

262 ± 26 und EMF 151 ± 48 sec. Das Einwirken von 900 MHz im Mutterleib führte bei den Nachkommen zu verändertem Lernverhalten. Am Tag 23 nach der Geburt ergaben Untersuchungen des Ammonshorns auch krankhafte neuronale und morphologische Gewebsveränderungen in der EMF-Gruppe.

Tierversuche sind nicht direkt auf den Menschen übertragbar, aber ein Vergleich mit den Wachstumsphasen des Hippocampus im 3. Trimester der Schwangerschaft beim Menschen ist zulässig. Kinder und Jugendliche sind empfindlicher, starten heute früher mit Mobilfunkgeräten und sind vielen anderen Quellen ausgesetzt, deshalb ergibt sich auf die Lebenszeit betrachtet viel EMF-Einwirkung. Da das Gehirn noch nicht ausgereift ist und die Schädelknochen noch dünner sind, kann die Strahlung besser auf die Hirnstrukturen einwirken. Und Kinder sind interessierter als Erwachsene, nutzen daher das Gerät viel öfter, haben es sogar unterm Kopfkissen. Deshalb können die Ergebnisse dieser Studie und auch früherer Studien so interpretiert werden, dass Langzeitnutzung (1 h/Tag) des Mobiltelefons während der Schwangerschaft zu Entwicklungsschäden im Hippocampus führen kann.

In der 3. Arbeit wurde das Gewebe des Ammonshorns im Hippocampus der 32 Tage jungen weiblichen Ratten histologisch auf die Gesamtzahl der Pyramidenzellen untersucht. Das Ammonshorn besteht aus 4 Schichten (CA1–4) und gehört zum limbischen System. In einer inneren Schicht liegen die Pyramidenzellen. Mehrere Studien haben verminderte Zellzahlen und Schädigungen der Nervenzellen durch EMFs gezeigt. Die Anzahl der Pyramidenzellen war in der EMF-Gruppe signifikant verringert und man sieht pyknotische Zellen (Vorstufe zur Apoptose).

Obwohl mehrere Studien auf Schädigungen durch 900 MHz hingewiesen haben, gibt es in den meisten Ländern keine ernsthaften Warnungen von Seiten der Gesundheitsbehörden, dass zumindest Kinder Mobiltelefone eingeschränkt nutzen sollten. Die Experimente zeigten Zellverluste im Ammonshorn. Das ist, soweit bekannt, die erste quantitative Untersuchung in der Literatur, die mit 32 Tage alten weiblichen Ratten unter 900-MHz-Bestrahlung im Mutterleib an den Tagen 13–21 durchgeführt wurde. Frühere Experimente ergaben ebenfalls eine Reduktion der Pyramidenzellzahl im Ammonshorn und im Gyrus dentatus von Ratten, andere Experimente mit 16 Wochen alten weiblichen Ratten zeigten ebenfalls Pyramidenzellverluste, andere signifikanten Zellverlust an Purkinjezellen im Kleinhirn. Das alles sind Experimente mit 900 MHz, z. T. aber mit anderem Studiendesign. Allen ist gemeinsam, dass es eine Abnahme der Neuronenzahl gibt, egal ob die Bestrahlung vor oder nach der Geburt erfolgte. Die Abnahme der Pyramidenzellen, das Auftreten von pyknotischen Zellen im Ammonshorn lässt vermuten, dass die 900-MHz-Bestrahlung im Zeitraum Tag 13–21 im Mutterleib verantwortlich ist für den Zelltod der Pyramidenzellen. Die 900-MHz-Bestrahlung schädigt die Neuronenentwicklung im Hippocampus und das könnte zur Verminderung der Zellzahl nach der Geburt führen.

Quellen:

Odacı et al (2013): Effects of 900 Megahertz EMF in the prenatal period on spinal cord and motor behavior. *NeuroQuantology* 11 (4), 573–581

Odacı et al (2013): Effects of 900 Megahertz EMF in the prenatal period on hippocampus and learning behavior. *NeuroQuantology* 11 (4), 582–590

Odacı et al (2013): Pyramidal cell loss in cornu ammonis following exposure 900 Megahertz EMF. *NeuroQuantology* 11 (4), 591–599

Wirkung niederfrequenter Magnetfelder

Apoptose von Spermienzellen durch 60-Hz-Magnetfelder

Das ununterbrochene achtwöchige Einwirken von 60-Hz-Magnetfeldern (100 und 200 µT) auf Spermienkeimzellen von Mäusen führte zu erhöhtem Zelltod (Apoptose). Je länger die Einwirkzeit, desto höher war die Apoptoserate. Die Anzahl der Spermienzellen und der Durchmesser der Samenkanäle wurden verringert.

