

nung, z. B. in der Leber, erreicht werden ohne dass die Therapie durch Hitzewirkung beeinflusst wird.

Ultrakurze elektrische Pulse erzeugen verschiedene physiologische Veränderungen in Zellen wie Calciumströme, Caspase-Aktivierung, Ausscheidung von Phosphatidylserin (PS), Wachstumshemmung in Tumorzellen, Ausschüttung von Calcium aus dem Endoplasmatischen Reticulum und den Mitochondrien, Veränderungen in der DNA-Konzentration. Bei Zellen, die einem externen elektrischen Feld mit Feldstärken über 10 kV/cm und längeren Pulsen (>300 ns) ausgesetzt sind, entsteht immer eine irreversible Elektroporation (veränderte Durchlässigkeit der Membranen), während kürzere Pulse innere Strukturen der Zellen verändern können ohne die Zellmembran zu zerstören. Zellreaktionen auf Elektrizität sind dynamische Prozesse, deshalb wurden hier so genannte Real-Time-Untersuchungen auf Apoptose-Mechanismen und Zellmembranstruktur durchgeführt.

Die verwendeten Zellen waren HepG2-Zellen, einer Zelllinie menschlicher Leberkrebszellen, die mit 10 kV/cm (Frequenz 1 Hz, Dauer bis 500 ns) behandelt wurden. Die Kontrollzellen wurden scheinbestrahlt. Nach der Behandlung wurden Apoptose, die Calciumionenkonzentrationen, das transmembrane Potenzial der Mitochondrien, Elektropermeabilisierung und die Wiederherstellung des Ausgangszustandes nach der Elektropermeabilisierung in den Zellen untersucht.

Ergebnisse: Der Anteil der lebenden Zellen betrug 94,75 % bei den Kontrollen und 72,88 % bei den Zellen, die 60 s elektrische Pulse erhalten hatten. Die Pulsbehandlung steigerte die Zahl der Apoptose-Zellen. Je länger die Pulszeit, desto höher war der Anteil der Apoptose. Je mehr elektrische Pulse erfolgten, desto stärker war die Apoptose. Nach 10-s-Pulsen war die frühe Phase der Apoptose 1,82 % und die späte 8,02 %; nach 60 s Pulsung waren es 16,98 % bzw. 9,63 %. Das besagt, dass die nsPEFs eine signifikante Wirkung auf die frühe Apoptose der Krebszellen haben.

Veränderungen des intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration durch elektrische Pulse: Bei den Kontrollzellen blieben die Werte konstant, nach 20s und 60 s Pulsung gab es sofort einen signifikanten Anstieg und die Konzentration stieg weiter nach Beendigung der Pulsung. Nach der 20-s-Pulsung wurde die höchste Konzentration nach 206 s erreicht, fiel dann ab auf einen festen Wert, der 3,2-fach höher war als der Ausgangswert. Bei 60 s war das Maximum bereits nach 78 s erreicht und blieb 1,75-fach höher als der Ausgangswert.

Wirkung auf das Membranpotenzial der Mitochondrien: Nach der Pulsung nahm das Membranpotenzial drastisch ab, nahm weiter ab nach Beendigung der Pulsung und betrug bei 20 s am Ende nur noch 51,7 % des Eingangswertes und nach 60 s waren es 54,5 %.

Wirkung auf die Elektropermeabilität (Leitfähigkeit, Durchlässigkeit der Zellmembranen): Vor der Pulsung war keine Fluoreszenz in den Zellen zu sehen, nach Anwendung von 10 kV/cm nahmen die Zellen den Farbstoff auf. Bei 20-s-Pulsung erfolgte die erste Färbung nach 3 min bei 6,4 % der Zellen, nach 5 min waren es 11 % und nach 10 min waren 35,5 % der Zellen durchlässig. Nach 60 s Pulsung erfolgte schon nach 1 min die erste Färbung in 53,4 % der Zellen, nach 5 min bei 56,2 % und nach 10 min 56,9 %. Höhere Energie hat somit eine stärkere Wirkung auf die Zellmembranen. Nach 4 Stunden war keine Erholung von der Elektropermeabilisierung eingetreten, was eine irreversible Schädigung anzeigt.

