

Wirkung niederfrequenter Magnetfelder

50-Hz-Felder beeinflussen die Chromatin-Konformation

In menschlichen Lymphozyten wird das Chromatin durch 50-Hz-Magnetfelder in seiner Konformation verändert. Die Veränderungen traten bei 5–20 μT auf, abhängig vom momentanen Konformationszustand des Chromatins, der magnetischen Flussdichte und der Temperatur während der Feldeinwirkung.

Es gibt keine klaren Vorstellungen, wie die Kombination von statischen und Wechselfeldern biologische Wirkungen entfalten. Die Magnetfelder haben Frequenzfenster, man kennt Resonanzerscheinungen, die oft übereinstimmt mit den Zyklotron-Frequenzen von Ca^{2+} -Ionen und anderen biologisch relevanten Ionen. 50-Hz-Felder können mit Feldstärken bis zu 20 mT im Arbeitsbereich auftreten, deshalb sind sie besonders von Bedeutung. Frühere Experimente hatten ergeben, dass die Chromatin-Konformation bei *E. coli* und in menschlichen Lymphozyten von der Frequenz abhängt. Dies wurde mit der Methode der AVTDs (anomalous viscosity time dependencies) in einem Viskometer gemessen, die eine Methode zur Bestimmung der DNA-Kondensation und der Bindung zwischen der DNA und den Chromatin-Proteinen darstellt. Nun sollte die Abhängigkeit von der Feldstärke der Wechselfelder ermittelt werden, die im in der normalen Umgebung auftreten können. Die Lymphozyten wurden aus peripherem Blut von zwei gesunden männlichen Spendern, 40 und 23 Jahre alt, isoliert. Die Zellen wurden Magnetfeldern zwischen 5 und 20 μT 15–180 Minuten ausgesetzt; immer zur gleichen Tageszeit, um Unterschiede im Tagesrhythmus der Personen auszuschließen. Die Hintergrundfelder betragen maximal 50 nT. Die Scheinbestrahlung wurde als Doppelansatz, die befeldeten Proben 3-fach gemessen. Die Zellen wurden anschließend aufgelöst und die Wanderungsgeschwindigkeit des Chromatin-DNA-Komplexes im rotierenden Viskometer gemessen und im Computer aufgezeichnet. Die Wanderungsgeschwindigkeit ist abhängig von der Konformation der Makromoleküle, dem Molekulargewicht und der Anzahl der Proteine, die an die DNA gebunden sind. Konformationsänderungen des Chromatins sind unspezifische Zellreaktionen auf äußere Reize, z. B. ionisierende Strahlung und Gifte, die die DNA schädigen. Sie bewirken eine Entspannung des Chromatins, weil das DNA-Molekül aufbricht. Dagegen bewirken leichte Stressfaktoren wie Hitzeeinwirkung, die nicht die DNA schädigen, eine Kondensation (Zusammenziehen) des Chromatins. Mehrere Experimente haben gezeigt, dass ein Anstieg der AVTD durch die Entspannung (Relaxation) der DNA-Domänen verursacht wird, und umgekehrt bewirkt eine Kondensation eine Abnahme der AVTD.

Die Überlebensrate der Zellen betrug bei beiden über 97 %. Während der Feldbehandlung betrug der Temperaturunterschied in allen Proben nicht mehr als 0,1 °C. Die anfängliche Chromatinkonformation in den Zellen von Spender A variierte stark, während sie bei Spender B relativ stabil war. Deshalb wurden die beiden Proben getrennt analysiert. Die meisten Experimente wurden bei 1 Stunde und 7–20 μT durchgeführt. Signifikante Unterschiede zu den Kontrollen zeigten sich bei Spender A bei 7 und 16 μT und bei Spender B bei 10 und 11 μT . Bei Spender A wurde anschließend der Zusammenhang zwischen Magnetfeldstärke und dem Kondensationszustand des Chromatins untersucht. Bei 7, 10, 11 und 15 μT entstand eine statistisch signifikante Entspannung des Chromatins in Zellen, die anfänglich kondensiertes Chromatin enthielten. Bei anfänglich entspanntem Chromatin wurde kondensiert durch

