

Magnetresonanz schädigt DNA in menschlichen Lymphozyten

Die Wirkung von Magnetresonanz-Geräten auf menschliche Lymphozyten wurde mit verschiedenen Methoden im Labor untersucht und es kam heraus, dass signifikante Schädigungen des genetischen Materials auftreten; sowohl Chromosomen-Aberrationen als auch Erhöhung der Mikrokern-Anzahl und von DNA-Strangbrüchen wurden gefunden.

Magnetresonanz-Untersuchungen haben in den letzten Jahren stark zugenommen und mögliche Gesundheitsrisiken sind nicht ausgeschlossen, da das bildgebende Magnetresonanz-Verfahren (MRI) heute ein starkes statisches Feld (0 Hz, 3 Tesla), einen Magnetfeld-Gradienten von 3–3000 Hz und ein Radiofrequenzfeld von 10–400 MHz nutzt. Deshalb sollte geklärt werden, wie sich die Felder auf Lymphozyten auswirken. Dafür wurden frische Lymphozytenkulturen eines gesunden 30 Jahre alten männlichen Spenders unter klinischen Bedingungen 22, 45, 67 und 89 Minuten in dem Gerät während des MRI-Scannens mit 3 T und 128 MHz in das Gerät gestellt. In der Klinik werden meistens 15–30 Minuten benötigt, selten bis zu 2 Stunden. Der SAR-Wert wurde unter 3 W/kg, dem Grenzwert für MRI, gehalten. Mit den Methoden des alkalischen Komet- und des Mikrokern-Tests wurden die Bildung von Mikrokernen und zusätzlich die Entstehung von DNA-Strangbrüchen und die Chromosomen-Aberrationen bestimmt. Als positive Kontrollen wurden Kulturen mit cis-Platin (Komet-Test) und Bleomycin (Mikrokern-Test) mitgeführt.

Der Komet-Test ergab einen fast 2-fachen Anstieg der Einzelstrang-DNA-Brüche gegenüber der unbehandelten Kontrolle; die Werte betragen 11,55, 14,20, 15,94 und 18,80 bei 22, 45, 67 und 89 Minuten. Der Wert der positiven Kontrolle betrug 12,68. Das ist ein signifikanter Anstieg von Einzelstrangbrüchen in der DNA nach der Exposition. Auch die Chromosomenaberration und die Bildung der Mikrokerne (Doppelstrangbrüche) stieg mit zunehmender Zeit immer mehr an. Die Anzahl der Mikrokerne betrug bei der unbehandelten Kontrolle 9,67, bei 22 Minuten 11,67, bei 45 Minuten 14,67, bei 67 Minuten 18,00 und bei 89 Minuten 20,33 bezogen auf 1000 Zellen mit 2 Kernen. Die positive Kontrolle hatte einen Wert von 15,00. Ähnliche Ergebnisse lieferte die Untersuchung der Chromosomen-Aberration. Bei 0, 45, 67 und 89 Minuten waren 1,00, 2,33, 3,67 und 4,67 Ereignisse pro 200 Metaphase-Zellen gezählt worden. Das ist ein signifikanter Anstieg gegenüber der unbehandelten Kontrolle (1,33). Die positive Kontrolle ergab 8,33. Die häufigsten Aberrationen waren Chromatid-Brüche; in den 89-Minuten-Zellen gab es außerdem Chromosomen-Austausch und Deletionen (das Fehlen von Chromosomenstücken). Die Temperatur blieb über die gesamte Expositionszeit 25 ± 1 °C wie auch bei den Kontrollkulturen. DNA-Brüche durch Temperaturerhöhung kommen bei Temperaturen von 43–45 °C vor. Da die SAR-Werte unterhalb des Grenzwertes lagen und die Temperatur nahezu konstant blieb, kann die Ursache keine Wärmewirkung sein. Ursache könnten reaktive Sauerstoffmoleküle sein. Viele weitere Untersuchungen, epidemiologische und am lebenden Individuum, sollten in Zukunft genau herausfinden, wie man die MRI-Diagnostik sicher und zuverlässig anwenden kann.

