

Gehirn. Verminderte Konzentration an Antioxidantien ergibt erhöhte Lipidperoxidation. Eine Erklärung für die geringere Konzentration der Gesamt-Antioxidantien bei den exponierten Ratten kann der erhöhte Verbrauch von Antioxidantien für das Abfangen der freien Radikale sein.

Die Glutathion-S-Transferase (GST) ist ein Entgiftungsenzym, das hauptsächlich in der Zellflüssigkeit (Zytosol) aktiv ist. Die Ergebnisse hier – niedrig in Hippocampus und Amygdala – können auf die Verminderung der Antioxidans-Verteidigung hindeuten. So kann die RF-Strahlung dort durch das Ungleichgewicht zwischen ROS-Produktion und Abwehr zu erhöhter Anfälligkeit für andere Gifte in den Zellen der verschiedenen Hirnregionen führen. Neuronen sind stark abhängig von oxidativer Phosphorylierung zur Energiegewinnung und das macht sie verletzlich gegenüber oxidativem Stress als andere Zellen. Der Stoffwechsel im Gehirn ist extrem hoch und es gibt einen hohen Bedarf an Sauerstoff, wobei etwa 2 % des Sauerstoffs in Superoxid-Anion-Radikale ($O_2^{\cdot-}$) und Wasserstoffperoxid umgewandelt werden. Die in dieser Studie angewandte Bestrahlung kann das Oxidans-Antioxidans-Gleichgewicht verschoben und den oxidativen Stress verursacht haben.

Diese Studie unterscheidet sich von anderen, weil hier das Ausmaß des oxidativen Stresses durch die RF-Strahlung in den verschiedenen Hirnregionen gemessen wurde. Das signifikant veränderte Oxidans-Antioxidans-Ungleichgewicht in der Hirnrinde des Frontallappens und in der Amygdala bedeutet, dass die Hirnregionen betroffen sind, die die gesamte Gefühlsebene regulieren, von Freude bis Trauer, Mitleid bis Ablehnung. Der oxidative Stress kann somit Auswirkungen auf das Verhalten und auf Lern- und Erinnerungsprozesse haben, er könnte neurodegenerative Erkrankungen beschleunigen und es könnten DNA, Fette, Zucker und Proteine oxidiert und geschädigt werden, was zu Störungen in den Zellfunktionen führt bis hin zum Zelltod. Auch Tumorwachstum könnte beschleunigt werden. Die Wirkungsmechanismen sind noch nicht bekannt, sie können thermischer, nicht-thermischer oder spezifischer anderer Art sein, oder es sind kumulative Wirkungen der Strahlung, die die Hirnfunktionen beeinflussen. Es gibt viele Veröffentlichungen mit veränderten Enzymaktivitäten und anderen Parametern, deshalb sollte es Vorsorgemaßnahmen zur Reduktion der ständigen chronischen Exposition durch Mobiltelefone und andere RF-Geräte geben.

Das Verhalten der Tier in der bestrahlten Gruppe wurde auch untersucht und es wurden Veränderungen festgestellt, die aber in einer anderen Veröffentlichung beschrieben werden (Narayanan SN, Kumar RS, Paval J, Kedage V, Bhat MS, Nayak S, Bhat PG (2013): Analysis of emotionality and locomotion in radio-frequency electromagnetic radiation exposed rats. *Neurological Sciences* 34, 1117–1124).

Quelle:

Narayanan SN, Kumar RS, Kedage V, Nalini K, Nayak S, Bhat PG (2014): Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation. *Bratislavské Lekárske Listy (Bratislava Medical Journal)* 115 (5), 260–266; DOI: 10.4149/BLL_2014_054

Niederfrequenzwirkung auf das Gehirn

Wirkung von 50-Hz-Feldern auf die Entwicklung der Hirnrinde

Wenn ungeborene Mäuse 50-Hz-Magnetfeldern ausgesetzt sind, erhöhen sich die Konzentrationen der beiden Proteine Reelin und Dab1, die an der Wanderung der Nervenzellen

an ihren Bestimmungsort beteiligt sind. Die Magnetfelder könnten Auswirkungen auf die Wanderung der Neuronen und damit auf die Entwicklung der Hirnrinde haben.

