

aktiv während der M-Phase des Zellzyklus und BLBP zeigt die Verhältnisse im Stammzell-Pool in den radialen Neurogliazellen an. Die kurzzeitige Bestrahlung mit 1800 MHz steigerte die DNA-Synthese in Stammzellen des Hippocampus in den unreifen Hirnen der 7 Tage alten Mäuse, aber nicht bei den jungen erwachsenen Tieren. Die Zellteilung (mit PHH3 bestimmt) war vermindert in unreifen, aber nicht in den juvenilen Hirnen nach Bestrahlung. Das zeigt an, dass die Beeinträchtigung durch die Strahlung im Zellzyklus vom Entwicklungsstadium des Gehirns abhängt. Zudem war der Stammzell-Pool reduziert im unreifen Gehirn nach Bestrahlung (BLBP), wahrscheinlich bedingt durch die Hemmung der Zellteilung, was zu verminderter Erneuerung der Stammzellen führt. Die kurzzeitige Bestrahlung hatte kaum Einfluss auf den Zelltod der Stammzellen oder der Nervenzellen im Hippocampus, bei beiden Altersstufen. Der Einfluss der Strahlung auf Zellwachstum und Zellteilung der neuronalen Stammzellen war nur in den P7-Mäusehirnen (Neugeborene) zu sehen, nicht bei Tieren, die in einem Alter ähnlich dem von menschlichen Teenagern sind. Das zeigt, dass die Empfindlichkeit gegenüber 1800-MHz-Strahlung während der Entwicklung berücksichtigt werden muss, wenn der Schutz vor elektromagnetischen Feldern beurteilt wird. Die Langzeitwirkung der Strahlung auf neurologische Funktionen muss weiter erforscht werden.

Quelle:

Xu F, Bai Q, Zhou K, Ma L, Duan J, Zhuang F, Xie C, Li W, Zou P, Zhu C (2017): Age-dependent acute interference with stem and progenitor cell proliferation in the hippocampus after exposure to 1800 MHz electromagnetic radiation. *Electromagnetic Biology and Medicine* 36 (2), 158–166

Wirkung von Mikrowellen II

1800 MHz (GSM) verändern Gehirne junger Ratten

Die Fragestellung war, ob Bestrahlung mit 1800 MHz eine positive oder negative Wirkung hat, wenn eine einmalige zweistündige Bestrahlung des Kopfes von Ratten (2,9 W/kg) erfolgt nachdem bei den Tieren eine akute Entzündung ausgelöst wurde. Getestet wurden 14 Tage und 2 Monate alte Tiere auf TNF- α , IL1 β , IL-6, CCL2, NOX2, NOS2 und Morphologie der Mikroglia. Es zeigten sich unterschiedliche Reaktionen je nach Alter der Tiere.

Da die Wirkungen von Mikrowellen auf Gesundheit und Wohlbefinden noch immer nicht klar sind, so die Autoren, insbesondere wie das Gehirn in Bezug auf Gedächtnis, Blut-Hirn-Schranke, oxidativen Stress, Überleben von Nervenzellen, Feuerungsrate der Nervenzellen, Erregungsleitung und Reaktivität der Astroglia betroffen ist, sollte hier untersucht werden, wie sich die Strahlung auf die Entwicklung des Gehirns auswirken kann. Man ging der Frage nach, ob eine kurzzeitige 2-stündige Bestrahlung nur des Kopfes Auswirkungen – positive oder negative – auf die entzündlichen Reaktionen im Nervengewebe hat, die durch Lipopolysaccharid (LPS, Zellwandbestandteile von gramnegativen Bakterien) ausgelöst wurden in jungen und erwachsenen, 2 Wochen oder 2 Monate alten Ratten. Der Fokus der Untersuchung lag auf dem zerebralen Cortex.

