

Zellforschung

Osteoblasten reagieren unterschiedlich auf Wellenformen

Die Wellenform von 50-Hz-Feldern bestimmt, welche Ergebnisse Experimente erzielen. Die Wirkung 4 verschiedener Wellenformen auf Differenzierung, Wachstum, Mineralisation und Genexpression ist unterschiedlich.

Osteoporose nimmt zu aufgrund des zunehmenden Alters der Bevölkerung weltweit zu und man weiß, dass Behandlung mit EMF Knochenstruktur und Schmerzen bei Osteoporose verbessern kann. Die Wirkung elektromagnetischer Felder auf Wachstum und Differenzierung von Osteoblasten ist nicht eindeutig geklärt; wird das Zellwachstum (Anstieg der Zellzahl) oder die Zelldifferenzierung erhöht? Neben Zellart, Feldintensität, Frequenz und Einwirkdauer könnte auch die Wellenform eine Rolle spielen bei den unterschiedlichen Ergebnissen. Das sollte hier getestet werden. Man kultivierte primäre Osteoblasten von Ratten, die in 5 Gruppen zu je 6 Ansätzen aufgeteilt wurden. Die Felder von 50 Hz und 1,8 mT wirkten 30 Minuten pro Tag für 3, 6, 9 und 12 Tage ein. Die Gruppen bestanden in Kontrolle, Sinus-, Dreieck-, Rechteck- und Sägezahn-Wellen. Untersucht wurden Alkalische Phosphatase (ALP), Calciumeinlagerung in die Knochen (Mineralisierung) und die Expression der Gene für den Knochenaufbau. Es stellte sich heraus, dass die Zellvermehrung durch die Rechteck-Wellen signifikant erhöht war, die Sinuswellen verringerten das Wachstum in Bezug auf die Kontrollen. Bei ALP zeigte die Aktivität signifikanten Anstieg nach 9 Tagen durch Dreieck- und Sinuswellen, nach 12 Tagen war die Aktivität geringer. Die Sägezahn- und Rechteckwellen unterschieden sich nicht von den Kontrollen. Calciumeinlagerung unterschied sich nach 3 und 6 Tagen nicht von den Kontrollen, nach 9 und 12 Tagen jedoch signifikant bei Dreieck- und Sinuswellen, und nach 12 Tagen zusätzlich bei Sägezahnwellen. Zu den molekularen Mechanismen: Die RNA-Expression der Osteogenese-Gene war bei Sägezahn-, Sinus- und Dreieckwellen signifikant höher als bei den Kontrollen, nach 24 Stunden für Runx-2, Sinus- und Dreieckwellen. Für Igf Sinus- nach 72 Stunden, für Dreieckwellen nach 72 und 96 Stunden; bei Opg Sinus- und Dreieckwellen ebenfalls nach 72 und 96 Stunden. Zusammengefasst ergibt sich: Sinuswellen hemmen und Rechteck-Wellen steigern das Osteoblastenwachstum, Sinus- und Dreieckwellen steigern die Differenzierung und Mineralisierung, am stärksten die Dreieckform. Soweit bekannt, werden 1,8 mT in keinem medizinischen Gerät angewendet, man könnte sie als Referenzwerte einsetzen.

Quellen: 1. Zhou J, Wang JQ, Ge BF, Ma XN, Ma HP, Xian CJ, Chen KM (2014): Different Electromagnetic Field Waveforms Have Different Effects on Proliferation, Differentiation and Mineralization of Osteoblasts In Vitro. *Bioelectromagnetics* 35, 30–40

Hochfrequenzbelastung

Messwerte von Hochfrequenzstrahlung in Schweden

Eine neue Messmethode wird vorgestellt, die zeitsparend und frequenzselektiv von einem Auto aus Daten liefert. Gemessen wurden Feldstärken von 30 MHz–3 GHz, die Messungen wurden in ländlichen, städtischen und innerstädtischen Gebieten in Schweden durchgeführt. Die Messwerte unterschieden sich stark, sie lagen zwischen 16, 270 und

2400 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ in den 3 Gebieten. Die Messwerte können auf andere Länder übertragen werden, da fast überall dieselben Infrastrukturen vorliegen.