10 und 15 μT . Die Magnetfelder kondensierten das entspannte Chromatin und entspannten das kondensierte Chromatin. Die stärkste Wirkung, das ist 30 % Kondensation und 50 % Entspannung, erfolgte bei Spender A bei 15 μT . Eine Ausnahme war bei 16 μT , da wurde das entspannte Chromatin weiter dekontensiert. Bei Spender B erfolgte nur Chromatin-Entspannung, bei 10 und 11 μT , mit geringerer Variation. Das ist darauf zurückzuführen, dass das Chromatin anfangs sehr kompakt war. Während der Experimente variierte die Raumtemperatur zwischen 15 und 25 °C. In diesem Temperaturbereich wird die Membranstruktur unterschiedlich durch elektromagnetische Felder beeinflusst. Deshalb wurde analysiert, ob es einen Zusammenhang zwischen Kondensationszustand, Temperatur und Einwirkung des Magnetfeldes gibt. Bei Spender A war dies der Fall, bei Spender B nicht. Bei Spender A wurde das Chromatin immer kompakter mit abnehmender Temperatur.

Diese Studie bestätigte frühere Ergebnisse, dass menschliche Lymphozyten individuell auf niederfrequente Felder reagieren. Die Studie zeigt auch, dass die anfängliche Konformation entscheidend dafür ist, wie das Chromatin auf die Feldeinwirkung reagiert. Es gab signifikante Unterschiede zwischen den beiden Spendern schon bei den Kontrollzellen. Es gibt wohl individuelle Unterschiede oder es ist entscheidend, in welchem Zustand sich das Chromatin zum Zeitpunkt der beginnenden Feldeinwirkung befindet. Die Wirkung von Hitzeschocks auf die Chromatin-Konformation ist bekannt. Während die Kondensation des Chromatins bei 40–42 °C erfolgt, resultiert Erhitzung auf 44 °C in Entspannung des Chromatins. Die Temperatur, bei der das Chromatin von dem einen in den anderen Zustand (von der Kondensation zur Entspannung) übergeht, variiert zwischen Individuen und abhängig von Status des Chromatins. Hier wurde zum ersten Mal gezeigt, dass eine ähnliche Kondensation bei menschlichen Lymphozyten schon bei weniger als 25 °C beobachtet werden kann, zumindest bei einem Spender. Alle Daten zusammengenommen zeigen, dass der Phasenübergang der Chromatinstruktur bei 50 Hz wohl im Temperaturbereich von 15–25 °C passiert. Dabei könnte die gesamte Zellstruktur betroffen sein einschließlich der Zellmembran. Dass die Wirkung hier nur bei einem Spender auftrat, passt zu früheren Ergebnissen.

Quelle: Sarimov R, Alipov ED, Belyaev IY (2011): Fifty Hertz Magnetic Fields Individually Affect Chromatin Conformation in Human Lymphocytes: Dependence on Amplitude, Temperature, and Initial Chromatin State. *Bioelectromagnetics* 32, 570–579

Mobilfunkindustrie und Gesundheit

Warnungen und Entwarnungen

Einige Medien geben Entwarnung bezüglich der Gesundheitsgefahren durch Mobilfunkstrahlung, gleichzeitig werden unabhängige und wenige öffentliche Institutionen aktiv. Die einen warnen vor übermäßigem Gebrauch des Mobiltelefons, andere geben Empfehlungen zum Umgang mit niederfrequenten Feldern.

Wenn die ersten Weihnachtssüßigkeiten in den Supermärkten auftauchen, starten auch die Kampagnen der Mobilfunkindustrie, die das Handy für Kinder auf den Gabentisch befördern wollen – so präzise wie die Ölkonzerne die Preise für Benzin vor Ferien und Feiertagen erhöhen. Die Bundesregierung treibt über die Bundesnetzagentur zusammen mit den Lizenznehmern den Ausbau der 4. Generation der Telekommunikation (LTE) voran (s. S. 4) und das Weihnachtsgeschäft beginnt. Da passt es nicht ins Konzept, wenn unabhängige Forschung elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk und anderen Hochfrequenzquellen biologische Wirkungen zuschreiben. So