Die Entwicklung des Gehirns ist gekennzeichnet durch Wachstum (Vermehrung) und Wanderung der neu gebildeten Nervenzellen aus dem Keimepithel. Nervenzellen (Neuronen) und Stützzellen (Gliazellen) wandern entlang bestimmter Faserglia zur Peripherie und bilden die Großhirnrinde. Dort wird neben anderen Proteinen eines namens Reelin abgesondert. Für eine regelrechte Funktion der Hirnrinde ist eine korrekte Wanderung der Neuronen während der Entwicklung und auch im erwachsenen Gehirn nötig. An der Wanderung von Neuronen ist das Protein Reelin zusammen mit dem regulatorischen Protein Dab1 beteiligt. Reelin reguliert die radiale Glia-Wanderung der Neuronen in der sich entwickelnden Hirnrinde und aktiviert dabei das intrazelluläre Adapterproteins Dab1 ein. Ohne die beiden Proteine wandern die Zellen zwar auch, aber ungerichtet. Aus Experimenten weiß man, dass veränderte Konzentrationen von Reelin in Gehirn und Blut neurologische Störungen zur Folge haben. Zur Klärung der Rolle von Reelin und Dab1 wurden 30 trächtige Mäuse in 3 Gruppen eingeteilt: Käfigkontrolle, Scheinbehandlung und EMF-Gruppe. Die EMF-Gruppe bekam 1 mT eines 50-Hz-Magnetfeldes, 5 Stunden/Tag an 3 aufeinander folgenden Tagen mit Beginn am 15. Tag der Schwangerschaft. Die Experimente wurden dreimal unabhängig wiederholt. Am 18. Tag wurden den Tieren sofort nach der letzten Befeldung die 156 Feten entnommen (Kontrolle 42, Scheinbefeldung 48 und EMF-Gruppe 56 Feten) und deren Großhirne untersucht auf den Gehalt an Gesamtprotein, Reelin und Dab1. Bei der Menge des Gesamtproteins gab es fast keine Unterschiede zwischen den 3 Gruppen (0,9–0,93 g/l). Die Produktion von Reelin war in der EMF-Gruppe signifikant erhöht um mehr als das Doppelte, während Kontrolle und Scheinbefeldung sich kaum unterschieden. Bei Dab1 war der Unterschied zwischen Kontrolle und Scheinbefeldung ebenfalls minimal, in der EMF-Gruppe aber fast 5-fach erhöht.

Dab1 ist eine unbedingt benötigte Komponente des Reelin-Stoffwechselweges. Wenn die Reelin-Funktion ausfällt, können die Neuronen nicht richtig an ihren Bestimmungsort wandern. Man nimmt an, dass das Reelin Signale zur ständigen Reorganisation des Zellskeletts gibt. Reelin könnte als Stopp-Signal für die radial wandernden Neuronen fungieren. Die signifikante Erhöhung von Reelin und Dab1 in den EMF-behandelten Großhirnen kann zu Veränderungen in der Wanderung der Nervenzellen führen und dadurch könnte die Entwicklung der Hirnrinde gestört werden.

Quelle:

Hemmati M, Mashayekhi F, Firouzi F, Ashori M, Mashayekhi H (2014): Effects of electromagnetic fields on Reelin and Dab1 expression in the developing cerebral cortex. *Neurological Sciences* 35, 1243–1247; DOI 10.1007/s10072-014-1690-z

Niederfrequente Magnetfelder

Magnetfelder rufen oxidative Reaktionen in Zellen hervor

Diese Arbeit versucht eine Eingruppierung der In-vitro-Experimente in Zelltyp, Expositionsbedingungen, Zellreaktionen u. a. zur oxidativen Wirkung niederfrequenter Magnetfelder, vor allem, ob es Reaktionen gab, also positive oder negative Ergebnisse. Niederfrequente Magnetfelder haben eine Wirkung auf den oxidativen Status in Zellen von

Säugetieren, am stärksten bei 1 mT oder darüber, aber auch bei 100 μ T und darunter. Die Wirkungen findet man bei allen Zellarten, unabhängig von Modulation, Feldstärke und Expositionsdauer.

