

Hormonartige Wirkung von gepulsten Feldern?

Die Wissenschaftler gingen der Frage nach, auf welche Weise gepulste elektromagnetische Felder (PEMF) die Beschleunigung der Knochenheilung ermöglichen. Der Wirkungsmechanismus wurde im Vergleich zu den Hormonen Insulin und Parathormon (einem Hormon der Nebenschilddrüse) untersucht. PEMF induzieren in der Zelle eine ähnliche Signalübertragung.

Gepulste elektromagnetische Felder werden zur Heilung von Knochen eingesetzt, aber die zugrunde liegenden Mechanismen auf zellulärer und molekularer Ebene sind unbekannt. Parathormon wird bei Osteoporose und zur besseren Heilung von Brüchen verabreicht. Von Insulin ist bekannt, dass es eine wichtige Rolle beim Knochenaufbau spielt. Deshalb sollte in diesen Experimenten untersucht werden, ob es bei diesen drei Maßnahmen – Insulin, Parathormon und PEMF – vergleichbare Wirkungen gibt. Die Forscher gehen von der Hypothese aus, dass PEMF die drei Signalmoleküle durch Phosphorylierung aktivieren, die auch bei Insulin und Parathormon eine Rolle spielen. Deren Zusammenwirken beschleunigt den Knochenaufbau bzw. die Knochenheilung. Es gibt drei Signalmoleküle in den Zellen, von denen man weiß, dass sie beim Knochenaufbau mitwirken: Ein Insulinrezeptor, ein Enzym für die Bildung von Stickstoffoxid (ohne das die Knochen deformiert werden) und eine Maschinerie der Zelle, die die Proteine aufbaut: die Ribosomen. Von den Ribosomen muss die S6-Untereinheit phosphoryliert werden, damit Insulin seine Knochenbildende Wirkung entfalten kann. (Phosphorylierung bestimmter Moleküle bedeutet deren Aktivierung, d. h. Energieübertragung. Die Energie ist nötig, damit chemische Reaktionen ablaufen können.) Hinter der heilenden Einwirkung von PEMF könnte ebenso eine Phosphorylierung bestimmter Schlüsselmoleküle stecken. Gemessen wurde der Grad der Phosphorylierung der drei Moleküle, was die Geschwindigkeit anzeigt, mit der ein Stoffwechselprozess ablaufen kann.

Eine Zelllinie von Osteoblasten der Ratte wurde mit einem im Handel erhältlichen Therapiegerät bestrahlt und anschließend mit verschiedenen Reagenzien getestet. Nach 2,5, 10 und 30 Minuten wurden jeweils Proben entnommen und der Grad der Phosphorylierung (Aktivierung) gemessen. Ergebnisse:

1. Insulin phosphoryliert IRS in den ersten 10 Minuten um das Fünffache, nach 30 Minuten nur noch um das Zweifache. PEMF steigerten die Phosphorylierung in 30 Minuten um das 2–3-Fache.
2. Die Stickstoff-Monoxid(NO)-Synthase wird durch PEMF-Einwirkung signifikant aktiviert, Insulin und Parathormon haben geringere Wirkung. Wenn dieses Enzym fehlt, entstehen Knochenfehlbildungen.
3. die Ribosomen-Untereinheit S6 wird durch PEMF aktiviert. Auch Insulin und Parathormon steigern die Aktivität von S6.
4. Auf andere getestete Signalmoleküle hatten PEMF keine insulin- und parathormon-ähnliche Wirkung.

Mit diesen Experimenten wurde herausgefunden, dass PEMF ähnliche Wirkung wie Insulin und Parathormon haben. PEMF stimulieren verschiedene Signalmoleküle, das heißt, die Zellen erkennen den physikalischen Reiz und reagieren sofort darauf, ähnlich wie auf die Hormonwirkung des Insulins und des Parathormons. Die Wirkung liegt nach Meinung der Autoren in

der Aktivierung der Ribosomen-Untereinheit S6. Wie die Zelle die Strahlung erkennt und aufnimmt, ist unklar. Es ist auch nicht bekannt, ob die elektromagnetischen Felder die Zellmembran durchdringen können oder ob ein Rezeptor in der Membran den Reiz nach innen weiterleitet.

