

ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

20. Jahrgang / Nr. 10

www.elektrosmogreport.de

Oktober 2014

Elektrosensibilität

Myelin als Schwachstelle für Elektrosensibilität?

Trotz der wenigen Forschungsarbeiten zur Wirkung von Hochfrequenzstrahlung im Bereich des Mobilfunks auf das Nervensystem kann man die Überlegung anstellen, dass die Myelinscheide ein möglicher Angriffspunkt für degenerative und verwandte Erkrankungen ist.

Myelin ist die Substanz, die als Isolator der Nervenfasern zum umliegenden Gewebe dient. Myelin entwickelt sich sehr schnell in den ersten Lebensjahren, dann kontinuierlich weiter bis ins Alter. Die Unversehrtheit von Myelin ist lebenswichtig für Entwicklung und Funktion des Nervensystems. In dieser Arbeit wird die Frage gestellt, welche Hinweise es in der Literatur gibt, die einen Zusammenhang zwischen hochfrequenter Strahlung und Intaktheit des Myelins herstellen. Stichworte für die Literatursuche waren Myelin, Myelin-Schädigung, darauf bezogene Krankheiten wie Multiple Sklerose (MS), relevante Zellveränderungen und Funktionsstörungen bei Elektrosensibilität und andere Myelin-bezogene Krankheiten sowie Zellexperimente dazu. Es gibt zu allen Themen wenige Arbeiten, aber es zeichnet sich ab, dass die Einwirkung der Strahlung entweder das Myelin beeinflusst oder direkt die Weiterleitung an Nervenzellen: 1. signifikante Läsionen in den Myelinscheiden bei Ratten, 2. ein höheres Risiko für MS, 3. Veränderungen an Proteinen, die das Myelin bilden, und 4. körperliche Symptome bei Personen mit Elektrosensibilität, die den Symptomen ähneln, die bei der Entmyelinisierung durch Mikrowellen auftreten. Am empfindlichsten sind Ungeborene bis hin zu Jugendlichen, dazu kranke und ältere Personen.

Myelin ist eine isolierende Membran aus verschiedenen Substanzen, die schnelles Weiterleiten elektrischer Impulse am Nerv ermöglicht. Es wird von 2 Arten Gliazellen gebildet, den Oligodendrozyten (eine Zelle für mehrere Axone im Zentralnervensystem, ZNS) und den Schwann'schen Zellen (eine Zelle für jedes Axon im peripheren Nervensystem, PNS). Es besteht aus Lipiden, Proteinen und Wasser, die durch Sphingomyelin vernetzt sind. Sphingolipide spielen eine wichtige Rolle bei der Signalübertragung, und Störungen im Sphingomyelin führen zu Mangel an Sphingomyelin-Phosphodiesterase (SMase). Sie ist ein wichtiges Hydrolase-Enzym, dessen Rolle im Abbau des Sphingomyelins besteht. Myelin wird bei seiner Entstehung um die Axone der Nervenzellen gewickelt und wird umso wirksamer, je dicker die Schicht wird. Es bleiben kleine Lücken in der Myelinscheide am Axonhügel (dem Ursprung des Axons) und an den Ranvierschen Schnürringen (dort grenzen 2 Schwann'sche Zellen aneinander). An den Stellen erzeugen die Ionen das Aktionspotenzial und die Signale laufen am Axon entlang. Wenn Myelin geschädigt ist, verlangsamt sich die Weiterleitung der elektrischen Pulse, und wenn es nicht repariert wird, sind

verschiedene Symptome und Krankheiten die Folge. Dazu zählen Autoimmunreaktionen und MS, welche das ZNS beeinträchtigen. Im PNS entstehen z. B. das Guillain-Barré-Syndrom, eine entzündliche demyelinisierende Nervenschädigung, die als Autoimmunkrankheit gilt und als Symptome Müdigkeit, zunehmende Schwäche, Kribbeln, Schmerzen in den Gliedmaßen mit Beginn in Fingern und Zehen hat und am häufigsten bei jungen Männern auftritt.

Menschen werden geboren mit dünner elektrischer Isolation des Nervensystems. Die Myelinisierung beginnt im 4. und 5. Monat der Schwangerschaft im ZNS und dauert bis zum Alter von 2 Jahren, dann bis ins jugendliche Alter schubweise weiter. Beginn im Hirnstamm und Kleinhirnbereich, weiter über Frontallappen während der Adoleszenz und dann in Zyklen. Ein Überschuss von synaptischen Verbindungen während der Entwicklung des Fetus führt zu schweren perinatalen Beschränkungen, später in der Pubertät eine 2. Phase der Synapsenvermehrung und als Jugendliche wieder Neuorganisation bis ins frühe Erwachsenenalter. Die Myelinablagerung ist verzögert bei Unterernährung von Kindern, so sind Kinder aus einer Umgebung mit geringem Lebensstandard mehr gefährdet.

