

Bedeutung von NF für die menschliche Gesundheit

Die hohe Präsenz von Niederfrequenzfeldern überall wirft die Frage auf, ob Kinderleukämie, Hirntumore oder neurodegenerative Erkrankungen damit in Zusammenhang gebracht werden können, aber die Ergebnisse sind widersprüchlich. Andererseits werden NF therapeutisch und diagnostisch vielfach eingesetzt in Neurologie, Psychiatrie, Rheumatologie, Orthopädie und Dermatologie. Diese Arbeit beschreibt einige Wirkungsmechanismen und die Relevanz für die menschliche Gesundheit.

Elektromagnetische Felder werden in vielen Bereichen eingesetzt und mit einer Reihe von Krankheiten in Verbindung gebracht. Die normalen Feldstärken künstlicher NF-Felder in unserer Umgebung können zu Kinderleukämie, vor allem Leukämie, und Hirntumoren beitragen (epidemiologisch oberhalb von 0,4 μT für Kinderleukämie). Die Schädlichkeit der NF-Felder ist abhängig von Frequenz, Dichte und Dauer, funktionellem Status und Empfindlichkeit des Organismus. Viele Experimente führten zu Hypothesen, auf welche Weise Zellwachstum, Morphologie, Apoptose, Genexpression und Differenzierung betroffen sein können. Der Anstieg von intrazellulärem Calcium (Ca^{2+}) ist seit langem bekannt und oft bestätigt, ebenso die Bildung und verlängerte Lebensdauer von reaktiven Sauerstoffmolekülen und anderen Radikalen. In der Medizin werden viele verschiedene magnetische und elektromagnetische Felder außer in der Diagnostik (MRI, Mikrowellen u. a.) zu Therapien gegen Schmerzen und andere Beschwerden, zur Stimulation der Reparaturmechanismen, zur Wundheilung von Knochen und Haut, Gefäßneubildung u. a. eingesetzt. Wahrscheinlich haben die Felder eine anti-entzündliche Wirkung. Die neurodegenerativen Erkrankungen Alzheimer (AD), Parkinson (PD), Huntington (HD) und Amyotrophische Lateralsklerose (ALS) gehen auf falsch gefaltete Proteine zurück, möglicherweise unter Beteiligung von EMF. Experimente haben auch gezeigt, dass bei 50 Hz und 1 mT Aufmerksamkeit, Wahrnehmung und Erinnerungsvermögen vermindert sind.

Mit In-vitro-Studien können die Mechanismen herausgefunden werden, wie biologische Systeme durch niederfrequente Felder beeinflusst werden. Dafür werden verschiedene Zelllinien verwendet. In-vitro-Modelle für Wundheilung sind Keratinozyten (HaCaT), für die Untersuchung von Zelldifferenzierung, Stoffwechsel und neurodegenerativen Erkrankungen wird die Neuroblastomzelllinie SH-SY5Y eingesetzt, für Entzündungen und Zytokinproduktion die Monozyten-Zelllinie THP-1, die aufgrund ihrer funktionellen und morphologischen Ähnlichkeiten oft eingesetzt wird zur Untersuchung von menschlichen Monozyten/Makrophagen und Mikroglia oder zur Untersuchung von Zellvermehrung, Anheftung und Wanderung von Monozyten/Makrophagen in den Blutgefäßen. Die Leukämie-Zelllinie K562 wird zur Untersuchung der Differenzierung von Blutzellen verwendet. Man hat in vitro viele Wirkungen gefunden (auf Zellwachstum, Morphologie, Apoptose, Genexpression, Differenzierung), aber eine klinische Interpretation ist schwierig. Gesichert ist die Veränderung der intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration und die schnelle biologische Reaktion der Bildung und verlängerten Lebensdauer von ROS und anderen freien Radikalen. Die Beeinflussung durch Magnetfelder ist je nach Zelltyp unterschiedlich.

