

Hochfrequenzwirkung

Einfluss von Mikrowellen auf neugeborene Mäuse

Mäuse wurden 9,417-GHz-Mikrowellenstrahlung während der Trächtigkeit (3,5–18 Tage) ausgesetzt. Nachkommen beiderlei Geschlechts absolvierten 5 Verhaltenstests. Die bestrahlten Tiere zeigten durchweg verändertes Verhalten, bewegten sich weniger, waren ängstlicher. Bei den männlichen Tieren zeigten sich hochsignifikant verminderte Lern- und Gedächtnisleistungen.

Die Frequenz 9,417 GHz- wird vielfach im Bereich der Raumforschung und von Satelliten für Radio, Kommunikation und Meteorologie genutzt, aber vor allem bei der Radar-Aufklärung. In diesem Experiment wurde untersucht, ob es bei Mäusen nach Bestrahlung der Tiere im Mutterleib mit dieser Frequenz Unterschiede zu den Kontrollen und zwischen den Geschlechtern gibt. In einer vorherigen Arbeit hatten die Forscher mit einem Fragebogen ermittelt, was Radar-Mitarbeiter beim Militär über elektromagnetische Strahlung wissen und ob sie über gesundheitliche Schädigung und Schutzmaßnahmen informiert sind. Das Personal zeigte allgemeine Gesundheitsbeeinträchtigungen, insbesondere im Nerven- und Reproduktionssystem. Symptome sind Kopfschmerzen, Schlafprobleme, Müdigkeit und andere Probleme wie Fehlgeburten, Unfruchtbarkeit, hoher Prozentsatz von weiblichen Nachkommen u. a. Man vermutet, dass 10-GHz-Strahlung die männliche Fruchtbarkeit bei Ratten reduziert, weil die Verfügbarkeit von Malondialdehyd (MDA), Melatonin und Kreatinin-Kinase für die Spermienproduktion vermindert ist. Da der Einfluss auf das Nerven- und Reproduktionssystem durch das X-Band (8–12 GHz) bekannt ist, wurde ein in-utero-System für die 9,417-GHz-Strahlung entwickelt. Für die 5 verschiedenen Verhaltenstests (open field test (OFT), elevated-plus maze (EPM), tail suspension test (TST), forced swimming test (FST) and Morris water maze, MWM) wurden die neugeborenen Mäuse in 3 Gruppen eingeteilt: Käfigkontrolle, Scheinbestrahlung und Bestrahlung. Für OFT, EPM, TST, FST wurden je 12, beim MWM 8 Tiere/Gruppe eingesetzt. Die Bestrahlung erfolgte mit 200 V/m für 12 Stunden, die durchschnittliche Leistung betrug 1,93 W, SAR 2,0 W/kg.

Der Bewegungsradius unterschied sich kaum zwischen den 3 Gruppen und den Geschlechtern, aber bei allen anderen Tests zeigten alle bestrahlten Tiere signifikante, z. T. hochsignifikante Verminderung der Leistungen bei beiden Geschlechtern. Die Ängstlichkeit war bei den weiblichen Mäusen stärker ausgeprägt als bei den männlichen gegenüber den Kontrollen. Bei den Immobilitätstests (Depression) war die Beeinträchtigung sehr stark, bei den weiblichen etwas stärker als bei den männlichen. Die Lerntests (Lernfähigkeit und Gedächtnis) ergaben bei den männlichen Tieren sehr starke Beeinträchtigungen, bei den weiblichen nur geringe. Die durch die 9,417-MHz-Strahlung hervorgerufenen Verhaltensänderungen blieben bis ins Erwachsenenalter bestehen.

Die auffällig häufigen Verhaltensstörungen bei Kindern könnten zumindest z. T. mit der Mikrowellenbestrahlung im Mutterleib zusammenhängen. Untersuchung an Primaten könnten weitere Erkenntnisse bringen.

