

ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

22. Jahrgang / Nr. 5

www.elektrosmogreport.de

Mai 2016

Mobilfunkwirkung

Monochromatisches Rotlicht schützt vor oxidativem Stress durch 900-MHz-Felder

Oxidative Mechanismen, die durch Mikrowellen entstehen, haben mutagenes und karzinogenes Potenzial. Deshalb sollten antioxidative Ansätze gefunden werden, die Zellen vor Schädigung schützen. Hier wird das antioxidative Potenzial von monochromatischem Rotlicht von LED-Dioden auf Embryozellen, die Mikrowellen ausgesetzt waren, untersucht.

Einige epidemiologische Studien zeigten ein Krebs erregendes Potenzial von Mikrowellen geringer Intensität des Mobilfunks, im Tierversuch konnte eine Krebs fördernde Wirkung festgestellt werden und viele Experimente zeigten eine mutagene Wirkung der Strahlung. In den letzten Jahren wurden überzeugende Daten zu oxidativen Wirkungen der Mikrowellen erhoben, die mögliche molekulare Mechanismen der mutagenen und karzinogenen Wirkung erklären können. Eine neue Metaanalyse von wissenschaftlich überprüften Forschungsarbeiten zu oxidativen Wirkungen von Mikrowellen geringer Intensität zeigte, dass über 90 % der Arbeiten signifikante Wirkungen ergeben hatten. Es ist experimentell erwiesen, dass Mikrowellen geringer Intensität, trotz ihrer nicht-ionisierenden Eigenschaften, Systeme von reaktiven Sauerstoffmolekülen (ROS) aktivieren können, z. B. NADH-Oxidase- und mitochondriale Stoffwechselwege. Mit den nachgewiesenen oxidativen Schädigungen tauchte die Frage nach antioxidativen Möglichkeiten zum Verhindern der Schädigungen auf. Man fand einige Antioxidantien, die die Schädigungen milderten (Melatonin, Vitamine E und C, Selen und L-Carnithin). Schon früher haben die Autoren ermittelt, dass monochromatisches Licht von Helium-Neon-Laser und LED den oxidativen Status von Lebewesen verändert, besonders wirksam war monochromatisches Rotlicht bei Wachteln, die unter Stress standen. In dieser Studie wird gezeigt, dass bei Wachteln oxidativer Stress durch 900 MHz mit monochromatischem Rotlicht gemildert werden kann. Erstmals wird hier gezeigt, dass die Schlüsselenzyme für Antioxidation, SOD und Katalase, durch 900 MHz unterdrückt werden und dass das monochromatische Rotlicht diese Enzyme reaktivieren kann.

Für das Experiment wurden 3 Gruppen mit 8–10 Eiern von Japanischen Wachteln gebildet: In einer Gruppe wurden Embryos im Gastrula-Stadium der 900-MHz-Strahlung von $14 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, SAR $0,17 \text{ mW}/\text{kg}$, für 120 Stunden (5 Tage) bei Raumtemperatur ausgesetzt, danach 38 Stunden im Inkubator = 158 Stunden. Das Mobiltelefon klingelte in dieser Zeit

mehrmals. Die 2. Gruppe wurde außer mit 900 MHz zusätzlich mit Rotlicht (180 Sekunden, je 60 in der 2., 8. und 24. Stunde der Inkubation) im Dunkeln mit $0,1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ bestrahlt (Wellenlänge 630–650 nm). Die 3. Gruppe war die unbehandelte Kontrolle. Gemessen wurden die Rate der Somitogenese (aus den Somiten entstehen Wirbelsäule, quergestreifte Muskulatur und die Unterhaut), Lipidperoxidation und die SOD- und Katalase-Enzymaktivitäten im Gewebe der 38 Stunden alten Embryos. Während der Versuchsprozedur der Aktivitäts-Messungen von SOD und Katalase in vitro wurden die Ansätze mit $0,25 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, bzw. $0,1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ für 10 min bestrahlt.

Die Embryos entwickelten sich normal bis zur 38. Stunde, nur die 900-MHz-Gruppe war leicht, aber signifikant im Wachstum verzögert gegenüber der Kontrolle. Die Anzahl der differenzierten Somiten-Paare war in der Gruppe 2 um 11,2 % geringer als bei der Kontrolle. Die Rotlichtbehandlung bewirkte eine Somitogeneserate wie bei der Kontrollgruppe, durch das Rotlicht erfolgte somit eine statistisch signifikante Reversion der Strahlungswirkung.

