

35-GHz-Strahlung verändert Zellmembranen und Chromatin

Menschliche primäre Zellen aus der Mundschleimhaut reagieren auf die Bestrahlung mit Hochfrequenz (35 GHz) unterschiedlich stark, abhängig von der Polarisierung der Wellen. Auch das Alter der Person spielt eine Rolle. Sowohl die DNA als auch die Zellmembranen sind von dieser biologischen Wirkung betroffen. Es kommt zu Schädigungen, die die Funktion von DNA und Zellmembranen einschränken.

Vor dem Hintergrund, dass es mehrere Arbeiten gibt, die einen Anstieg von Tumorerkrankungen des Nervensystems, Zell- und Chromosomenschäden im Zusammenhang mit Hochfrequenzstrahlung gefunden haben, wollte man einen Beitrag leisten zur Aufklärung der zugrunde liegenden Mechanismen, da diese noch immer nicht ganz klar sind. Ziel dieser Arbeit war zu untersuchen, ob die Polarisierung von Mikrowellen der Wellenlänge 35 GHz unterschiedliche Wirkung hat. Dafür wurden primäre (frisch gewonnene) Zellen aus der Mundschleimhaut im Bereich der Wangen von 5 männlichen Probanden verschiedenen Alters (21, 19, 19, 35 und 51 Jahre, alle Nichtraucher) auf einen Objektträger gebracht (mehrere 1000 Zellen), bestrahlt und anschließend sofort gefärbt, um einerseits die Überlebensrate zu bestimmen und andererseits die Durchlässigkeit der Zellmembranen und die Bildung des Heterochromatins zu erfassen. Von jedem Ansatz wurden 100 Zellen im Mikroskop betrachtet. Die Veränderungen in der Membrandurchlässigkeit wurden im Elektronenmikroskop beurteilt. Alle Experimente wurden 3-fach als unabhängige Ansätze durchgeführt. Die Bestrahlung erfolgte mit linear polarisierten und zirkular links und rechts polarisierten 35-GHz-Feldern. Die Bestrahlung dauerte 10 Sekunden, was einer Leistungsflussdichte von $30 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ entsprach. Während der Bestrahlung waren keine Temperaturänderungen zu verzeichnen. Für die Bestimmung des Verhaltens des Heterochromatins hatten die Wissenschaftler schon vor Jahren einen speziellen Index entwickelt, die so genannte Heterochromatin-Granula-Qualität (HGQ). Dahinter steht die Beobachtung in früheren Experimenten, dass nach Hochfrequenzeinwirkung vermehrt Granula (durch Färbung sichtbar gemachte „Körnchen“) in den Zellkernen auftreten, die bevorzugt im Bereich der Kernmembranen angeordnet sind. Diese Granula entstehen durch die starke Kondensation des Heterochromatins (angefärbt mit dem klassischen Farbstoff Orcein, der gleichzeitig zur Darstellung der Vitalität von Zellen benutzt werden kann).

Die Ergebnisse zeigten auch in diesen Experimenten eine starke Kondensation des Heterochromatins im gesamten Zellkern. Es kam zu einem signifikanten Anstieg der HGQ bei allen Probanden gegenüber den unbestrahlten Kontrollen, die bei den älteren Spendern stärker ausgeprägt war. Das deckt sich mit früheren Ergebnissen, wonach es eine altersabhängige Erhöhung der HGQ gibt. Teilweise hatten die links-polarisierten Mikrowellen eine geringere Wirkung, teilweise die linearen. Die Untersuchung der Veränderungen an den Zellmembranen durch 35-GHz-Strahlung erbrachte einen signifikanten Anstieg der Membrandurchlässigkeit. Nach Einwirkung des linear polarisierten 35-GHz-Feldes konnten in den Kontrollen zwischen 50 und 70 % intakte Membranen nachgewiesen werden, bei den bestrahlten Zellen hingegen nur zwischen 5 und 10 %.