Quelle:

Zhang Y, Li Z, Gao Y, Zhang C (2014): Effects of fetal microwave radiation exposure on offspring behavior in mice. *Journal of Radiation Research*, 1–8; doi: 10.1093/jrr/rru097

Zellforschung

Kombinationswirkung von SMF und HF-EMF auf eine Zelllinie

Schwache Felder von 10 MHz in Kombination mit einem statischen 45- μ T-Magnetfeld bewirken in Fibrosarkom-Zellen eine signifikant erhöhte H_2O_2 -Produktion und signifikant verminderte Zellzahlen. Diese biologische Wirkung von Magnetfeldern könnte in der Medizin therapeutisch genutzt werden.

Frühere Arbeiten hatten ergeben, dass statische Felder die Produktion von ROS (Reaktiven Sauerstoff-Substanzen) in den Zellen verändert, Wachstumsraten von Krebszellen wurden durch Einwirkung der statischen Magnetfelder (SMF) in vitro gehemmt. Zudem können ROS DNA-Schädigung beschleunigen, sie können Krebszellen zur Angiogenese veranlassen und Tumorstadium induzieren. Die Hypothese ist, dass die Magnetfelder in ROS-Prozesse durch Radikalpaarbildung aus freien Radikalen eingreifen und so die H_2O_2 -Homöostase und die Zellwachstumsrate verändern. Weiterhin wurde durch Reduktion des Erdmagnetfeldes die H_2O_2 -Produktion in Krebszellen unterdrückt. Hier sollte getestet werden, wie sich 5- und 10-MHz-Felder zusammen mit einem statischen 45- μ T-Magnetfeld auswirken. So könnte eine kontrollierte Steuerung der ROS-Produktion neue Wege zur biomedizinischen Forschung und zu therapeutischen Strategien eröffnen.

Die Proben der Fibrosarkom-Zellen (Zelllinie HT1080) wurden in 3 Gruppen eingeteilt: Nur 45 μ T statisches Feld (SMF) als Kontrolle und Kombination mit 10 bzw. 5 MHz (RF-MF, Intensität 10 μ T, Hintergrundfelder elektrisches Feld 0,1 V/m in Luft, 1–2 μ T im Inkubator bei 60 Hz). Die Trypanblau-Färbung zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, d. h. die verminderte Zellzahl beruht nicht auf Apoptose. Am Tag 2 war das Zellwachstum bei SMF + 10 MHz signifikant verschieden von der Kontrolle und 5 MHz. Am Tag 3 war die Zellzahl signifikant vermindert bei 10 und 5 MHz gegenüber der Kontrolle. Die Fibrosarkomzellen produzierten nach 8 Stunden Einwirkung der 45 μ T + 10 MHz 14,24 \pm 0,32 pmol H_2O_2 /mg Protein/Minute, während die Kontrolle nur 9,17 \pm 0,37 pmol produzierte. Die Felder sorgten damit für einen Anstieg von 57 % nach 8 Stunden. Katalase als negative Kontrolle verminderte die Wirkung der Felder auf die H_2O_2 -Produktion. Die Feldstärken liegen unterhalb der thermischen Schwelle, es gibt Hinweise darauf, dass die ROS durch die kombinierten Felder verändert werden und dadurch die H_2O_2 -Produktion aus dem Gleichgewicht gerät. Die verschiedenen H_2O_2 -Konzentrationen zeigen oxidativen Stress in den Zellen an, die erhöhten H_2O_2 -Konzentrationen könnten auf einen biochemischen Stoffwechselweg einwirken, der an der Zellwachstumsrate beteiligt ist. Der oxidative Stress durch die Magnetfelder ist ein wichtiges Ergebnis in Hinsicht auf die medizinische Bedeutung, denn man kann das als schädliche oder vorteilhafte Wirkung betrachten. Dass die relativ geringen Feldstärken die Wachstumsrate und die H_2O_2 -Produktion in Fibrosarkomzellen in vitro verändern können, eröffnet neue Wege zur Therapie, in der erhöhte H_2O_2 -Konzentrationen nützlich sein könnten nach relativ schwachen Magnetfeld-Stimulationen.

Quelle:

Castello PR, Hill I, Sivo F, Portelli L, Frank Barnes F, Usselman R, Martino CF (2014): Inhibition of Cellular Proliferation and Enhancement of Hydrogen Peroxide Production in Fibrosarcoma Cell Line by Weak Radio Frequency Magnetic Fields. *Bioelectromagnetics* 35, 598–602