Die relevantesten Studien stammen aus den 1970er Jahren. In Experimenten mit 2,45 GHz an verschiedenen Tieren (Ratten, Meerschweinchen, Kaninchen) waren nach der Exposition signifikante Veränderungen des Myelins und Demyelinisierung zu sehen. Andere Forschungsarbeiten fanden Myelinschwund, nach einer epidemiologischen Studie ein erhöhtes Sterberisiko von MS-Patienten nach häufiger Nutzung des Mobiltelefons, erhöhte allergische Enzephalomyelitis, eine Krankheit mit entzündlicher Demyelinisierung des ZNS. In den 1960er Jahren fand man Veränderungen der Haut und von Axonen in der Hirnrinde, in 2000 Störungen in der Produktion von Myelin und Apoptose in Jurkat-T-Zellen durch 2,45 GHz, in Knochenmarkstammzellen 2012 Veränderungen der Differenzierung der Zellen. Hardell fand 2010 ein erhöhtes Risiko für Oligodendrogliome, wenn mehr als 10 Jahre drahtloses Telefonieren. Die Nervenfasern in der normalen Haut von gesunden Freiwilligen liegen 20–40 µm unter der Oberfläche, so dass es

Weitere Themen

Oxidativer Stress im Gehirn, S. 2

Mehrere Mechanismen deuten an, dass Frequenzen zwischen 900 und 2450 MHz im Nervensystem Schaden anrichten.

1800-MHz-Wirkung auf Neuriten, S. 3

Das Einwirken von 1800-MHz-Feldern hemmt das Wachstum der Nervenfasern in embryonalen Stammzellen.

Langzeitrisiken des Mobilfunks, S. 3

Zur Tagung in Würzburg im April gibt es jetzt die Veröffentlichung der Beiträge der internationalen Wissenschaftler.

sehr wahrscheinlich ist, dass elektromagnetische Felder sie beeinflussen. Bei Elektrosensiblen gibt es mehr Mastzellen in der Haut, und die Mastzellen erschienen in hoher Dichte auch in einer Hautschicht, die bei gesunden frei ist von Mastzellen. Die Mastzellen verhielten sich anders, waren stark degranuliert und größer bei den Elektrosensiblen als bei den Kontrollpersonen. Es ist bemerkenswert, dass ähnliche Symptome bei gesunden Freiwilligen auftraten, die vor Monitoren mit Kathodenstrahlröhre, einschließlich normaler Fernseher, saßen.

Vergleicht man die Symptome von Elektrosensibilität und Entmyelinisierung, findet man einige Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede. Wenn die Myelinisierung geschädigt wird durch wiederholte oder chronische Einwirkung von RF-EMFs, könnten typische Symptome der Demyelinisierung auftreten. Das sind u. a. verschwommenes Sehen, Schwächegefühl, Benommenheit, Missemfindungen, Zittern oder verminderte Koordinationsfähigkeit, schlechtes Gedächtnis, Konzentrationsschwäche, vermindertes Reaktionsvermögen, Depression, Reizbarkeit und Ängstlichkeit. Wenn MS bei Kindern (selten) auftritt, zeigen sich Verwirrung, Bewusstseinsveränderungen, Sehstörungen, Lethargie. Diese Symptome werden auch für Elektrosensibilität beschrieben: Prickeln/Kribbeln (Sensibilitätsstörungen), Müdigkeit, Konzentrationsschwäche, Schwindel, Verdauungsstörungen, Übelkeit, bis hin zu – selten – Herzrasen und Herzrhythmusstörungen. Obwohl es in den 1970er Jahren erste Anzeichen für Myelinschäden durch Hochfrequenz bei Tieren gab, erfolgte kaum weitere Forschung. Es gibt bis heute kaum Erkenntnisse über eine klare Beziehung zwischen Myelinschädigung und Elektrosensibilität, es wäre aber von großem Interesse, diese Hypothese durch Experimente an intaktem und degeneriertem Myelin bzw. Schwann'schen Zellen zu überprüfen. Weil Myelin den Hauptteil der elektrischen Isolierung ausmacht, ist seine gesunde Entwicklung und die des gesamten Nervensystems enorm wichtig.

Im UK-MS-Trust 2014 wird berichtet, dass MS bei Frauen zunimmt. Rasse und geografische Region spielen eine Rolle, aber die Neuerkrankungen sind durch die Umwelt beeinflusst. Wenn ein Kind das Mobiltelefon am Kopf hält, ist der am stärksten bestrahlte Bereich das Kleinhirn. Das ist einer der ersten myelinisierten Bereiche. Wenn der Kopf fast ausgewachsen ist, ist der am meisten betroffene Bereich der Schläfenlappen. Der ist in jugendlichem Alter noch nicht komplett myelinisiert, so könnte dieser Hirnbereich stark gefährdet sein.