Die IARC hat die Kategorie „möglicherweise Krebs erregend für den Menschen“ aufgrund von epidemiologisch errechneten Risiken für Kinderleukämie bei chronischer Einwirkung oberhalb von 0,3–0,4 μ T festgelegt, nicht durch Ergebnisse von Tierexperimenten, und es sind auch keine Wirkungsmechanismen bekannt. Experimente zur ROS-Produktion im Zusammenhang mit Feldern wurden oft durchgeführt, im Übermaß kann das zu DNA- oder Proteinschädigung führen. Das könnte ein Mechanismus der Magnetfeldwirkung sein. Einbezogen wurden 41 Literaturzitate aus PubMed und EMF-Portal, einige Studien wurden ausgeschlossen. Von den 29 Zellarten, die meistens bei 50/60 Hz untersucht worden waren, hatten die meisten (36/41) ein positives Ergebnis, davon bei Immunzellen 22 von 24 und bei den anderen Zellarten 14 von 18. In der Frequenz-Gruppe gab es 34 Arbeiten zu unmodulierten Feldern, davon waren 29 positiv und 5 negativ. Zu modulierten Magnetfeldern gab es nur 8 Arbeiten, davon 7 mit positivem Ergebnis und eine mit „no effect“. Bezüglich der Expositionsdauer hatten 49 Arbeiten von 69 ein positives oxidatives Ergebnis.

DISK: Am deutlichsten ist das durch epidemiologische Studien errechnete Risiko für Kinderleukämie bei höheren Magnetfeldern im Wohnumfeld, ohne dass ein Mechanismus dafür bekannt wäre. Als Interpretation gibt es 2 Möglichkeiten: Es gibt keinen ursächlichen Zusammenhang zwischen Langzeitexposition und chronischen Krankheiten wie Krebs oder die Experimente, die Mechanismen aufzeigen können, sind noch nicht gemacht worden. Die oft gefundene Wirkung auf das oxidative Gleichgewicht, die Homöostase der freien Radikale, könnte ein Grund für die Entwicklung von Krankheiten sein. Deshalb wurde die Hypothese aufgestellt, dass Magnetfelder oxidative Reaktionen in Zellkulturen von Säugern auslösen. Es ist aufgrund der komplexen biologischen Abläufe nicht einfach, die vorhandenen Daten zu sortieren und zu deuten, so dass eine systematische Gruppierung vorgenommen wurde. Danach hat die Mehrheit der Studien positive Korrelationen für Zellart, Einwirkdauer und Feldstärken. Die meisten Experimente verwendeten 1 mT oder höher, da zeigten fast alle Zellarten oxidative Reaktionen, nur 6 % nicht. Unter 1 mT sind die Ergebnisse nicht eindeutig, aber es gibt auch unter 100 μ T (dem Grenzwert, die Red.) positive Ergebnisse, die Anzahl der unabhängigen Studien ist hier allerdings gering. Leider gibt es nur wenige Dosis-Wirkungs-Untersuchungen mit verschiedenen Feldstärken, so dass man keine Schlüsse zur Wirkungsschwelle ziehen kann, die man aber wahrscheinlich durch zukünftige Forschung erhalten kann. Die Unterschiede in den ROS-Konzentrationen bewegen sich zwischen 30 und 90 %, die meisten 30–50 % in Bezug auf die Kontrollen, meistens Anstieg, wenige Studien ergaben Abnahme (4 von 24). Die Ergebnisse sind teilweise mit Vorsicht zu betrachten, denn fast die Hälfte der Experimente hatten keine positiven Kontrollen mitgeführt, so dass die Verwendbarkeit zur Auswertung eingeschränkt ist. Auch Verblindung und Scheinbehandlung ist oft schwierig einzuordnen, aber trotzdem ist die Schluss-Interpretation: Magnetfelder rufen oxidative Reaktionen in Säugerzellen hervor, am deutlichsten bei höheren Feldstärken (1 mT oder höher).