Die Wirkung der Mikrowellen beruht möglicherweise auf der Wechselwirkung zwischen DNA und den umgebenden Proteinen. Die Chromatinkondensation könnte die mutagene Wir-

kung erzeugen, denn bekannt ist, dass die Chromatinkondensation zu erhöhter Mutationsbereitschaft führt. Die Hypothese ist, dass die elektromagnetischen Felder an spezifischen Stellen im Genom die Initiation der DNA-Transkription hervorrufen, indem eine direkte Wechselwirkung zwischen den DNA-Elektronen und den Hochfrequenzstrahlen erfolgt. Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Zellen für verschieden polarisierte Mikrowellen kann als eine Folge der Asymmetrie der biologischen Moleküle, vor allem der DNA, aber auch des Heterochromatins interpretiert werden. DNA-Moleküle sind rechts herum gewundene Spiralen, und deren Wechselwirkung mit zirkular polarisierten Wellen könnte andere Auswirkungen haben als mit linearen. Die gefundenen Effekte sind Stressreaktionen der Zellen. Die Ergebnisse zeigen deutlich biologische Wirkungen von 35-GHz-Strahlung auf menschliche Schleimhautzellen. Geringe Feldstärken der Mikrowellen erzeugen Chromatinkondensation und Schäden an Zellmembranen.

Quelle:

Shckorbatov YG, Pasiuga VN, Kolchigin NN, Grabina VA, Batrakov DO, Kalashnikov VV, Ivanchenko DD, Bykov VN (2009): The influence of differently polarised microwave radiation on chromatin in human cells. International Journal of Radiation Biology 85 (4), 322–329

Krebstherapie mit EMF

Krebsbekämpfung mit tumorspezifischem Biofeedback

In dieser Arbeit wurde mit viel Aufwand untersucht, welche Frequenzen bei einzelnen Tumorarten spezifisch auf den Tumor ansprechen. Man wollte die Möglichkeit eruieren, elektromagnetische Felder als neuen diagnostischen und therapeutischen Ansatz bei Krebs zu nutzen.

Weil man aus Zell-Experimenten weiß, dass schwache elektromagnetische Felder das Krebszellwachstum verändern, kam die Idee auf, diese Wirkung zur Krebsbekämpfung auszunutzen. Diese Studie wurde durchgeführt, um tumorspezifische Frequenzen zu identifizieren, und die Möglichkeit der Therapie-Anwendung an Patienten mit fortgeschrittener Tumorerkrankung herauszufinden. Zur Bestimmung der tumorspezifischen Frequenzen wurde die Methode des Biofeedbacks eingesetzt, eine nicht-invasive Technik, Patienten mit verschiedenen Tumorarten zu untersuchen und zu therapieren.

An 163 Patienten (76 weibliche, 87 männliche, 19–84 Jahre, Durchschnitt 59 Jahre) wurden 1524 Frequenzen ausgetestet im Bereich von 0,1 Hz–114 kHz. Die häufigsten Fälle waren Leberkarzinom (46), Brust- (32), Darm- (19) und Prostatakrebs (17) sowie Fälle von weiteren 11 Krebsarten. Die Messsonde wird an der Mundschleimhaut angebracht. Zunächst wurde jeder Test in Schritten von 100 Hz durchgeführt. Wenn eine Reaktion erfolgte, wurde die Frequenz genauer bestimmt. Jede Untersuchung dauerte etwa 3 Stunden, alle Patienten wurde 3-mal untersucht. Gemessen wurden Hautwiderstand, Puls und Blutdruck.

Als Ergebnisse kam heraus, dass es viele wirksame Frequenzen gibt. Je weiter die Erkrankung fortgeschritten war umso mehr Frequenzen werden gefunden. Die meisten waren spezifisch für einen Tumortyp, manche gemeinsam für 2 oder mehrere Tumorarten. Ein Patient mit Schilddrüsenkrebs hatte z. B. 112 Frequenzen, davon waren 79,5 % Schilddrüsen-spezifisch. Bei einer Patientin (51 J.) mit Eierstockkrebs wurden am Anfang 15, später zusätzliche 11 Frequenzen entdeckt. Die Krankheit war weiter fortgeschritten trotz Chemotherapie. Bei

gleichzeitiger Behandlung mit Chemischen Mitteln und den spezifischen Frequenzen kam es zu einem Stillstand der Krankheit und dem Verschwinden von Symptomen nach 50,5 Monaten.

