

Melatonin verhindert also die peroxidativen Veränderungen im Hippocampus durch Stärkung des antioxidativen Abwehrsystems, was zur Reduktion der oxidativen Stressprodukte führt. In der Hirnrinde ist dieser Effekt nicht zu beobachten gewesen. Das bedeutet: Mikrowellen erzeugen erhöhte Konzentrationen von Lipid-Peroxiden. In bestimmten Gewebearten des Gehirns wirkt Melatonin schützend, in anderen nicht.

**Diskussion:** Benutzer von Mobiltelefonen sind elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, und die Exposition kann biologische Effekte hervorrufen. Das Gehirn ist ein Hauptangriffspunkt für schädliche Umwelteinflüsse, und so auch für die Felder, deren Quelle direkt am Kopf liegt. Es wird angenommen, dass EMF Kopfschmerzen und Schlafveränderungen hervorrufen. Durch Lipid-Peroxidation entstehen freie Radikale und die wiederum führen zu Zell- und DNA-Schäden. In dieser Studie wurde festgestellt, dass Frequenzen von 900 MHz den oxidativen Stress im Gewebe von Hirnrinde und Hippocampus erhöhen, wahrscheinlich durch erhöhte Aktivität von ROS. Melatoningabe verminderte die Lipid-Peroxidation im Hippocampus, was auf geringere Freisetzung von freien Radikalen nach Bestrahlung mit Frequenzen von 900 MHz hindeutet. Diese Ergebnisse decken sich mit Ergebnissen anderer Forschergruppen an Tieren und Menschen. Erhöhte Konzentrationen von Lipid-Peroxiden wurden auch beschrieben bei Bestrahlung von Ratten-Leberzellen mit 1800 MHz.

Die vorliegende Studie sollte auch aufklären, wie der gut bekannte Radikalfänger Melatonin bei auftretender oxidativer Hirnschädigung schützen kann. Vorbehandlung mit Melatonin verhindert hohe Lipid-Peroxid-Konzentrationen im Hippocampus bei Ratten, das bestätigt die antioxidative Wirkung gegen Mikrowellen-induzierte Schädigung. Kürzlich wurde von anderen Forschern gezeigt, dass Mikrowelleneinwirkung hohe Konzentrationen von ROS über die Atmungskette in den Mitochondrien erzeugt und das Antioxidationsystem beeinträchtigt. Aus früheren Experimenten wurde gefolgert, dass Melatonin als lipophile Substanz direkt oder indirekt gegen die ROS-Erzeugung arbeitet. Man weiß, dass Melatonin einerseits direkt als Radikalfänger fungiert und andererseits antioxidative Enzyme über einen spezifischen Rezeptor aktiviert. Auch in anderen experimentellen Modellen zeigt Melatonin eine antioxidative Wirkung, z. B. bei künstlich erzeugten Entzündungen am Auge und Lebergewebe. In anderen Experimenten wurde gefunden, dass Mikrowellen Veränderungen der Elektronentransportkette in den Mitochondrien und anschließendem Anstieg der ROS-Konzentration.

Es ist bekannt, dass Melatonin ROS in vivo entfernt, wobei Reaktionsprodukte gebildet werden, die die ROS aus dem Körper ausscheiden, z. B. über den Darm. Melatonin kann schnell die Blut-Hirn-Schranke durchdringen und es zeigte sich in einem kürzlich durchgeführten Experiment, dass 30 Minuten nach subkutaner Melatoningabe die Anreicherung in den Zellen von Hippocampus und Kleinhirn fünfmal so hoch war wie in den Kontrollen. Das spricht ebenfalls für eine schützende Wirkung von Melatonin im Hippocampus.

Als Schlussfolgerung bleibt festzuhalten: 900-MHz-Felder erhöhen den oxidativen Stress und man kann davon ausgehen, dass dieser Stress physiologische Schäden hervorruft. Diese Studie hat die schützende Wirkung von Melatonin im Hippocampus gezeigt. Die genauen Mechanismen müssen durch weitere Forschung aufgeklärt werden.