Die MDA-Konzentration war bei den bestrahlten signifikant um 37,5 % höher als bei der Kontrolle, das Rotlicht bewirkte eine signifikant geringere Konzentration um 30,4 %. Das ist eine signifikante Reversion der Lipidperoxidation. Die SOD-Aktivität war leicht, nicht signifikant vermindert in der 900-MHz-Gruppe, um 17,3 % gegenüber der Kontrolle. Die mit Rotlicht behandelte Gruppe zeigte keine signifikante Änderung der SOD-Aktivität bei 38 Stunden. Die Katalase-Aktivität war signifikant um 78,6 % in der 900-MHz-Gruppe vermindert im Vergleich zur Kontrolle, die zusätzliche Rotlichtbehandlung erbrachte eine signifikante Reaktivierung des Enzyms um 99,2 % im Vergleich zur Mikrowellenbestrahlung allein. Zusätzlich wurde ein in vitro-Experiment mit SOD und Katalase durchgeführt, um festzustellen, ob die Strahlung eine direkte Wirkung auf die Enzyme hat oder es eine Feedback-Reaktion der Katalase auf Überproduktion von ROS ist. Bei den in vitro-Experimenten sah man eine signifikante Verminderung der SOD-Aktivität um 64,3 %, das Rotlicht stellte die Aktivität um 46 % teilweise wieder her. Die Katalase-Aktivität war nach Kurzzeitbestrahlung mit

Weitere Themen

Keimung von Kressesamen, S. 2

Das Einwirken von 900- und 1800-MHz-Strahlung auf Kressesamen kann die Keimung bei hohen Feldstärken verhindern, Wurzelbildung ist möglich.

Erhöhte Kinderleukämie durch NF-MF, S. 3

Eine neue Auswertung aller Veröffentlichungen zu Kinderleukämie durch niederfrequente Magnetfelder bestätigt die früheren Ergebnisse.

Mikrowellen um 23,4 % vermindert gegenüber der Kontrolle, die Rotlicht-Behandlung reaktivierte die Katalase signifikant um 21,4 % gegenüber der bestrahlten Gruppe.

Hier wurde wieder gezeigt, dass oxidativer Stress in Zellen schon bei $0,1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ und $0,3 \mu\text{W}/\text{kg}$ auftreten kann, weit unter den Grenzwerten von $450\text{--}1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ und $2 \text{ W}/\text{kg}$. Monochromatisches Rotlicht hat offensichtlich eine biologische Wirkung auf Enzyme des Energiestoffwechsels und das Antioxidations-Abwehrsystem, ähnlich wie die klassischen Antioxidantien. In dieser Studie wird auch erstmals die Verminderung der Enzymaktivitäten von SOD und Katalase nach 900-MHz-Kurzzeitbestrahlung *in vitro* gezeigt, möglicherweise wird das durch Konformationsänderungen verursacht. Die beiden Enzyme absorbieren im Rotbereich des Spektrums. Persistente Schädigung durch oxidativen Stress kann zu Transformation von Zellen führen, und ROS spielen eine wichtige Rolle als Überträger für intrazelluläre Signalkaskaden, die onkogene Transformation induzieren können. In letzter Zeit wurde ein Zusammenhang zwischen oxidativem Stress, epigenetischen Veränderungen und Karzinogenese herausgefunden. LED-Rotlicht könnte ein nützlicher Ansatz zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen gegen mögliche Strahlenschäden sein.

Quelle:

Tsybulin O, Sidorik E, Kyrylenko S, Yakymenko I (2016): Monochromatic red light of LED protects embryonic cells from oxidative stress caused by radiofrequency radiation. *Oxidants and Antioxidants in Medical Science*, DOI: 10.5455/oams.010216.or.092; www.oamsjournal.com

Mobilfunkwirkung auf Pflanzen

Kresse keimt nicht unter starker 900/1800-MHz-Strahlung

Dies ist eine Vorstudie und die Wiederholung eines Schülerexperiments mit Kressesamen. Unter verschiedenen Feldstärken zweier Mobilfunksender (900 und 1800 MHz) ließ man die Samen keimen und beobachtete, dass bei $70\text{--}100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ keine Keimung erfolgte, während sich die Samen bei $2\text{--}3 \mu\text{W}/\text{m}^2$ normal entwickelten.

Dieses Experiment wurde durchgeführt aufgrund eines Experiments an einer Dänischen Schule. Eine Gruppe von 5 Mädchen (Lea Nielson, Mathilde Nielsen, Signe Nielsen, Sisse Coltau and Rikke Holm) nahm an einem nationalen Forschungswettbewerb teil unter Anleitung ihres Biologie-Lehrers Kim Horsevad. Alles begann, weil die Mädchen sich im Unterricht schlecht konzentrieren konnten und manchmal hatten sie Schlafprobleme. Sie dachten, dass das Mobiltelefon an ihrem Bett während der Nacht schuld war. Die 5 Mädchen nahmen 400 Kressesamen und verteilten sie zufällig auf 12 Tablettts. 6 Tablettts wurden in einem Raum mit zwei Routern bestrahlt, deren Strahlung ähnlich denen von Mobiltelefonen ist. Das Ergebnis war offensichtlich: Die bestrahlten Samen wuchsen nicht, einige mutierten oder starben ab. Die Schülerinnen wiederholten das Experiment zweimal mit demselben statistisch signifikanten Ergebnis und einer Dosisabhängigkeit. Es wurden keine anderen Einflussfaktoren gefunden als die Strahlung. Da diese Experimente nicht unter wissenschaftlichen Bedingungen durchgeführt worden waren, wurden sie hier unter kontrollierten Bedingungen wiederholt. Oft sind Beobachtungen außerhalb der Wissenschaft Anstoß zu neuen Erkenntnissen. Hier sollte speziell die Wirkung von Mobilfunkstrahlung auf die ersten