28 Patienten (30–82 Jahre), deren Tumorerkrankung bereits fortgeschritten war, wurde eine kostenlose begleitende Therapie angeboten. Alle hatten schon Therapien hinter sich. Bei wiederholten Untersuchungen wurden 70 % der früheren Frequenzen wiederentdeckt, wenn die Therapien kaum Erfolge gehabt hatten. Bei Patienten, deren Tumore auf die Therapie angesprochen hatten, waren es nur 20 %. Mit dem Fortschreiten der Krankheit traten auch mehr Frequenzen auf. Die Therapie ist biologisch wirksam, einsetzbar bei fortgeschrittenen Tumorerkrankungen und gut verträglich. Die Behandlungsdauer betrug durchschnittlich 4 Monate (1–50,5 Monate). Als Nebenwirkungen traten Müdigkeit (10 %) und Schleimhautentzündungen (3,6 % bei gleichzeitiger Chemotherapie) auf.

Zwei der Autoren geben bekannt, dass sie ein Patent für ein Gerät angemeldet haben, das zu Diagnose und Therapie von Krebs mit elektromagnetischen Feldern geeignet ist.

Quelle:

Barbault A, Costa FP, Bottger B, Munden RF, Bomholt F, Kuster N, Pasche B (2009): Amplitude-modulated electromagnetic fields for the treatment of cancer: Discovery of tumor-specific frequencies and assessment of a novel therapeutic approach. *J. Experimental & Clinical Cancer Res.* 28, DOI 10.1186/1756-9966-28-51

Magnetfeldrezeption

Magnetkompass der Zugvögel

In diesem Papier werden Ergebnisse aus vielen Experimenten zusammengetragen und analysiert, die sich damit befassen, wie Zugvögel die Orientierung bei ihrem jährlichen Zug in weit entfernte Gebiete er- und behalten. Verschiedene Modelle werden diskutiert, zwei davon werden favorisiert.

Es gibt verschiedene Modelle, welche Mechanismen dafür sorgen, dass Zugvögel ihren Weg finden, den sie zweimal jährlich auf der gleichen Route fliegen müssen. Da der Mensch keine Wahrnehmung für Magnetfelder hat, ist man auf Experimente mit Zugvögeln angewiesen. Diese werden immer im Labor durchgeführt, und aufgrund des Verhaltens der Tiere ausgewertet. Damit erhält man aber keine Aussagen über die physiologischen, physikalischen und molekularen Mechanismen. Zahlreiche Experimente, die mit Mikrowellen durchgeführt wurden, haben zu verschiedenen Modellen geführt, wie der molekulare Mechanismus sein könnte. Zwei Modelle werden zurzeit für die wahrscheinlichsten gehalten: Die beiden schlüssigsten Modelle sind die Magnetorezeption der Tiere, die durch die bei Lebewesen weit verbreiteten eisenhaltigen Minerale ermöglicht wird, das andere Modell postuliert die Bildung von Radikalpaaren unter Einwirkung des Erdmagnetfeldes und noch unbekanntem Rezeptoren, wobei die zusätzlichen Mikrowellen entweder Triplett- oder Singulettbildung entstehen lassen. Dabei wird ein organisches Molekül durch Absorption eines Photons in einen angeregten Zustand überführt und anschließend in 2 Radikale gespalten, wobei deren Elektronenspins ein Triplett bilden. Jetzt kann das Triplett entweder eine Kettenreaktion auslösen, in die die beiden Radikale einbezogen sind, oder das Triplett wird in ein Singulett umgewandelt und die Radikale verbinden sich wieder. Die Umwandlung eines Triplets in ein Singulett geschieht unter Beteiligung von Magnetfeldern; es wird transformiert, wenn Licht und Magnetfelder zusammen einwirken. Berechnungen ergaben, dass das Erdmagnetfeld von 50 μT , obwohl schwach, ausreichen könnte. Die Flugrichtung wird durch die Anord-

nung von bestimmten Proteinen festgelegt, die alle gleich ausgerichtet sind. Ein Protein könnte dafür in Frage kommen, das Cryptochrom, das in der Netzhaut von Vögeln gefunden wurde. Es setzt unter Licht- und Magnetfeldeinwirkung eine Kette von Transformationen in Gang.