#### Quelle:

Köylü H, Mollaoglu H, Ozguner F, Nazýrođlu M, Delibap N (2006): Melatonin modulates 900 MHz microwave-induced lipid peroxidation changes in rat brain. *Toxicology and Industrial Health* 22, 211–216

## Hormone und Niederfrequenzfelder

# EMF verändern die Hormonwirkung von Östrogenen

**Bei weiblichen Ratten wird durch Niederfrequenzfelder das Erinnerungsvermögen beeinflusst. Diese Vorgänge sind östrogenabhängig.**

Neuroanatomische, elektrophysiologische und verhaltensbezogene Experimente unterstützen die Vorstellung, dass Magnetfelder eine Rolle bei Lern- und Erinnerungsprozessen spielen. Die meisten Erkenntnisse über die Wirkung von Magnetfeldern auf das Zentralnervensystem basieren auf Untersuchungen der Neurotransmitter-Ausschüttung, Nervenstörungen und Verhaltenstests. Die Ergebnisse bei Lern- und Erinnerungsprozessen unter Einwirkung von Magnetfeldern sind oft entgegengesetzt: die Prozesse werden beschleunigt oder verlangsamt. In früheren Experimenten wurde herausgefunden, dass niederfrequente Magnetfelder bei erwachsenen männlichen Ratten die Dauer des sozialen Erinnerns (Wiedererkennung von Artgenossen) bis 300 Minuten verlängert. Östrogene haben einen gewichtigen Einfluss auf Lernen und Erinnern. Experimente haben gezeigt, dass dabei verschiedene Hirnregionen betroffen sind. Es ist bekannt, dass der Hippocampus am räumlichen Lernen beteiligt ist. Aber es gibt Hinweise darauf, dass außerdem Östrogen einen Einfluss auf das Gedächtnis hat, wobei andere Hirnregionen beteiligt sind. Bei erwachsenen weiblichen Ratten beeinträchtigt ein hoher Östrogenspiegel das räumliche Lernen, während es durch eine geringe Konzentration verbessert wird.

Diese Arbeit der Forschergruppe sollte nun im Vergleich zu den Experimenten mit männlichen Tieren bei weiblichen Tieren untersuchen, ob Niederfrequenzfelder von 1 mT das Kurzzeitgedächtnis beeinflussen und ob diese Vorgänge östrogenabhängig sind. Dafür wurden zwei Altersgruppen (erwachsenen und junge, 20–22 Tage alt) von weiblichen Ratten kurzzeitig zusammengesetzt, wieder getrennt und nach einiger Zeit wieder in Kontakt gebracht; einmal nach 30 Minuten (Gruppe 1) und einmal nach 300 Minuten (Gruppe 2).

Gruppe 1 (30-Minuten-Test) wurde in 4 Untergruppen unterteilt: Intakte Tiere mit und ohne Magnetfeldbehandlung und Tiere, bei denen die Eierstöcke entfernt worden waren, ebenfalls mit und ohne Magnetfeldbehandlung.

In der Gruppe 2 (300-Minuten-Test) gab es 6 Untergruppen: 4 Gruppen wie oben, dazu je eine Gruppe ohne Eierstock, denen 10 µg Östrogen 3 Tage lang subkutan unmittelbar vor den Tests gespritzt wurde. Jede Untergruppe bestand aus 8 Tieren.

Alle Experimente wurden zwischen 9.00 und 15.00 Uhr durchgeführt. Das Niederfrequenzfeld wirkte 9 Tage lang 2 Stunden/Tag (9.00–11.00 Uhr) auf die erwachsenen Tiere ein. Ab dem 7. Tag der Feldbehandlung wurden die Ratten trainiert. Jede Ratte wurde dafür einzeln in den Testkäfig gesetzt und eingewöhnt, anschließend wurden je eine junge Ratte zu einer erwachsenen gesetzt.

Das Verhalten der Tiere wurde mit einer Video-Kamera beobachtet. Während der Untersuchungs- und Wiedererkennungszeit beschnuppern sich die Tiere, verfolgen und berühren einander. Gemessen wurde die Zeit, die die Tiere brauchten, um sich beim ersten Kontakt aneinander zu gewöhnen und beim 2. Kontakt wieder zu erkennen.