In diesen Experimenten sollte untersucht werden, welche Feldstärken und Einwirkungszeiten (Dauer-Test) Veränderungen in den männlichen Reproduktionsorganen hervorrufen. Dafür wurden in einem Experiment 100 männliche 6 Wochen alte Mäuse in 4 Gruppen zu je 25 Tieren (5 Käfige zu je 5 Tieren) eingeteilt und mit 0, 2, 20 und 200 µT für 24 Stunden/Tag (außer 3 Stunden/Woche zur Pflege) 8 Wochen lang behandelt. Das Gewicht der Tiere wurde wöchentlich gemessen, nach 8 Wochen wurden die Hoden und Samenleiter entnommen und in Paraffin eingebettet für histochemische Untersuchungen. In einem zweiten Experiment wurden für die Dauer-Tests 80 Tiere (8 Gruppen zu 10 Tieren) 24 Stunden/Tag mit 100 µT befeldet bzw. scheinbehandelt. Nach 2, 4, 6 und 8 Wochen erfolgte die Bestimmung der Anzahl der Apoptosezellen (TUNEL-Methode), des Gewichts der Hoden, des Durchmessers der Samenkanäle und die Anzahl der Spermien in den Nebenhoden.

Die 60-Hz-Magnetfelder hatten keinen Einfluss auf das (wöchentlich gemessene) Gewicht der Tiere und der Hoden, aber die apoptotischen Zellen waren erhöht und die Anzahl der Spermien vermindert. Nach Befeldung mit 100 µT für 2, 4, 6 und 8 Wochen entstanden nach 6 Wochen signifikante Unterschiede zu den Kontrollen, die Anzahl der Apoptosezellen stieg dauerabhängig. Die Zahl der Spermien in den Nebenhoden stieg in allen Gruppen in den 8 Wochen, aber die scheinbehandelte Gruppe hatte höhere Zahlen. Das zeigt, dass 6–8 Wochen Einwirkung von 60 Hz und 100 µT in den Hodenkeimzellen Apoptose induziert und nach 8 Wochen Feldeinwirkung die Gesamtzahl der Spermien in den Nebenhoden reduziert wird. Der Prozentsatz der Apoptosezellen in den Samenkanälen stieg dosisabhängig: Scheinbehandlung 4,5 %, 2 µT 8,8 %, 20 µT 20,5 % und 200 µT 25,0 %. Der Durchmesser der Samenkanäle verringerte sich signifikant in den befeldeten Gruppen, er betrug 182,2 µm für die Kontrollgruppe gegenüber 177,6 µm für 200 µT. Die Mindesteinwirkung, die in den Hoden Apoptose erzeugt, liegt zwischen 2 und 20 µT für 8 Wochen und 100 µT für 6 Wochen. Nicht nur die Anzahl der apoptotischen Zellen stieg dosisabhängig, in den Samenkanälen scheint außerdem der Anstieg der Apoptosezellen mit der Verringerung des Durchmessers zusammenzuhängen. Das wurde auch in anderen Experimenten gefunden, auch durch Mobilfunkstrahlung. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die durch die Magnetfelder erzeugte Apoptose einer strikten Regulation in einer bestimmten Phase der Entwicklung der Spermienzellen unterliegt. Die männlichen Keimzellen scheinen besonders empfindlich auf Magnetfelder zu reagieren.

Quelle:

Kim HS, Park BJ, Jang HJ, Ipper NS, Kim SH, Kim YJ, Jeon SH, Lee KS, Lee SK, Kim N, Ju YJ, Gimm YM, Kim YW (2014): Continuous Exposure to 60 Hz Magnetic Fields Induces Duration- and Dose-Dependent Apoptosis of Testicular Germ Cells. *Bioelectromagnetics* 35, 100–107