Entmyelinisierung und Elektrosensibilität haben viele Symptome gemeinsam, die oft als psychosomatisch angesehen werden, als subjektiv, nicht spezifisch und objektiv schwer zu testen. Die Symptome deuten aber auf eine hoch spezifische biologische und verhaltensmäßige Vermeidungsreaktion hin, die leicht objektiv untersucht und quantifiziert werden kann. Das subjektive Empfinden von Kribbeln, Jucken und Hitze in der Haut könnte mit Veränderungen in biochemischen Markern erklärt werden, besonders des Histamins der Mastzellen, was Johansson 2006 feststellte. Provokationsstudien mit Elektrosensiblen zeigen keine signifikanten Unterschiede zu den Kontrollgruppen, aber diese Studien haben oft wenig Aussagekraft aufgrund geringer Bestrahlungszeiten. Die Symptome bei Entmyelinisierung und Elektrosensibilität sind aber nicht komplett vergleichbar. Verminderte Muskulaturkontrolle (Ataxie) ist ein wichtiges Zeichen für Entmyelinisierung, wie auch Gleichgewichtsprobleme bei Kindern, aber selten bei RF-Exposition, obwohl es die Kleinhirnzeichen Tremor und Schwindel gibt. Andererseits werden Symptome wie Kopfschmerzen, Tinnitus, Herzrhythmusstörungen und Hautprobleme oft bei RF-Exposition angegeben, nicht aber bei Demyelinisierung. Gesteigerte Herzrate, veränderte Herzratenvariabilität und Veränderungen im sympathischen und parasympathischen NS sind in mehr als einer Stu-

die gezeigt worden (Havas/Marrongelle 2013), Kopfschmerzen in mehreren epidemiologischen Studien. Ist die Hypothese der Demyelinisierung als Ursache für die Symptome einleuchtend? Ja, schreiben die Autoren, die Beweise aus in vivo- in vitro- und epidemiologischen Studien seien stark genug, um ungeborene Kinder bis zu Jugendlichen im mittleren Teenageralter minimalen Belastungen auszusetzen, bis Klarheit herrscht.

Wenn die Myelin-Intaktheit durch RF-EMFs gestört wird, sind die Auswirkungen wahrscheinlich am Ende des Lebens am gravierendsten. Das ZNS von Fetus, Baby, Kind und Jugendlichen, deren Myelinisierung vor allem peripher noch unvollständig ist und deren Nervenverbindungen schnell hergestellt und gelöst werden, könnte höchst empfänglich sein wie auch das von alten Menschen, bei denen der Myelinschutz bereits im Abbau begriffen ist, besonders bei MS und anderen Krankheiten mit Myelinverlust. Es ist nicht klar, ob Myelinschädigung durch wiederholte RF-Exposition MS initiiert oder ob sich eine vorhandene Schädigung verschlimmert. Es kann auch sein, dass vor der Entwicklung der Myelinscheide oder nachdem eine Schädigung eingetreten ist, die funktionelle Axon-Leitung direkt gestört ist, dazu braucht es weitere Forschung. Die Ähnlichkeiten zwischen Demyelinisierung und Elektrosensibilität kann nicht als Beweis für Ursache und Wirkung betrachtet werden. Es muss mehr geforscht werden, denn es ist sehr wichtig zu wissen, ob Myelinintaktheit oder natürliche Entwicklung der Synapsen durch RF-EMFs angegriffen werden, weil das enorme Konsequenzen für die Gesundheit der Bevölkerung hat.

Quelle:

Redmayne M, Johansson O (2014): Could Myelin Damage From Radiofrequency Electromagnetic Field Exposure Help Explain the Functional Impairment Electrohypersensitivity? A Review of the Evidence. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews* 17 (5), 247-258, DOI: 10.1080/10937404.2014.923356

Hochfrequenz-Wirkungen auf das Gehirn

Molekulare Mechanismen und oxidativer Stress im Gehirn

Ein Kapitel in einem 5-bändigen Werk über Freie Radikale und Antioxidanzien fasst die Ergebnisse der Forschung zu Wirkungen von 900–2450 MHz (Wi-Fi und Mobiltelefone) auf Gehirn und Nervenzellen zusammen. Beschrieben werden die molekularen Stoffwechselwege und physiologischen Funktionen von menschlichen Nervenzellen. Vor allem oxidativer Stress im Nervensystem ist gut dokumentiert, am Menschen und in Zell- und Tierexperimenten.

Das Kapitel beschreibt die Wirkungen von Wi-Fi (2,45 GHz) und Mobiltelefonen (900 und 1800 MHz) auf das Zentralnervensystem (ZNS) beim Menschen und in Tierversuchen anhand der wissenschaftlichen Literatur. Die Ergebnisse der Literaturrecherche zu molekularen Stoffwechselwegen und Lernverhalten bzw. Erinnerungsvermögen nach Einwirkung der Felder: 7 von 10 Arbeiten fanden keine Wirkung, so sind die Wechselwirkungen unklar. Dagegen werden in 11 von 13 aufgeführten Arbeiten schädliche Wirkungen durch oxidativen Stress belegt, ebenso die molekularen Stoffwechselwege im Gehirn. Es werden die Mechanismen beschrieben und die Auswirkungen auf den Stoffwechsel, wenn die entsprechenden Enzyme nicht funktionieren. So sind z. B. Selen, Kupfer und Mangan als Spurenelemente wichtig für die Funktion der in oxidativen Stress involvierten Enzyme GSH-Px, SOD und Katalase. Die Vitamine C und E haben Funktionen im Zusammenhang mit ROS und der