**Ergebnisse:** Bei der Gruppe 1 (30 Minuten) zeigten sich insgesamt keine signifikanten Unterschiede zwischen den 4 Untergruppen. Bei allen war die Untersuchungszeit beim 1. Kontakt etwa doppelt so lang wie beim zweiten. Bei den intakten

Tieren war die Untersuchungszeit beim 1. und 2. Kontakt gegenüber den anderen 3 Untergruppen geringer. Bei den Ratten, denen die Eierstöcke entfernt worden waren, fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kontrolltieren und den mit Magnetfeld behandelten.

Bei der Gruppe 2 (300 Minuten) ergab sich ein anderes Bild. Bei 4 Untergruppen fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen 1. und 2. Kontakt; die Untersuchungszeit war beim 2. Kontakt geringfügig höher. Nur bei den mit Magnetfeld behandelten Tieren mit und ohne Östrogenbehandlung war die Untersuchungszeit beim 2. Kontakt signifikant verringert. Die erwachsenen Ratten verbrachten weniger Zeit mit der Wahrnehmung der Jungen nach 30, aber nicht nach 300 Minuten, außer den beiden Untergruppen, bei denen sowohl Magnetfelder als auch Östrogen einwirkten.

**Diskussion:** Es zeigten sich bei den Tieren ohne Magnetfeldbehandlung keine Anzeichen für einen hormonellen Einfluss auf die soziale Wahrnehmung, weder bei den intakten noch den ovariectomierten Tieren noch nach Östrogengabe. In Anwesenheit von Magnetfeldern zeigte sich aber ein Östrogen-abhängiger Unterschied: Das Gedächtnis für soziales Wiedererkennen war verlängert. Die Ergebnisse zeigen erstmals, dass ein Zusammenhang besteht zwischen Östrogen und der Einwirkung von Magnetfeldern. Es könnte sein, dass die Magnetfelder auf den Riechkolben und die mit ihm verbundene Amygdala (einem Teil des sehr alten limbischen Systems) einwirken, denn dort gibt es Östrogenrezeptoren in hoher Dichte.

#### Quelle:

Reyes-Guerrero G, Vásquez-García M, Elias-Viñas D, Donatti-Albarrán O, Guevara-Guzmán R (2006): Effects of 17 b-estradiol and extremely low-frequency electromagnetic fields on social recognition memory in female rats: A possible interaction? Brain Research 1095 (1), 131–138

### Elektrosensibilität

## Starker Anstieg prognostiziert

**Mit der Frage „Werden wir alle elektrosensitiv?“ ist ein Brief an den Herausgeber von „Electromagnetic Biology and Medicine“ überschrieben. Örjan Hallberg und Gerd Oberfeld stellen diese Frage und erwarten bis zum Jahr 2017 einen Anstieg auf 50 % der Bevölkerung.**

Von Jahr zu Jahr nimmt die Zahl der Menschen zu, „die geltend machen, sie litten unter Elektrosensitivität“, so beginnt der Brief. Die Symptome der Elektromagnetischen Hypersensitivität (EHS) sind ähnlich der Fibromyalgie und dem Burn-out-Syndrom. In Schweden ist die Elektrosensitivität als Behinderung anerkannt, aber immer noch gibt es Kontroversen um die Diagnose. Die vorherrschende Ansicht bei Regierungsstellen und Medizinern ist, dass die Krankheit psychischer Natur sei und es keine physikalischen und medizinischen Grundlagen gäbe. Es herrsche so die Ansicht vor, dass nur ein kleiner Teil der Bevölkerung besorgt ist. Die Zahl der Betroffenen steigt aber seit 1991, als sie erstmals dokumentiert wurde, ständig an. Die Verfasser des Briefes haben die Daten von 17 Erhebungen zusammengetragen, die zwischen 1985 und 2004 in Österreich, Deutschland, Großbritannien, Schweden, Irland, der Schweiz und den USA durchgeführt worden waren. Auf der Basis dieser Daten extrapolieren sie einen Anstieg auf 50 % der Bevölkerung bis zum Jahr 2017.