Quelle:

Mattsson MO, Simko M (2014): Grouping of experimental conditions as an approach to evaluate effects of extremely low-frequency magnetic fields on oxidative response in in vitro studies. *Frontiers in Public Health*, doi: 10.3389/fpubh.2014.00132; www.frontiersin.org

Öffentlichkeitsarbeit

Offener Brief und andere Initiativen zur Mobilfunk-Vorsorge

Der Ärztekreis Digitale Medien Stuttgart hat am 01.10.2014 einen Offenen Brief an die Sozialministerin Altpeter und den Kultusminister Stoch in Baden-Württemberg geschrieben, in dem die Frage gestellt wird, ob denn die Einführung von Tablets und Smartphones wirklich einem effektiven Lernen dienen. Man erwartet eine persönliche Antwort ohne vorgefertigte Textbausteine des Bundesamtes für Strahlenschutz. Viele andere Institutionen sehen die Notwendigkeit, die Bevölkerung vor unnötiger Mobilfunk und WLAN-Strahlung zu schützen, in Deutschland und in anderen Ländern.

Dabei geht es dem Arbeitskreis nicht nur um gesundheitliche Aspekte der Hochfrequenzstrahlung, sondern auch um die Fragen, ob man sich mit den Erkenntnissen und Befürchtungen von Wissenschaftlern auseinandergesetzt hat, wie es sich mit dem Datenschutz verhält und ob man über technische Alternativen, z. B. Datenübertragung mittels des sichtbaren Lichtes, nachgedacht habe. Der Psychiater Prof. Manfred Spitzer beispielsweise von der Ulmer Universitätsklinik sieht aus verschiedenen Gründen eher gegenteilige, nämlich dem Lernen abträgliche Auswirkungen (Digitale Demenz). Außerdem würden Bildung, Gesundheit und die sozialen Beziehungen Schaden nehmen. Ärzte sehen mit Besorgnis immer häufiger Überforderung, Kopfschmerzen, ADHS und psychische Erkrankungen. Zitat aus dem Offenen Brief des Arbeitskreises: „Wir kritisieren die Einführung von WLAN an Schulen als unkritische Übernahme eines Fortschritt-Hypes und können nicht erkennen, dass die zuständigen Stellen sich mit den Einwänden aus der Wissenschaft auseinandersetzen und dazu Position beziehen.“ Die Nutzung der digitalen Endgeräte durch Kinder und Jugendliche führt zu mehr Stress bis hin zu Depressionen, und als Folge zu weiteren gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie Störungen des Hormon-, Herz-Kreislauf- und Nervensystems. In Schulen sind außerdem Schüler und Lehrer permanenter Strahlung ausgesetzt, wenn die Accesspoints nach der Nutzung nicht ausgeschaltet werden. Die Ministerien sollen Empfehlungen herausgeben, wonach Schulen so weit wie möglich auf WLAN verzichten und kabelgebundene Versorgung einrichten sollen. Der Schlusssatz des Offenen Briefes: „Wir Ärzte sind sehr besorgt, dass die überhastete Einführung digitaler Geräte in Verbindung mit WLAN-Netzen die Gesundheit der Schüler und auch der Lehrer gefährdet, aber v. a. dass diese Risiken verdrängt werden und kein Problembewusstsein geschaffen wird.“

Die Ärztekammer Wien fordert, dass aus Vorsorgegründen der SAR-Wert bei jedem Handy auf der Verpackung angegeben werden soll. Solange keine Entwarnung gegeben werden könne, dass Handystahlung gesundheitlich unbedenklich ist und keine Krebsgefahr besteht, sollte das Vorsorgeprinzip greifen und die Nutzung des Mobilfunks auf das Nötigste beschränkt werden. Die SAR-Werte sollten außer auf Handyverpackungen auch in Verkaufsstellen, beim Kauf über das Internet und in der Werbung angegeben werden müssen. Die Wiener Ärztekammer hat schon lange ein Plakat mit 10 medizinischen Handy-Regeln zum bewussten Umgang mit dem Handy herausgegeben und fordert nun zusammen mit dem Umweltdachverband in Österreich in einer Initiative, dass das Aufdrucken des SAR-Wertes auf der Handy-Verpackung verpflichtend wird. Österreich solle dabei eine Vorreiterrolle einnehmen, deshalb sollten die zuständigen Ministerien endlich die Kompetenzen festlegen und eine