

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

17. Jahrgang / Nr. 1

www.elektrosmogreport.de

Januar 2011

## Hirnforschung Niederfrequenz

### 50-Hz-Magnetfelder steigern die Neurogenese bei Mäusen

Mit Hilfe verschiedener Methoden wurde an Mäusen untersucht, wie neuronale Stammzellen auf die Einwirkung von 50-Hz-Magnetfeldern reagieren. Die Experimente zeigten eine signifikante Steigerung der Neurogenese. Dies geschieht durch gesteigerte Expression von Genen der Spannungsabhängigen  $Ca^{2+}$ -Kanäle und von Genen, die an der Differenzierung der Neuronen beteiligt sind. 4 bis 5 Wochen nach der Feldbehandlung sind die neu gebildeten Neuronen in den Hippocampus integriert und sorgen dort für eine erhöhte Plastizität der Synapsen.

Im Hippocampus werden im Laufe des Lebens ständig neue Zellen gebildet, wodurch die so genannte Plastizität des Gehirns beim Erwachsenen (die lebenslanges Lernen möglich macht) ermöglicht wird. Einer der vielen bekannten Stimuli für die Neurogenese in erwachsenen Nervenzellen ist das Einwirken elektromagnetischer Felder. In früheren Experimenten wurde von dieser Arbeitsgruppe an Zellkulturen gezeigt, dass 50-Hz-Magnetfelder die Differenzierung neuronaler Stammzellen fördern durch stärkere Aktivierung der  $Ca^{2+}$ -Kanäle. Nun sollte untersucht werden, ob das im lebenden Tier ebenso festzustellen ist; und wenn, welche molekularen Mechanismen dem zugrunde liegen sowie welche Auswirkungen das auf die Plastizität der Synapsen hat.

Insgesamt 71 Mäuse (33 scheinbehandelte Kontroll- und 38 mit Magnetfeld behandelte Tiere) wurden 7 Tage lang mit 1 mT verschieden lange behandelt. An den Tagen 4, 7 und 37 wurden Experimente mit einer unterschiedlichen Anzahl von Tieren durchgeführt: für die Bestimmung von Proteinen und Genexpression (7 Stunden/Tag für 4 Tage), die Integration der neu gebildeten Zellen in die Körnerzellenschicht (1–7 Stunden/Tag für 7 Tage) und für die Bestimmung der Plastizität (7 Stunden/Tag für 7 Tage). Nach 37 Tagen wurden die Gehirne auf neu gebildete reife und unreife Neuronen untersucht.

Wenn die 50-Hz-Felder der Feldstärke 1 mT 1 bis 7 Stunden pro Tag, für 7 Tage einwirkten, bewirkte dies eine signifikant gesteigerte Neurogenese im Gyrus dentatus (einer bestimmten Region des Hippocampus, in dem zeitlebens neue Zellen, die Körnerzellen, gebildet werden). Die Anzahl der neu gebildeten Zellen war bei den 7 Tage lang mit dem Feld behandelten Tieren im Gyrus dentatus 63 % höher als bei den Kontrolltieren. In der Körnerzell-Zone (Granularzellzone) und der Subgranularzone waren bei den exponierten Mäusen 75 % mehr neue Neuronen gebildet worden. Auch bei kürzeren Einwirkzeiten fand man signifikant höhere Neubildung im Hippocampus: 46 % nach 1 Stunde, 65 % nach 2 Stunden Einwirkzeit.

Die Veränderungen in der Genexpression wurde nach 4 Tagen (7 Stunden Einwirkzeit täglich) untersucht. Die Gene für Wachstum und Differenzierung der Neuronen sowie für die Einbettung der neuen Zellen in die entsprechenden Zellschichten waren in dem exponierten Hippocampus-Gewebe signifikant nach oben reguliert. 4 Wochen nach Beendigung der 7-tägigen Magnetfeldbehandlung (bei 7 Stunden/Tag) fand man bei den behandelten Tieren 64 % mehr reife Neuronen als bei den Kontrollen. Die genetische Analyse ergab weiter, dass die Transkription von frühen Genen (pro-neurale Gene) und von  $Ca^{2+}$ -Kanal-Bestandteilen gesteigert war. Die Zahl der neu gebildeten Zellen, die diese frühen neuronalen Marker tragen, war signifikant erhöht. Es zeigte sich bei 1 bzw. 7 Stunden täglicher Einwirkzeit ein 1,5- bis 1,8-facher Anstieg der Anzahl von Zellen in der Granularschicht des Gyrus dentatus. Die neu gebildeten Neuronen waren 30 Tage nach der Magnetfeldbehandlung noch intakt, wuchsen zu reifen Körnerzellen heran und wurden im Gyrus dentatus normal in das Gewebe integriert.

Das Fazit: Die Magnetfelder führen zu einem vermehrten Wachstum von undifferenzierten Zellen und zu einem Anstieg der Differenzierung. Die Vorläuferzellen des Hippocampus sind eine Art „Nervenzell-Reserve“ für die Anpassung und Plastizität während des physiologischen Lernens im Hippocampus. Das ermöglicht die funktionale Kompensation nach krankheits- oder altersbedingtem Verlust von Verschaltungen. Bei eingeschränkter Neurogenese wäre die Anfälligkeit des Hippocampus erhöht und die Plastizität des Gehirns vermindert. Die Verschaltungen der Nervenzellen wären geringer und das Lern- und Erinnerungsvermögen würde beeinträchtigt. Die Ergebnisse insgesamt zeigen, dass die Plastizität der Synapsen durch einwirkende 50-Hz-Magnetfelder verstärkt wird, was das „zelluläre Lernen“ erhöht. Dies könnte für therapeutische Zwecke genutzt werden.

**Quelle:** Cuccuruzzo B, Leone L, Podda MV, Piacentini R, Riccardi E, Ripoli C, Azzena GB, Grassi C (2010): Exposure to extremely low-frequency (50 Hz) electromagnetic fields enhances adult hippocampal neurogenesis in C57BL/6 mice. *Experimental Neurology* 226, 173–182

## Weitere Themen

### 35-GHz-Wellen verändern Makrophagen, S. 2

Durch die Feldbehandlung wurden Proteine verändert, die an Stress- und Entzündungsreaktionen beteiligt sind.

### Einfluss des Erdmagnetfeldes, S. 2

Wenn das Erdmagnetfeld stark vermindert wird, vermindert sich auch die Zellwachstumsrate in Zelllinien.

### Industrie und Politik, S. 3

Eine von der Industrie bezahlte und eine von der ICNIRP bewertete Arbeit finden keine schädlichen Wirkungen.