#### Quelle:

Hallberg Ö, Oberfeld G (2006): Werden wir alle elektrosensitiv? Electromagnetic Biology and Medicine 25, 189–191

### EMF und Gesundheit

## Die EMF-Problematik in der Arztpraxis

**In einer Umfrage unter Praktischen Ärzten in der Schweiz wurde danach gefragt, wie viel Kontakt sie zu Patienten haben, die Symptome durch elektromagnetische Felder angeben und wie sie in der Behandlung damit umgehen. Die meisten Ärzte betrachten den Zusammenhang zwischen EMF und den Beschwerden als plausibel.**

Eine repräsentative Umfrage unter der schweizer Bevölkerung hatte 2005 ergeben, dass mehr als die Hälfte elektromagnetische Felder als potenziell schädlich betrachten, und 5 % schreiben bestimmte Symptome dem Vorhandensein von elektromagnetischen Feldern zu. Von den betroffenen Personen hatten 13 % bereits einen Arzt aufgesucht. Als Hauptquellen werden Basisstationen, Hochspannungsleitungen und Gebrauch des eigenen Mobiltelefons angesehen.

Da nichts darüber bekannt ist, in welchem Ausmaß die EMF-Problematik in Arztpraxen eine Rolle spielt und welche Erfahrungen die Ärzte damit haben, wurde eine Befragung unter zufällig ausgewählten Ärzten im deutschen und französischen Teil der Schweiz durchgeführt. 342 Praktische Ärzte nahmen an der telefonischen Befragung teil. 69 % davon hatten mindestens einen Fall von Beschwerden durch EMF in ihrer Praxis gehabt. Dabei waren Ärzte mit alternativer Medizin stärker vertreten. 71 % hatten weniger als 5 Fälle im vergangenen Jahr. Die am häufigsten beschriebenen Symptome waren Schlafstörungen, Kopfschmerzen und Müdigkeit. Da im Einzelfall sich die Ursache für die Beschwerden nicht beweisen lasse, beurteilten die Ärzte in 54 % der Fälle den Zusammenhang zwischen EMF und den Beschwerden als plausibel. Basisstationen als Ursache wurden als unwahrscheinlich, Mobiltelefone und andere Geräte nah am Körper als mögliche Verursacher angesehen. Die meisten Ärzte sprachen von wenig Erfahrung mit EMF-Problemen in ihrer Praxis und fühlten sich unsicher bei der Beratung der Patienten.

Ein anderer Teil der Fragen befasste sich mit der Einstellung des Arztes zu dem potenziellen Gesundheitsrisiko durch EMF und zu ihrem Stand des Wissens. Insgesamt sahen die Ärzte oft einen Zusammenhang zwischen den Symptomen und EMF und rieten den Patienten, die Feldquellen zu meiden oder zu reduzieren. Dies steht im Widerspruch zu den Aussagen vieler Experten, die schädliche Wirkungen als unbewiesen ansehen. Die Ärzte schließen einen Zusammenhang nicht aus. Die Herangehensweise der Ärzte beruht eher auf Plausibilität als auf Kausalität, im Sinne der Vorsorge und vor dem Hintergrund der wissenschaftlichen Ungewissheit.

75 % der Ärzte wünschen sich mehr wissenschaftliche Informationen. Weniger als die Hälfte hatte eine genaue Vorstellung davon, wie sie mit den Patienten umzugehen sollen. 53 % würden die Einrichtung eines nationalen oder regionalen Beratungszentrums für interdisziplinäre Umweltmedizin begrüßen.

Die Ergebnisse der Befragung zeigen deutlich, dass die Beobachtungen der Ärzte kein klares Bild über den Zusammenhang zwischen EMF und den Gesundheitsbeeinträchtigungen der Patienten ergeben und dass in der Forschung neue Wege zur Untersuchung von Langzeiteffekten beschritten werden müssen.

#### Quelle:

Huss A, Röösl M (2006): Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields – a survey among general practitioners. BMC Public Health 6, 267