Zum 2. Modell: Die Idee, dass Vögel sich mit Magnetorezeption orientieren, kam schon im 19. Jahrhundert auf, als der Mensch den Magnetkompass zu seiner Orientierung nutzte. In den 1980er Jahren kam die Überlegung auf, dass Magnetkristalle in bestimmten Zellen zusammen mit dem Erdmagnetfeld die Orientierung ermöglichen. Dazu kommt der genetisch vorgegebene Jahresrhythmus in den Vögeln, der ihnen sagt, wann sie losziehen sollen. Vögel, die im Käfig gehalten werden, bekommen zu dieser Zeit Reiselust, was sich durch Veränderungen in Physiologie und Verhalten der Vögel bemerkbar macht. Die einsetzende Flugbereitschaft ist auf die ererbte Route ausgerichtet. Die Richtung ändert sich, wenn im Labor das Magnetfeld gedreht wird. Ein kürzlich entdeckter möglicher Magnetorezeptor könnte dies bestätigen. Es ist ein Komplex an den Nervenenden bei Tauben, der große Mengen Eisen enthält, vor allem Fe_2O_3 und Fe_3O_4 (Hämatit und Magnetit) in verschiedenen Kristallformen. Manche haben magnetische Eigenschaften. Man glaubt, dass der Magnetkompass bei den Vögeln im Auge sitzt, denn wenn bei den Tieren das rechte Auge abgedeckt ist, verlieren sie die Orientierung, nicht aber bei Abdecken des linken Auges. So sind, zumindest zum Teil, die Augen bei der Orientierung beteiligt. Neben Sonne und (auch künstlichen) Sternen spielt wohl eine photochemische Reaktion auf der Netzhaut eine Rolle, die auf Magnetfelder anspricht.

Experimente, die den Einfluss von Mikrowellen auf die Magnetfeldorientierung von Vögeln untersuchten, wurden meistens mit Frequenzen von 0,1–10 MHz und durchschnittlich 85 nT durchgeführt. Die Drehung des künstlichen Magnetfeldes betrug 24° zum lokalen Erdmagnetfeld von 46 μT und haben Folgendes ergeben: **1.:** die schwachen magnetischen Wechselfelder vom 0,01-fachen des Erdmagnetfeldes unterbrechen die Orientierung der Vögel. **2.:** dasselbe geschieht bei einem Magnetfeld von 485 nT bei 1–7 MHz, 24° vertikal verschoben. **3.:** eine höhere Empfindlichkeit der Vögel wurde beobachtet bei sehr schwachen Feldern von 1,315 MHz, die 10-fach unter den Feldstärken der anderen Frequenzen lag. **4.:** dieselben Feldstärken, die in Richtung des Erdmagnetfeldes ausgerichtet waren, verursachten keine Unterbrechung der Orientierung, aber wieder zeigten diese 1,315 MHz schwache Wirkung.

Diese Erscheinungen mit Radikalpaarbildung zu erklären, macht keinen Sinn. Die Radikalpaar-Bildung ist aus energetischen Gründen eher unwahrscheinlich, denn die Energie der Elektronenspins und die inneren Kernkräfte sind stärker als die der äußerlich einwirkenden Mikrowellen. So scheint der schlüssigste Mechanismus die Reaktion von eisenoxidischen magnetischen Nanopartikeln in den Zellen zu sein.

Quelle:

Kavokin KV (2009): The Puzzle of Magnetic Resonance Effect on the Magnetic Compass of Migratory Birds. *Bioelectromagnetics* 30, 402–410

Kurzmeldungen

Schrittmacheraussetzer durch Induktions-Reiskocher

Induktions-Reiskocher erfreuen sich immer größerer Beliebtheit in Asien, da der Reis immer gleich gut gelingt. Um die Störfestigkeit eines Herzschrittmachers zu überprüfen, wurde die Chronik des Gerätes angeschaut. Die Aufzeichnungen des bipolaren Herzschrittmachers einer 79 Jahre alten Frau ermög-