestoffwechsels im Gehirn von Ratten und führt zu angstähnlichem Verhalten. J Chem Neuroanat. 2021 Feb 4;101923. doi: 10.1016/j.jchemneu.2021.101923.

Zusammenfassung

In dieser Studie wurden vierundfünfzig männliche Wistar-Ratten nach dem Zufallsprinzip in vier Gruppen entsprechend der Intensität des statischen Magnetfeldes (SMF) eingeteilt, nämlich in die Kontrollgruppe, die Gruppe mit niedriger Intensität, die Gruppe mit mittlerer Intensität und die Gruppe mit hoher Intensität. Der ganze Körper der Ratten wurde bei einer supraleitenden Magnet-Expositionsquelle exponiert. Die Expositions-SMF-Intensität für die Gruppen mit niedriger, mittlerer und hoher Intensität betrug 50 m T, 100 m T bzw. 200 m T, und die Expositionszeit betrug 1 h/Tag für 15 aufeinanderfolgende Tage. Nach den verschiedenen Expositionszeiten wurde der Glukose-Stoffwechsel im Gehirn der Ratten durch Mikro-Positronen-Emissions-Tomographie (Mikro-PET) bewertet und die Expression von Hexokinase 1 (HK1) und 6-Phosphat-Fruktokinase-1 (PFK1) wurde durch Western Blot nachgewiesen. Die Erkundungs- und Fortbewegungsfähigkeiten der Ratten wurden durch die Durchführung eines Freilandtests (OFT) bewertet. Darüber hinaus wurden pathologische Veränderungen im Gehirn der Ratten unter dem Mikroskop mittels Hämatoxylin-Eosin-Färbung untersucht. Die PET-Ergebnisse zeigten, dass SMF mittlerer Intensität fluktuierende Veränderungen des Glukosestoffwechsels im Gehirn der Ratten hervorrufen konnten, wobei die Anomalien von der SMF-Intensität abhängig waren. Die Expression der beiden geschwindigkeitsbeschränkenden Enzyme HK1 und PFK1 im Glukosestoffwechsel des Gehirns nahm nach SMF-Exposition signifikant ab. Der OFT zeigte, dass die Gesamt-Distanz, die Umgebungs-Distanz, die Aktivitäts-Zeit sowie die Steig- und Stehzeiten nach der SMF-Exposition signifikant abnahmen. Die wichtigsten pathologischen Veränderungen im Gehirn waren Pyknose, Ödeme der Neuronen und eine leichte Erweiterung des perivaskulären Raums, die nach 15-maliger Exposition auftraten. Diese Studie deutet darauf hin, dass eine SMF-Exposition zu einem abnormalen Glukose-Stoffwechsel im Gehirn führen könnte und zu angstähnlichem Verhalten.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33549700/>

--

Drehungspräferenz bei Hunden: Norden zieht an, Süden stößt ab

Jana Adámková, Kateřina Benediktová, Jan Svoboda, Luděk Bartoš, Lucie Vynikalová, Petra Nováková, Vlastimil Hart, Michael S Painter, Hynek Burda. Drehungspräferenz bei Hunden: Norden zieht an, Süden stößt ab. PLoS One. 2021 Jan 28;16(1):e0245940. doi: 10.1371/journal.pone.0245940.

Zusammenfassung

Es wurde bereits gezeigt, dass Hunde, wenn sie zwischen zwei Tellern mit Snacks wählen, die links und rechts vor ihnen stehen, es vorziehen, sich entweder im oder gegen den Uhrzeigersinn oder zufällig in beide Richtungen zu drehen. Diese Vorliebe (oder Nichtvorliebe) ist in allen Versuchen individuell konsistent, aber sie ist zugunsten des Nordens verzerrt, wenn sie zwischen Tellern wählen, die im Norden und Osten oder im Norden und Westen positioniert sind, ein Phänomen, das als "pull of the north" bezeichnet wird. Hier haben wir diese Experimente in Innenräumen, in Magnetspulen, unter natürlichem Magnetfeld und unter einem um 90° im Uhrzeigersinn verschobenen Magnetfeld wiederholt. Wir konnten nachweisen, dass die "Nordverschiebung" auch in einer Umgebung ohne jegliche Anhaltspunkte im Freien auftrat und dass der magnetische (und nicht der topografische) Norden den Effekt auslöste. Die detaillierte Analyse zeigt, dass das Phänomen auch eine "Abstoßung des Südens" beinhaltet. Die Rechtsdrehungspräferenz der rechtspräferierenden Hunde ist in der S-W-Kombination stärker ausgeprägt, während die Linksdrehungspräferenz der linkspräferierenden Hunde in der S-E-Kombination stärker ausgeprägt ist. Auf diese Weise werden die nach Süden ausgerichteten Gerichte weniger häufig gewählt als zu erwarten wäre, während die nach Norden ausgerichteten Gerichte offenbar stärker bevorzugt werden. Die Präferenz für das Wenden korrelierte nicht mit der motorischen Pfotenlateralität (Kong-Test). In Anbetracht der Tatsache, dass die Wahl eines Tellers visuell gesteuert wird, gehen wir davon aus, dass die Drehpräferenz durch das dominante Auge bestimmt wird, so dass ein dominantes rechtes Auge zu einer Drehung im Uhrzeigersinn und ein dominantes linkes Auge zu einer Drehung gegen den Uhrzeigersinn führt. Unter der Annahme, dass die Magnetwahrnehmung bei Hunden auf dem Radikalpaar-Mechanismus beruht, ist ein "Interessenkonflikt" zu erwarten, wenn das dominante Auge die Drehung von Norden weg lenkt, das kontralaterale Auge jedoch "den Norden sieht", der im Allgemeinen attraktiv wirkt und die Ausrichtung des Körpers entlang der Nord-Süd-Achse fördert.

Frei zugängliches Papier: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0245940>

--

HF-EMR sind gut dokumentiert. Im Moment müssen drahtlose Technologien so weit wie möglich vermieden werden. Neue und innovative kabelgebundene Lösungen, die das gleiche Maß an Benutzerfreundlichkeit bieten, sollten gefördert werden. Das Eingreifen von Regierungen und medizinischen Einrichtungen mit dem Hauptziel, die menschliche Gesundheit zu schützen, ist von äußerster Wichtigkeit, um eine gute wirtschaftliche Entwicklung zu gewährleisten, ohne die Gesundheit der Bevölkerung zu gefährden. Die Länder müssen die von den medizinischen Gremien vorgeschlagenen Leitlinien übernehmen, die sowohl die thermischen als auch die nichtthermischen

Auswirkungen der EMR berücksichtigen. Gegenwärtig muss jeder Einzelne Präventiv- und Schutzmaßnahmen ergreifen, um sich vor schädlicher EMR-Exposition zu schützen.

Frei zugängliches Papier: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9016183>

--