In vielen Studien wurden Zytokine (Chemokine) untersucht. Ein Molekül, das MCP-1 (Monozyten-chemotaktisches Protein 1), wird von vielen Zellen produziert, z. B. von Endothel-, Epithel- und Mesangiumzellen, von Fibroblasten, Zellen der glatten Muskulatur, Astrozyten, Mikroglia und Monozyten. Die MCP-1-Produktion wird entweder konstitutiv oder nach Induktion durch oxidativen Stress, Zytokine oder Wachstumsfaktoren in Gang gesetzt. MCP-1 wird bei verschiedenen Krankheiten induziert, z. B. bei entzündlichen Prozessen und Verletzungen. Es reguliert Wanderung und Eindringen von T-Gedächtniszellen, natürlichen Killerzellen (NK), Monozyten und Epithelzellen an die geschädigte Stelle im Gewebe. MCP-1 ist auch beteiligt an Entzündungsprozessen im Nervengewebe bei neurodegenerativen Erkrankungen, rheumatischer Arthritis und Nierenentzündungen, bei der Enzymsekretion, T-Zell-Aktivierung und Geweberegeneration. Und es gibt starke Hinweise, dass es zu den entzündlichen Komponenten bei Atherosklerose, Alzheimer und rheumatoider Arthritis beiträgt. Im Zentralnervensystem ist MCP-1 beteiligt an der Rekrutierung der residenten Immunzellen (Astrozyten und Mikroglia) und dem Eindringen von Monozyten aus dem Blut. MCP-1 spielt auch eine entscheidende Rolle bei Myocarditis, Transplantat-Abstoßung und Reparaturen von Herzschäden.

Die Autoren hatten in Experimenten die MCP-1-Produktion der 4 Zelllinien HaCaT, SH-SY5Y, THP-1 und K562 untersucht, die alle unter denselben Bedingungen gewachsen waren (50 Hz sinus, 1 mT für 24 Stunden, 37 °C, 5 % CO_2). Sie stellten fest, dass bei 2 Zelllinien die MCP-1-Konzentration durch die niederfrequenten Felder vermindert wurde (HaCaT und SH-SY5Y), bei THP-1 waren 2 Varianten getestet worden, normal und LPS-stimuliert, und es gab bei beiden Ansätzen keine Wirkung. Auch bei K562 gab es 2 Ansätze, normal und PMA-stimuliert, und man fand bei den normalen keine Wirkung und bei den stimulierten einen Anstieg von MCP-1. Diese Daten bestätigen die Zelltyp-abhängigen Wirkungen. Die Niederfrequenz-Wirkung auf MCP-1 führt zu veränderten Reaktionen der Monozyten. Die therapeutische Wirkung bei verzögerter Heilung von Entzündungen könnte sein, dass die Entzündungs-Chemokine reduziert werden.

Die Beteiligung von MCP-1 an so vielen Prozessen macht deutlich, wie schwierig es ist, klare Erkenntnisse zu gewinnen, aber auch, wie stark die Auswirkungen sein können. Die Ergebnisse von in vitro- und in vivo-Studien, dass niederfrequente Felder auf Entzündungs-Moleküle einwirken, könnte man therapeutisch besser nutzen bei Krankheiten, bei denen diese Entzündungsmoleküle eine Schlüsselrolle spielen, wenn die Mechanismen besser bekannt wären. Manche Autoren nehmen an, dass 50-Hz-Felder die Zellfunktionen durch mechanische Einwirkung auf intrazelluläre und membrangebundene Proteine verändern, einschließlich der Ionenkanäle, Membranrezeptoren und Enzyme. Alle Studien stimmen darin überein, dass die Wirkung der Sinus-Felder vom Zelltyp und anderen Faktoren wie Frequenz, Feldstärke und Einwirkdauer abhängt. Geklärt werden muss in weiteren Studien, ob niederfrequente Felder im industriellen oder privaten Bereich ein ergänzender oder der verursachende Faktor für die Entwicklung einer Krankheit ist und ob weitere Gene nach oben oder nach unten reguliert werden. Und dies unter vielen Bedingungen mit chronischer und sporadischer Feld-einwirkung und in Kombination mit anderen biologischen Stressoren.

Quelle:

D'Angelo C, Costantini E, Kamal MA, Reale M (2015): Experimental model for ELF-EMF exposure: Concern for human health. Saudi Journal of Biological Sciences 22, 75–84