Schritte der Keimung untersucht werden. Dieses Experiment hat nur Vorläufer-Charakter (Wiederholung, zytologische und physiologische Untersuchungen). Weitere Studien sind nötig, um zu verstehen, was genau in den Keimzellen unter der Bestrahlung passiert.

Vier identische Ansätze mit Kressesamen (*Brassicaceae*, *Lepidium sativum*) wurden auf Tablettts mit Kompost gesät und regelmäßig befeuchtet. 2 der Ansätze kamen an einen Platz, wo die Feldintensität $70\text{--}100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (etwa $175 \text{ mV}/\text{m}$) betrug, hauptsächlich ausgesendet von zwei Sendemasten mit Sendern von 900 und 1800 MHz in etwa 200 m Entfernung. Die beiden anderen Tablettts wurden als Kontrollen an einen Platz gestellt, wo die Feldintensität ca. $2\text{--}3 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (etwa $30 \text{ mV}/\text{m}$) betrug. Nach 4, 7 und 10 Tagen kamen alle an den Platz mit geringen Feldstärken und nach 2 Tagen dort wurden sie wieder untersucht.

Nach 4 Tagen hatten die Samen unter der geringen Feldintensität begonnen zu keimen, während bei den anderen absolut keine Keimung zu sehen war. Nach 7 Tagen hatten die gering belasteten ihre Keimung beendet oder begannen zu keimen, die unter den hohen Feldstärken erschienen oberirdisch unverändert. Nach 10 Tagen dasselbe Bild: weitere Keimung bei der niedrigen Feldstärke, keine bei der hohen.

10 Tage nach Beginn des Experiments wurden die Keimlinge aus dem feuchten Kompost entnommen, makroskopisch und unter dem Stereomikroskop untersucht. Die gering befeldeten Keimlinge waren gequollen und klebten aneinander, die stark befeldeten waren trocken, nicht gequollen und hafteten nicht aneinander. Die Samen mit den $70\text{--}100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ nahmen kein Wasser auf. Überraschend war, dass in dem feuchten Kompost kleine Wurzeln gewachsen waren, bei den hoch bestrahlten weniger als bei den Kontrollen. Es könnte sein, dass durch das Wasser die Feldstärken im Kompost durch Abschirmwirkung geringer waren oder die schädliche Wirkung war vermindert. Wenn die Unterschiede in der Keimung nur auf die Strahlung zurückgehen, sind natürlich die empfindlichsten Pflanzenteile oberirdisch und deren Entwicklung wird am meisten behindert. Die Keimzellen für die Wurzeln konnten sich entwickeln, weil sie von Kompost umgeben waren. Die hoch befeldeten Keimlinge kamen dann in einen Raum mit geringen Feldstärken von $2 \mu\text{W}/\text{m}^2$, wo die bereits gekeimten Samen weiter wuchsen und die ungekeimten begannen zu keimen, was nach 2 Tagen sichtbar wurde.

Dass elektromagnetische Wellen wahrscheinlich schädliche Wirkungen auf Lebewesen haben, wird mehr und mehr zur Kenntnis genommen und zugegeben. Es gibt inzwischen viele Arbeiten dazu. Ein Problem ist, dass die zugrunde liegenden Mechanismen nicht voll verstanden sind, deshalb ist es schwer, den Schädigungen entgegenzuwirken, während die Technologien ständig weiter benutzt werden. Zweitens sind die Gesundheitsbehörden, Parlamente und Regierungen wegen der gefundenen Wirkungen nicht beunruhigt und auch die Öffentlichkeit nicht, weil die nicht ausreichend informiert ist. Die drahtlose Technologie wird immer häufiger für Beruf und Hobby benutzt, aber die Nutzer sind nicht besorgt, weil die Fortbewegung von Protozoen, Reproduktion von *Drosophila*, das Gedächtnis von Ameisen und Reaktion auf Pheromone, Pollensammlung von Bienen, auf die Entwicklung des Embryos bei Amphibien, Gedächtnis von Ratten usw. für den Menschen scheinbar nicht von Bedeutung sind, obwohl das natürlich der Fall ist.

Hier wird ein wichtiges Phänomen aufgezeigt, das durch künstliche elektromagnetische Wellen entsteht: Die schlechte oder ausbleibende Keimung von Pflanzensamen. Der erste entscheidende Schritt der Keimung, die Quellung des Samens, geschieht nicht durch die Strahlung. Die Strahlung ist