Gestörte Apoptose ist in Krebszellen ein entscheidender Faktor für die Entwicklung eines Tumors. Beim Fortschreiten der Apoptose spielen Mitochondrien eine große Rolle. Elektrische Pulse erzeugen viele Veränderungen in Mitochondrien, z. B. Anschwellen, Bildung von Permeabilitätsporen, Abnahme der

Permeabilisierung und Ionenkonzentrationen zwischen innerer und äußerer Mitochondrienmembran und Ausschüttung von vielen Proteinen (Cytochrome, Caspasen) und Reaktiven Sauerstoffsubstanzen (ROS) vom mitochondrialen Membranzwischenraum in das Zytoplasma. Das ist möglicherweise das Signal, die Apoptose-Kaskade in Gang zu setzen. Eine Abnahme der Permeabilisierung ist der Eintritt in ein irreversibles Programm und der erste Schritt in der Kaskade der Apoptose. Die Ergebnisse sind so zu interpretieren, dass durch die elektrischen Pulse die frühe Apoptose in den HepG2-Zellen eingeleitet wird. Der hohe Ca^{2+} -Einstrom in die Zellen bestätigt die elektrischen Pulse als Apoptose-Auslöser in den Krebszellen. Bekannt ist auch, dass elektrische Nanosekunden-Pulse eher auf Membranen von Organellen wirken als auf Zellmembranen. Die in dieser Studie verwendeten elektrischen Pulse töten Krebszellen durch Einleiten der Apoptose ab, während aus anderen Experimenten bekannt ist, dass andere Feldstärken die Wirksamkeit von Medikamenten erhöhen und damit das Abtöten der Zellen erleichtern. Aber es bleiben die Nebenwirkungen. Und da die nsPEFs intrazelluläre Organellen angreifen, Apoptose einleiten und das Tumorwachstum hemmen, haben sie ein großes therapeutisches Potenzial. Dies könnte bedeuten, dass man keine zellschädigenden Medikamente mehr einsetzen muss, wenn man die passenden Feldstärken und Pulsungen erarbeitet.

Quelle: Xiao D, Yao C, Liu H, Li C, Cheng J, Guo F, Tang L (2013): Irreversible Electroporation and Apoptosis in Human Liver Cancer Cells Induced by Nanosecond Electric Pulses. *Bioelectromagnetics* 34, 512–520

Kurzmeldungen

Genug epidemiologische Brustkrebsforschung

Am 15. September 2013 veröffentlichte das American Journal of Epidemiology einen Kommentar von Maria Feychting vom Karolinska Institut in Stockholm, den sie schon im Februar geschrieben hatte und der im Mai zur Veröffentlichung akzeptiert worden war. Darin plädiert sie für ein Ende der Brustkrebsforschung im Zusammenhang mit niederfrequenten Magnetfeldern. Seit den 1980er Jahren werde geforscht, weil man davon ausging, dass die Felder die Melatoninproduktion unterdrücken, und Melatonin verhindert die Weiterentwicklung von Brustkrebszellen. Die ersten Ergebnisse schienen das auch zu belegen. In vielen nachfolgenden Studien konnte die Vermutung, dass die verminderte Melatoninkonzentration Brustkrebsentwicklung begünstigt, nicht bestätigt werden. Während der vielen Jahre wurden die Methoden immer mehr verbessert, so dass man genauere Aussagen über Dauer und Höhe der Feldexposition treffen konnte. Die jüngste große Studie, veröffentlicht in derselben Ausgabe der Fachzeitschrift (Li W, Ray RM, Thomas DB, et al. Occupational exposure to magnetic fields and breast cancer among women textile workers in Shanghai, China. *American Journal of Epidemiology* 2013), wurde an weiblichen Textilarbeiterinnen in China durchgeführt, und man fand keine Hinweise auf erhöhte Brustkrebsraten. Somit sei weiterer Aufwand auf diesem Gebiet unnötig und man solle Zeit und Kapazitäten auf andere, aussichtsreichere Forschungsgebiete richten, die der öffentlichen Gesundheit mehr nützen und die Forschung voranbringen.

