

Wirkung niederfrequenter Felder

Thomas-EMF vermindern Krebszellwachstum im Labor

Die Bestrahlung von Krebszellkulturen mit Thomas-EMF führt zu verminderter Zellteilung. Wissenschaftler identifizieren molekulare Mechanismen, welche Einfluss auf die verminderte Zellteilung haben. Die Magnetfelder beeinflussen Signalwege wie beispielsweise die ERK-Kaskade, die an der Zellteilung beteiligt ist. Bösartige und gutartige Zelllinien verhalten sich unterschiedlich. Die Ergebnisse könnten für therapeutische Zwecke genutzt werden.

Diverse Studien haben sich mit der Wirkung von niederfrequenten elektromagnetischen Feldern auf Mensch und Natur auseinandergesetzt. Obwohl viele Wissenschaftler keine Korrelation zwischen elektromagnetischen Feldern und gesundheitlichen Problemen finden können, häufen sich gegenteilige Stimmen. So konnten beispielsweise elektromagnetische Felder, welche durch Hochspannungsleitungen erzeugt werden, mit erhöhtem Leukämierisiko verknüpft werden. Auch das Risiko, an Morbus Alzheimer und Amyotropher Lateralsklerose (ALS) zu erkranken, steigt durch die Belastung mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (vgl. ElektromogReport März 2018). Die Arbeitsgruppe, die den hier vorgestellten Artikel verfasst hat, beschäftigt sich mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern, bei denen Frequenz und Intensität moduliert werden. Genauer gesagt beschäftigt sie sich mit einem bestimmten Muster, dem sogenannten Thomas-EMF. Dieses Muster besteht aus 849 Punkten, die in 10 Doppelspitzen mit verschiedenen Intervallen zusammengefasst sind. Von dem Erscheinungsbild her ähnelt das Thomas-EMF dem eines epileptischen Anfalls. Die Frequenz schwankt hierbei zwischen 6–25 Hz. Bei dem hier verwendeten Versuchsaufbau wurde dabei eine Feldintensität von 2,5–3,5 μT erzeugt. Die Wissenschaftler setzten verschiedene Zelllinien dem Thomas-EMF für jeweils eine Stunde pro Tag über fünf Tage aus. Diese Zelllinien wurden entweder aus bösartigen Tumoren (B16-BL6 \rightarrow Mausmelanom; MDA-MB-23, MCF-7, MDA-MB-468, BT-20 \rightarrow Brustkrebs; Hela \rightarrow Eierstockkrebs) oder gesundem Gewebe (HEK293 \rightarrow embryonale Niere; HSG \rightarrow Speicheldrüse; HBL-100 \rightarrow Brust) erzeugt. Bereits im Jahre 2015 konnten die Wissenschaftler zeigen, dass die Behandlung von den aus Tumoren hergestellten Zellkulturen mit 1h Thomas-EMF/Tag zu einer 30–40% Reduktion der Zellteilung führte. Außerdem konnten sie identifizieren, dass Ca^{2+} vermehrt in die Zellen aufgenommen wurde. Im Gegensatz dazu veränderte sich die Zellteilung der Zelllinien aus gesundem Gewebe nicht. Nun wollten die Wissenschaftler die molekularen Zusammenhänge besser verstehen und analysierten verschiedene Signalübertragungskaskaden. Diese beschreiben eine intrazelluläre Antwort auf ein extrazelluläres Signal. So können extrazelluläre Moleküle, wie z.B. Hormone oder Neurotransmitter (Liganden), an Rezeptoren auf der Zellmembran einer Zelle andocken. Dies kann zu einer Konformationsänderung des Rezeptors führen, wodurch intrazelluläre Prozesse ausgelöst werden und die Zelle reagiert auf den Reiz. Am Ende der Signalkaskade können z.B. Transkriptionsfaktoren stehen, welche die Ableserate bestimmter Gene erhöhen oder vermindern können. Zentrale Schlüssel-moleküle bei der Signaltransduktion sind Proteinkinasen. Diese phosphorylieren weitere Proteinkinasen (Signalkaskade) und schließlich Ef-

fektormoleküle (z.B. Transkriptionsfaktoren), wodurch diese aktiviert werden. (vgl. ElektromogReport April 2018 – 2,45 GHz vermindern kognitive Fähigkeiten bei Mäusen). Die Wissenschaftler untersuchten zunächst die Auswirkung von cyclischem Adenosinmonophosphat (cAMP) auf die Zellteilung. Neben anderen physiologischen Funktionen reguliert cAMP die Aktivität der Proteinkinase A.