Weil Entzündungen des Nervengewebes oft mit Änderungen der exzitatorischen Reizleitung einhergehen, wurden die im Nervensystem weit verbreiteten AMPA-Rezeptoren (α -

Amino-3-Hydroxy-5-Methyl-4-Isoxazolepropionsäure-Rezeptor) untersucht. AMPA-Rezeptoren sind Kationenkanäle für Neurotransmitter. In diesem Experiment wurde die Bestrahlung des Kopfes mit 1800 MHz unter experimentellen Bedingungen untersucht, die keinen Zellstress oder Reaktionen der Gliazellen in gesunden Ratten im Alter von 14 Tagen oder 2 Monaten hervorrufen.

Man untersuchte 2 Hauptgruppen: junge, in der Entwicklung befindliche (14 Tage alt) und erwachsene (2 Monate alt) männlichen Ratten. Zunächst wurde bei beiden Gruppen (je 6 Tiere pro Gruppe) die Wirkung von LPS allein auf die Expression der proentzündlichen Gene getestet. Das E.coli-LPS wurde den 14 Tage und 2 Monate alten Tieren i. p. gespritzt, 24 Stunden danach erfolgte die Bestimmung der Entzündungen in der Hirnrinde. Die Bestrahlung wurde 24 Stunden nach Gabe von LPS vorgenommen und dauerte 2 Stunden unter Narkose (an Tag 15 nach der Geburt), die SAR betrug 2,9 W/kg. 24 oder 72 Stunden nach Ende der Bestrahlung wurde das Gehirn entnommen. Dann gab es 6 Untergruppen junge (je 5–7 Tiere) und 10 Untergruppen erwachsene männliche Ratten (je 6 Tiere), die auf 1800 MHz oder eine Kombination von 1800 MHz mit LPS untersucht wurden. Die Hälfte dieser Gruppen wurde scheinbestrahlt. Im Hirngewebe wurde die Genexpression von TNF- α , IL1 β , IL-6, CCL2, NOX2 und NOS2 bestimmt und die Morphologie der Mikroglia untersucht.

Bei den erwachsenen Ratten trat 24 Stunden nach der LPS-Gabe ein signifikanter Anstieg der Transkripte auf, die für die proentzündlichen Zytokine kodieren oder Enzyme, die die Bildung von Reaktiven Sauerstoff- oder Stickstoff-Molekülen katalysieren wie TNF- α , IL-1 β , CCL2, NOX2 oder NOS2. Die größten Unterschiede traten bei NOX2- und IL-1 β -Transkripten auf, die 4- bzw. 12-fach anstiegen. Ähnlich reagierten die mit LPS-behandelten jungen Ratten, es kam zu 6-facher Erhöhung bei IL-1 β und zu 4-facher bei NOX2. Im Unterschied zu den erwachsenen Tieren führte die LPS-Behandlung bei den jungen Ratten zu einer Abnahme der NOS2- und IL-6-Genexpression, während sich das TNF- α -Transkript nicht signifikant von den Kontrollen unterschied.

Die Wirkung der Strahlung auf die proentzündlichen Gene: in den jungen und erwachsenen männlichen Ratten war 24 Stunden nach der Bestrahlung die Konzentrationen der Transkripte von Interleukin-1 β (IL-1 β) oder NOX2-NADPH-Oxidase um 50–60 % reduziert gegenüber den Kontrolltieren. Die erwachsenen Ratten zeigten auch 50 % Reduktion der IL-1 β -mRNA, aber sie unterschieden sich von den jungen Tieren dadurch, dass keine Suppression der NOX2-Gene auftrat und sie zeigten ein signifikantes Wachstum der Mikrogliazellen, das bei den jungen Ratten nicht auftrat.

Die Ergebnisse zeigen Unterschiede in der Genexpression unter akuten durch LPS ausgelösten Nervenentzündungen bei jungen und erwachsenen Ratten. Eine einmalige 2-stündige Bestrahlung mit 1800 MHz und einer lokalen SAR in der Hirnrinde von 2,9 W/kg führte zu einer Herunterregulation der durch LPS hervorgerufenen Expression von IL-1 β -mRNA in jungen und erwachsenen Ratten und führte zu einer signifikanten Reduktion von NOX2-mRNA in jungen, aber nicht in den erwachsenen Ratten. Diese Wirkungen waren 24 Stunden nach der Bestrahlung zu sehen, aber nach 72 Stunden nicht mehr sichtbar.