Quelle:

Schnoke M, Midura RJ (2007): Pulsed Electromagnetic Fields Rapidly Modulate Intracellular Signalling Events in Osteoblastic Cells: Comparison to Parathyroid Hormone and Insulin. Journal of Orthopaedic Research 25 (7), 933–940

Zellforschung zu Hochfrequenz

Wirkungsmechanismus von Mobilfunkstrahlung

Mobilfunkstrahlung von 800–950 MHz induziert in wenigen Minuten eine Antwort an der Zelloberfläche von HeLa- und Rat1-Zellen (Zelllinien aus menschlichen Gebärmutterhalskrebszellen und Fibroblasten von Ratten). Es kommt zu einer Kaskade von Reaktionen, die schließlich innerhalb der Zellen zu Veränderungen führt. Die Wirkung ist eindeutig nicht-thermischer Art. Die Wissenschaftler schlagen ein Modell vor, das die Wirkungsweise erklären kann.

Seit einigen Jahren gibt es detaillierte Ergebnisse zur Wirkung von Hochfrequenzstrahlung auf Zellprozesse. Die Mechanismen sind aber nur unzureichend bekannt. Mehrere Gene werden durch Hochfrequenzstrahlung im nicht-thermischen Bereich aktiviert. Es gibt einige Vorschläge, wie die Prozesse in den Zellen vor sich gehen könnten. Diese Vorgänge können von der so genannten mitogen-activated protein kinase (MAPK)-Kaskade aktiviert werden, die eine zentrale Signalkette darstellt, von der fast alle Zellprozesse gesteuert werden. Um diese Zellprozesse weiter aufzuklären, wurden hier viele verschiedene Variationen ausprobiert. Die Zellkulturen wurden bei verschiedenen Frequenzen (800, 875 und 950 MHz) und Intensitäten (0,005 bis 0,3 mW/cm²) zwischen 5 und 30 Minuten untersucht. Zusätzlich gab es Experimente mit isolierten zytoplasmatischen Membranen, um herauszufinden, ob an den Reaktionen Membran- oder Zytoplasma-Strukturen mitwirken. Die Ergebnisse zeigen folgendes Bild: Durch die Mobilfunkstrahlung erfolgt die Aktivierung eines Membranbestandteils, des Enzyms NADH-Oxidase, und dies führt zur Bildung von reaktiven Sauerstoffmolekülen (ROS). Die ROS aktivieren andere Membranbestandteile und über mehrere Schritte wird ein Membranprotein aktiviert, das die Signale in das Zellinnere leitet. Diese Reaktionen sind ähnlich denen, die bei UV-Strahlung entstehen und finden auch an isolierten Membranen statt. Im Zellinnern wird dann die MAPK-Signalkette aktiv. Diese beeinflusst Zellprozesse wie Teilung, Differenzierung, Apoptose und Stressreaktionen.

Ein wichtiges Ergebnis ist, dass die Reaktionszeit sehr kurz und die Intensität der Strahlung sehr gering ist. Schon nach 2 Minuten treten die Effekte auf bei einer Leistungsflussdichte von 0,005 mW/cm². Dies ist eine Sofortreaktion auf Mobilfunkstrahlung, die bisher nicht bekannt war. Die bekannten Stressreaktionen treten erst nach ca. 4 Stunden auf. Diese Arbeit zeigt zum ersten Mal genauere Vorgänge an der Zellmembran und der Weiterleitung in die Zelle.

Quelle:

Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, Schiff Y, Seger R (2007): Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochemical Journal 405, 559–568