Es bleibt aber bei der Aussage, dass für Kinderleukämie ein erhöhtes Risiko durch erhöhte Magnetfeldexposition besteht. Das war vor Jahren auch der Grund, dass von der WHO niederfrequente Magnetfelder als „möglicherweise Krebs erregend“ eingestuft worden waren. M. Feychting gehört zu den ersten Forschern, die sich mit epidemiologischen Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Hochspannungsleitungen und Krebs

befasst hatten und man fand 1993, dass es ein erhöhtes Risiko für Kinderleukämie gibt, nicht aber für andere Krebsarten.

Quelle: Feychting M (2013): Invited Commentary: Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Breast Cancer – Now It Is Enough! American Journal of Epidemiology, DOI: 10.1093/aje/kwt160

Neue Ausgabe „Kompakt“ von Diagnose-Funk

Die neue Ausgabe hat zwei Schwerpunkte, zum einen den Stand der Forschung zur Gesundheitsgefährdung durch Mobilfunk („Smartphone- & Tablet-Hype, WLAN Hot Spots & Mobilfunkmasten – ein Gesundheitsrisiko?“) und dazu die politische Situation sowie die Forderungen an die neue Bundesregierung. Zum anderen wird die „ZEIT“-Titelgeschichte zu Mobilfunk „Der unsichtbare Feind“ noch einmal thematisiert und analysiert („Über die suggestive Wirkung des relativierenden Journalismus der ZEIT“). „Verkaufte Gesundheit“ ist ein Thema, unter dem die heutige Situation zusammengefasst wird. Weil die Gesellschaft all die drahtlose Technik haben möchte, werden die Risiken nicht zur Kenntnis genommen oder verdrängt. Das Kapitel „Mobilfunk funkt dazwischen“ macht kurz und knapp deutlich, was im Körper passiert, wenn Hochfrequenz auf Herz, Hirn und anderes Gewebe einwirkt. An deutlichen Beispielen aus der unabhängigen Forschung mangelt es nicht, sie werden dargelegt. Die Forderungen an die Politik im Hinblick auf die Gefährdung der zukünftigen Generationen sind mehr Aufklärung und Vorsorgepolitik.

Der zweite Schwerpunkt hat die Überschrift „Über die suggestive Wirkung des relativierenden Journalismus der ZEIT“ und enthält Anmerkungen zu dem Artikel „Der unsichtbare Feind“ in der ZEIT vom 22.08.2013. Da wird der Verlauf des Kontakts zwischen Diagnose-Funk und der Autorin des ZEIT-Beitrags geschildert. Die ZEIT-Autoren bekamen 6 Wochen vorher von Diagnose-Funk viele Informationen über Ergebnisse unabhängiger Forschung zu Gesundheitsrisiken durch Mobilfunk, z. T. in persönlichen Gesprächen. Die Autoren haben trotzdem offensichtlich bewusst eine einseitige Darstellung der Forschungslage zugunsten der Industrie betrieben, Unwissenheit war es jedenfalls nicht. Diagnose-Funk kritisiert, wie in der ZEIT der Leser manipuliert wird, weil selbst Aussagen staatlicher Institutionen verkürzt wiedergegeben werden. Wer sich – anders als die ZEIT-Autoren – seriös über Forschungsergebnisse unabhängiger Forscher informieren will, kann das bei Diagnose-Funk tun. Die unabhängige Institution hat ein neues Faltblatt „**Vorsicht WLAN!**“ erarbeitet, das man bestellen oder herunterladen kann unter <http://www.diagnose-funk.org/themen/wlan/index.php>. Eine weitere Veröffentlichung gemeinsam mit der Landessanitätsdirektion Salzburg ist der Ratgeber „**Elektromog im Alltag**“, der 44 Seiten umfasst und ab 1.10.2013 lieferbar ist zum Preis von 3 € bzw. 2 € für Mitglieder. Bestellung unter versand@diagnose-funk.de oder Diagnose-Funk, Palleskestraße 30, D-65929 Frankfurt.