Da Entzündungen des Nervensystems oft mit Veränderungen der Erregungsleitung (exzitatorischer Neurotransmission) in Zusammenhang stehen, wurden Änderungen in der Expression und Phosphorylierung der α -Amino-3-Hydroxy-5-Methyl-4-Isoxazolepropionsäure-(AMPA)-Rezeptoren in den ausge-

wachsenen Gehirnen bestimmt. Ergebnis: Die 1800-MHz-Strahlung bewirkte eine Abnahme der Phosphorylierung an 2 Stellen, an den Untereinheiten GluA1 AMPAR (Serin 831 und 845). Die Änderungen der Genexpression, der Mikroglia, der GluA1-Phosphorylierung durch die Strahlung war nach 72 Stunden nicht mehr zu sehen und wurde nicht erzeugt, wenn keine Vorbehandlung mit LPS stattgefunden hatte.

Die Daten zeigen, dass eine einmalige kurzzeitige Bestrahlung des Kopfes von Ratten mit GSM1800-MHz-Feldern von 2,9 W/kg ausreicht, um die proentzündliche Genexpression vorübergehend zu verändern und Mikrogliazellen zu aktivieren, was zu Änderungen der funktionellen Marker der Erregungsleitung führt. Die Daten zeigen außerdem, dass eine akute Entzündung im Nervensystem die Reaktionen der Hirnrindenzellen auf die Strahlung hervorruft. Denn die Reaktionen erfolgen nicht, wenn gesunde Gehirne der Ratten der 1800-MHz-Strahlung ausgesetzt sind. Die hier angewendeten Feldstärken von 2,9 W/kg waren oberhalb des Grenzwertes (2 W/kg). Es ist deutlich geworden, dass die Reaktionen der entzündeten Nervenzellen des Gehirns auf die Strahlung weiter erforscht werden muss, damit man mögliche vorteilhafte oder schädliche Wirkungen der Strahlung bestimmen kann, die vom neuropathologischen Zustand des Gehirns abhängen.

Die Arbeit wurde vom französischen Forschungsprogramm der Behörde für Ernährung, Umwelt und Arbeitsschutz (ANSES) des Ministeriums für Umwelt, nachhaltige Entwicklung und Raumplanung sowie vom französischen Institut für Umwelt und Risiken (INERIS) finanziert. Die Internetseite des INERIS beschreibt das Institut als französische öffentliche Einrichtung mit einem industriellen und kommerziellen Charakter unter der Ägide des Französischen Ministeriums für Umwelt, nachhaltige Entwicklung und Raumplanung. Seine Hauptaufgaben sind Forschungsarbeiten und Forschungsprogramme durchzuführen oder zu vergeben zur Vermeidung von Risiken.

Quelle:

Lameth J, Gervais A, Colin C, Lévêque P, Jay TM, Edeline JM, Mallat M (2017): Acute Neuroinflammation Promotes Cell Responses to 1800 MHz GSM Electromagnetic Fields in the Rat Cerebral Cortex. *Neurotoxicity Research* 32 (3), 444–459;

Berichtigung: *Neurotox Res*, DOI 10.1007/s12640-017-9774-1)

Rezension

Die Schweiz, ein „Land im Strahlenmeer“

Die Autorin Dr. phil. Ursula Niggli hat die politische Situation zum Mobilfunk besonders seit Mitte der 2000er Jahre dokumentiert. Sie berichtet über die Vorgehensweise der Behörden im Einklang mit der Mobilfunkindustrie und den Widerstand von Teilen der Bevölkerung. Einen großen Raum nehmen in dem Buch viele Fallbeispiele von Schädigungen ein, z. B. Tiere auf Bauernhöfen und Berichte von elektrosensiblen Menschen.