Die Bevölkerung ist vielen verschiedenen Frequenzen von künstlichen Feldern im öffentlichen Raum ausgesetzt. Das neue Messsystem ermöglicht eine schnelle Messung über ein großes Gebiet, so dass man leicht einen Überblick über die Einhaltung der Grenzwerte oder die Feldstärken einzelne Quellen erhalten kann. Eine Stadt mit 15.000 Einwohnern und einer Strecke von 115 km kann an einem Tag durchgemessen werden, wenn die Geschwindigkeit des Fahrzeugs 6 m/sec. beträgt. Um die Belastung mit Frequenzen von 30 MHz–3 GHz im Außenbereich feststellen zu können – in dem Bereich senden die meisten Funkanwendungen –, wurden die Antennen auf dem Dach eines Autos montiert. Alle Messungen wurden im Jahr 2012 am Tag zwischen 8.00 und 18.30 Uhr in ländlichen, städtischen und innerstädtischen Gebieten in Schweden vorgenommen. Eine Kleinstadt, Ljungby, wurde komplett, die anderen Städte teilweise abgedeckt, und zwar in Stadt- und Industriegebieten sowie innerhalb der Innenstädte. 10–20 % der Messungen erfolgten im Stillstand des Fahrzeugs (Ampel usw.).

Die Hauptquellen in Stadt- und Innenstadtgebieten waren die Mobilfunkanlagen. Das arithmetische Mittel in ländlichem Gebiet 230, im Stadtgebiet 1500, in der Innenstadt von Stockholm 6700 und in der Innenstadt einer Kleinstadt ca. 3200 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Der Median betrug entsprechend 16, 270, 2600 und ca. 1500 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Zum Vergleich: FM-Radiosender (87,5–108 MHz) strahlen 1,1, 47 und 13 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ ab, TETRA (380–385 und 390–395 MHz) 3,0, 5,4 und 6,0 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

Die mittlere Feldstärke von 173.323 Messungen weltweit beträgt 0,73 mW/m², wenn es auch Abweichungen bei den Messungen in den Frequenzbereichen und den Meßmethoden gab.

Es gibt einige Fehlermöglichkeiten. Hauptsächlich kann eine sich bewegende oder sporadisch pulsierende Quelle auftreten und eine einzelne Messung einer Basisstation kann Über- oder Unterbewertung bedeuten, je nachdem, ob ein hohes Aufkommen erfasst wurde oder nicht. Dies wird durch die große Anzahl der Messungen minimiert. Geht man davon aus, dass das Fahrzeug in den Innenstädten langsamer fährt, führt das zu einer höheren Probenrate als in den Außenbezirken, und wenn man weiter annimmt, dass die Feldstärken dort höher sind, kann das eine zu hohe Bewertung der Feldstärken bedeuten. Die Geschwindigkeit des Autos kann die Messwerte beeinflussen, deshalb wurden Messungen mit 0, 10, 20 und 30 km/h bei 862,5, 2015 und 2484 MHz durchgeführt. Es ergaben sich keine Beeinflussungen durch die Geschwindigkeit. Reflexionen vom Autodach wurden minimiert durch Absorber, die Eichung der Ausrüstung wurde durch eine Behörde vorgenommen, der Einfluss des Fahrzeugs ist minimal. Andere Fehlerquellen sind aufgrund der großen Anzahl von Messwerten zu vernachlässigen, deshalb kann die Messmethode gute Daten liefern.

Quelle: Estenberg J, Augustsson T (2014): Extensive Frequency Selective Measurements of Radiofrequency Fields in Outdoor Environments Performed with a Novel Mobile Monitoring System. *Bioelectromagnetics* 35, 227–230

Kurzmeldungen

Hirntumore durch Mobilfunknutzung

Die Frage, ob Mobilfunk bestimmte Hirntumorarten hervorruufen kann, wird immer noch kontrovers diskutiert. Hier sollte untersucht werden, ob es einen Zusammenhang zwischen primären Tumoren des Zentralnervensystems bei Erwachsenen (Gliome und Meningeome) und Mobilfunknutzung gibt. Die so