Quelle: Joong Won Lee et al (2011): Genotoxic Effects of 3 T Magnetic Resonance Imaging in Cultured Human Lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 32, 535–542

Elektrische Energieversorgung

Mit dem Buch „Elektrische Energieversorgung“ stellt der Verlag Vieweg+Teubner ein Lehr- und Studienbuch in 8. überarbeiteter und aktualisierter Auflage für Studierende und Ingenieure der Elektrotechnik vor (Erstauflage 1984). Die Autoren üben oder übten Lehrtätigkeiten in den Fachgebieten „Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik“ und „Elektrische Energiesysteme“ an der Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr in Hamburg aus.

Das Buch wendet sich neben Studierenden auch an Berufspraktiker in Energieversorgungsunternehmen bzw. entsprechenden Ausrüstern. Der Charakter als Lehrbuch wird auch dadurch unterstrichen, dass am Ende eines jeden Kapitels Übungsaufgaben zu dem präsentierten Stoff angegeben sind, für die im Anhang auch die Lösungen vorliegen. Unabhängig davon wird die Thematik dieses Buches zurzeit auch für Wissenschaftler und Planer aus vielen anderen Disziplinen außerhalb der Elektrotechnik interessant, da im Zuge der Energiegewende und des Ausbaus regenerativer Energien eine erhebliche Erweiterung der Energieverteilungsnetze erforderlich wird, wobei auch hier zunehmend auf eine umweltschonende Ausführung Wert gelegt wird. Die Kapitel zu klassischen Hochspannungsfreileitungen, Erdkabeln und alternativen Energieverteilungsnetzen ermöglichen dabei einem größeren Leserkreis einen Einblick in die technischen Grundlagen. Das Buch stellt in großem Detailreichtum praktisch alle relevanten Bereiche der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie vor. Für den Bereich der Energieerzeugung werden neben den klassischen Kraftwerkstypen (fossile Energieträger, Wasserkraft, Kernkraft) auch eine Vielzahl von Verfahren zur Stromerzeugung aus alternativen und regenerativen Energiequellen besprochen (Wasser- und Windenergie; solarthermische, geothermische und photovoltaische Kraftwerke; Gezeiten-, Wellen-, Strömungs- und Biomasse-Kraftwerke). Weiterhin werden verschiedene Verfahren zur temporären Speicherung elektrischer Energie vorgestellt. Das Schwergewicht liegt auf der Darstellung der Auslegung und des Betriebs von Energieversorgungsnetzen. Hier werden neben der ausführlichen Besprechung der Netzelemente (Leistungstransformatoren, Freileitungen, verschiedene Kabelausführungen, Lasten, Kondensatoren und Drosselspulen, Messwandler usw.) und die für den Betrieb erforderlichen Schutzorgane besprochen. Dabei wird das Verhalten sowohl im Normalfall als auch im Störfall diskutiert. Besonderes Augenmerk verdienen hier die Kapitel zur Netzanbindung von Windenergieanlagen (ausführlich) und von Photovoltaikanlagen (eher knapp). Zu allen dargestellten Sachgebieten werden jeweils die Formeln zur theoretischen Beschreibung der Sachverhalte und zur Berechnung der zugehörigen Größen angegeben. Entsprechendes mathematisches Rüstzeug wird daher vorausgesetzt. Man merkt dem Buch an, dass die Aspekte der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie mit großer Sachkenntnis behandelt und praxisrelevant erläutert werden. In eher fachfremden Randbereichen – wie zum Beispiel bei der Darstellung der kernphysikalischen Aspekte eines Kernkraftwerks – fällt allerdings auf, dass die Autoren hier nicht über ausreichendes eigenes Fachwissen verfügen und Aussagen der Kernkraftindustrie ungeprüft wiedergeben.

Dipl.-Phys. Dr. Peter Nießen

Quelle: Klaus Heuck, Klaus-Dieter Dettmann, Detlef Schulz: Elektrische Energieversorgung – Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, 8. Auflage 2010; Verlag Vieweg + Teubner; ISBN 978-3-8348-0736-6