Die Autorin behandelt das Einvernehmen von Politik, Industrie und Teilen der Forschung, zeigt die Probleme in der Landwirtschaft auf, in der Kühle durch nahe stehende Mobilfunksender geschädigt wurden und wie man mit Mobilfunk-

gegnern und Elektrosensiblen von Seiten der Behörden umgeht. Wissenschaftliche Ergebnisse und Erkenntnisse werden nicht ernst genommen, weil nicht sein kann, was nicht sein darf. Als Beispiel wird das EMF-Projekt der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angeführt. Die Autorin: „Das Projekt war von Anfang an zum Scheitern verurteilt. Denn dessen Projektleiter Michael Repacholi hatte vorher 16 Jahre lang als Berater und Sprecher von Firmen gewirkt, die Strahlung produzieren.“ Sie beschreibt weiter, dass er nur Fachleute aus der Funkindustrie hinzuzog, die entwarnende Berichte abgaben. „Anders lautende Meinungen wurden im Beratungsgremium der WHO a priori ausgeschlossen.“ Sie schildert zudem die Manipulation von Testergebnissen. Die Verfälschung der Testergebnisse kam heraus, weil die Probanden R. und F. der Studie dies der Autorin mitteilten. Zitat: „Wenn die Auswertung von Testergebnissen zweier Probanden dazu führt, dass so extreme Erfahrungen hinsichtlich des getesteten Wohlbefindens schlicht unsichtbar werden, sind Zweifel an der Qualität der Beobachtungsdaten angebracht. Zwar gibt es methodische Gründe, dass sich weder die reale Langzeitbelastung der Bevölkerung in einer experimentellen Situation nachstellen noch je die Unbedenklichkeit der Mobilfunkstrahlung ‚beweisen‘ lässt, aber es ist in einem ergebnisoffenen Testverfahren nicht zulässig, dass empirische Befunde, die wie bei R. in einem Fragebogen zur Befindlichkeit dokumentiert oder wie bei F. durch eine Testsequenz vor einem Zeugen erhoben wurden, *spurlos verschwinden*.“

Elektrosensibilität wird noch immer als nicht existent behandelt, deshalb haben es elektrosensible Menschen schwer, einen Platz zu finden. Berichtet wird auch von sehr aktiven Interessengruppen, die sich gegen Mobilfunk im Oberwallis (Zermatt, Saastal) und Thurgau (St. Gallen) engagieren und den Widerständen bei den Behörden trotzen. Die Autorin fragt: Mobilfunk eine „Lizenz zum Töten?“ Sie weist darauf hin, dass eine angebliche Nachfolgestudie keine ist und dass an der Schweizer Stiftung Mobil (FSM) an der ETH Zürich die Mobilfunkindustrie beteiligt ist.

Dies ist ein Buch aus der Schweiz, das die Verhältnisse in der Schweiz behandelt. Der Inhalt kann aber ähnlich für viele Länder gelten. Es ist nicht nur eine europäische Angelegenheit, es ist ein Kampf von Mobilfunkgegnern gegen die Verstrahlung der Umwelt und gegen die Behörden, die allzu oft auf Seiten der Industrie stehen.

Quelle:

Ursula Niggli: *Land im Strahlenmeer. Über die gesundheitlichen Auswirkungen von Funkstrahlung bei Mensch und Tier – eine europäische Diskussion.* Omnino Verlag 2017, 460 Seiten, ISBN 978-3-95894-050-5

Impressum – ElektromogReport im Strahlentelex

Erscheinungsweise: monatlich im Abonnement mit dem Strahlentelex. **Verlag und Bezug:** Thomas Dersee, Strahlentelex, Waldstraße 49, D-15566 Schöneiche b. Berlin, ☎ 030/435 28 40, Fax: 030-64 32 91 67, E-Mail: strahlentelex@t-online.de.

Jahresabo: 82 Euro.

Redaktion ElektromogReport:

Dipl.-Biol. Isabel Wilke (V. i. S. d. P.), Waldstraße 49, D-15566 Schöneiche b. Berlin ☎ 030/435 28 40, Fax: 030-64 32 91 67. www.elektromogreport.de

Beiträge von Gastautoren geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Kontakt: E-Mail: emf@katalyse.de