Quelle: http://diagnose-funk.org/assets/df_kompakt_2013-07-08.pdf

UBA Kindergesundheit

Das Umweltbundesamt hat eine 148-seitige Veröffentlichung im Internet bereitgestellt, in der es um „Umwelt und Kindergesundheit“ (Titel der Veröffentlichung) geht. Das Ziel: Kinder sollen „gesünder groß werden“. Herausgeber sind neben dem Umweltbundesamt auch das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), das Robert-Koch-Institut (RKI) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). Auf den Seiten 51–55 geht es um die Gefährdung durch elektromagnetische Felder, die uns durch Hochspannungsleitungen, Handys und schnurlose Telefone,

WLAN und Babyphone ständig umgeben. Die Seiten behandeln das Thema knapp und wenig differenziert, keine Gefährdung, aber: „... Langzeitwirkungen niederfrequenter Magnetfelder können aber nicht ausgeschlossen werden.“ Es wird auf das Risiko von Kinderleukämie hingewiesen. Zur Gesundheitsgefährdung durch hochfrequente Felder heißt es: „In umfangreichen Forschungsarbeiten, zum Beispiel auch im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms wurden bisher keine gesundheitlichen Gefahren nachgewiesen, wenn dieser Grenzwert eingehalten wird.“ (S. 53). Man weist darauf hin, dass vielleicht bei Langzeitbelastung (mehr als 10 Jahre) doch ein gesundheitliches Risiko besteht und dass Kinder und Jugendliche „empfindlicher sein könnten als Erwachsene“. Zu Babyphonen wird der Tipp gegeben, sich am Blauen Engel zu orientieren, bei Handys und schnurlosen Telefonen wird der Grenzwert (SAR 2 W/kg) angegeben, der verhindert, „dass sich einzelne Teilbereiche des Körpergewebes überwärmen“, WLAN birgt keine Risiken. Auf S. 55 werden Empfehlungen zur Risikominimierung gegeben.

Quelle: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umwelt-kindergesundheit>

Antwort auf die Kleine Anfrage zu Mobilfunk

Die Bundesregierung hat am 26.08.2013 auf die Kleine Anfrage von Abgeordneten der Fraktion DIE LINKE zu Mobilfunktechnik und Gesundheitsschutz (Drucksache 17/14548, s. auch ElektromogReport 9/13) geantwortet (Drucksache 17/14646). Die Antwort enthält Sätze wie „Unterhalb der geltenden Grenzwerte sind keine gesundheitlich relevanten nichtthermischen Effekte nachgewiesen.“ Auf die Frage zum Schutz von Kindern, ob man vor habe, die Handynutzung für Kinder in Kindergärten, Grund- und Sekundarschulen zu untersagen und die Werbung für Mobiltelefone zu verbieten, wenn sie sich an Kinder unter 14 Jahren wendet, heißt es: „Nein, da es derzeit keine wissenschaftliche Grundlage für eine solche Gesetzesinitiative gibt.“ Zum Umgang mit Elektrosensibilität wird geantwortet: „Es existieren keine klaren diagnostischen Kriterien für „Elektrosensibilität“ und keine wissenschaftliche Basis, um die berichteten Symptome mit der Wirkung elektromagnetischer Felder zu verknüpfen. Zu dieser Einschätzung kommt auch die deutsche Strahlenschutzkommission; sie stimmt darin mit den Schlussfolgerungen internationaler Fachgremien (z. B. WHO) überein. Auf dieser Grundlage geht die Bundesregierung davon aus, dass „Elektrosensibilität“ nicht in einem ursächlichen Zusammenhang mit der Exposition durch elektrische, magnetische oder elektromagnetische Felder zu sehen ist.“

Quelle: dipbt.bundestag.de/dip21/

Impressum – ElektromogReport im Strahlentelex

Erscheinungsweise: monatlich im Abonnement mit dem Strahlentelex **Verlag und Bezug:** Thomas Dersee, Strahlentelex, Waldstraße 49, D-15566 Schöneiche b. Berlin, ☎ 030/435 28 40, Fax: 030-64 32 91 67. www.elektromogreport.de, E-Mail: strahlentelex@t-online.de.

Jahresabo: 78 Euro.

Redaktion:

Dipl.-Biol. Isabel Wilke (V. i. S. d. P.), KATALYSE-Institut für angewandte Umweltforschung e. V., Köln

Beiträge von Gastautoren geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Kontakt: KATALYSE e. V., Abteilung Elektromog

Volksgartenstr. 34, 50677 Köln

☎ 0221/94 40 48-0, Fax 94 40 48-9, E-Mail: i.wilke@katalyse.de
www.katalyse.de, www.umweltjournal.de