Bemerkenswerter Weise führte die Aktivierung von cAMP dazu, dass die Zellteilung von bösartigen Zellkulturen trotz Thomas-EMF unverändert blieb. Es wurden B16-BL6, MDA-MB-231 sowie MCF-7 Zellkulturen untersucht und bei allen dreien wurde die 30–40% Reduktion der Zellteilung durch das Thomas-EMF aufgehoben. Interessanter Weise zeigte die Hemmung von cAMP dasselbe Ergebnis: das Aufheben der Zellteilungsreduktion. Im Gegensatz dazu führte die Behandlung von nicht-bösartigen HBL-100 mit sowohl cAMP-Aktivator als auch -Hemmer zu keiner Veränderung im Zellwachstum. Laut Autoren weist dies darauf hin, dass eine optimale Konzentration von cAMP notwendig ist, um Zellteilung zu fördern. Nach cAMP fassten die Autoren die ERK-Signalkaskade ins Auge, welche u. a. auch die Zellteilung reguliert. Sie hemmten eine wichtige Komponente der Signalkaskade, wiederum in B16-BL6, MDA-MB-231 und MCF-7 Zellen. Dies führte lediglich zu einer Reduktion des Zellwachstums um 13–22 % gegenüber der Kontrolle. Mit anderen Worten wurde die Wirkung des Thomas-EMF um 40–60 % vermindert. Hervorzuheben ist, dass Thomas-EMF die ERK-Phosphorylierung in verschiedenen bösartigen Zelllinien, unter anderem bei B16-BL6, MDA-MB-231 und MCF-7, um den Faktor 1,6–2,6 erhöht. Bei gutartigen Zelllinien bleibt die ERK-Phosphorylierung durch die Einwirkung von Thomas-EMF unverändert. Zu guter Letzt untersuchten die Wissenschaftler die Auswirkungen der Proteinkinase A (PKA) auf die Behandlung mit Thomas-EMF. Die Aktivität dieser Proteinkinase wird durch cAMP reguliert. PKA selbst kann Zellteilung und ERK-Phosphorylierung beeinflussen. Die Arbeitsgruppe modifizierte B16-BL6-Zellen so, dass diese entweder immer aktives, immer inaktives oder lediglich die regulatorische Untereinheit von PKA bilden konnten. Sowohl B16-BL6-Zellen mit immer inaktiver Form als auch mit regulatorischer Untereinheit zeigten dasselbe Verhalten wie unmodifizierte B16-BL6-Zellen bezüglich ihrer verringerten Zellteilung und der 2fach erhöhten ERK-Phosphorylierung. Die Zellen, welche lediglich die immer aktive Form von PKA bilden konnten, wiesen keinerlei Reaktion auf die Behandlung mit Thomas-EMF auf. Auch die ERK-Phosphorylierung war in diesen Zellen nicht erhöht. Die Wissenschaftler stellen die These auf, dass die Behandlung von Tumorzelllinien mit Thomas EMF zu einer erhöhten Ca^{2+} -Konzentration innerhalb der Zelle führt. Diese wiederum verändert die cAMP Konzentration. cAMP aktiviert daraufhin ERK-Phosphorylierung, vermutlich vermittelt durch PKA. Laut den Autoren zeigen ihre Ergebnisse, dass niederfrequente, modulierte elektromagnetische Felder Signalwege verändern können, die wiederum für die Kontrolle von Zellteilung verantwortlich sind. EMF seien also potenziell in der Lage, das Verhalten von Zellen zu verändern, und könnten genutzt werden, um Therapiemöglichkeiten für verschiedene Krankheiten einschließlich Krebs zu entwickeln.

(RH)

Quelle:

Buckner CA, Buckner AL, Koren SA, Persinger MA, Lafrenie RM (2018): Exposure to a specific time-varying electromagnetic field inhibits cell proliferation via cAMP and ERK signaling in cancer cells. *Bioelectromagnetics* 39 (3), 217–230