

Studie. Die Analyse mit 792 Gliomfällen ergab eine statistisch signifikant erhöhte Anzahl an Gliomen auf der Seite, an der das Telefon gehalten wird. Das Risiko stieg signifikant mit zunehmender Stundenzahl des Beginns der Nutzung des Mobiltelefons. Eine Studie fand erhöhte Mutationen, die zu Krebszellen führen können (p53-Mutanten) bei Personen, die mehr als 3 Stunden täglich mobil telefoniert hatten. Weitere Experimente, die Genschäden, Aktivierung von Reparaturgenen oder Veränderungen am Proteom von menschlichen Spermienzellen festgestellt haben, bestätigten das Krebspotenzial der Mobilfunkstrahlung.

Fall-Kontroll-Studien sind prospektiven Kohortenstudien und anderen Methoden vorzuziehen, denn sie ermöglichen genauere Daten, um das Krebsrisiko zu beurteilen. Gliome treten mit einer Häufigkeit von 7–10 Fällen pro 100000 Einwohner in Industrieländern auf, eine prospektive Kohortenstudie würde einen hohen Aufwand erfordern, wenn man Mobiltelefon-Nutzer und andere HF-Einwirkungen genau berechnen wollte, etwa 10 Mio. Personen über 10 Jahre oder mehr. Außerdem ändern sich die Expositionsbedingungen über die Zeit, die bei großen Kohorten nicht verfolgt werden können und es ist schwierig, genügend Informationen zu bekommen und eine geeignete Vergleichskohorte zu finden. Auch wenn bei Fall-Kontroll-Studien Verzerrungen bei der Auswahl der Teilnehmer und Erinnerungslücken auftreten können: Kürzlich durchgeführte Fall-Kontroll-Studien (Hardell/Carlberg 2013, Hardell/Carlberg 2015, Borkiewicz et al. 2017, Prasad et al. 2017, Yang et al. 2017) bestätigen ein signifikant erhöhtes Gliomrisiko. Bei jüngeren Personen findet man erhöhte Tumorzahlen, wenn man die Lage der Tumoren im Gehirn (Schläfenlappen, Stirnlappen und Kleinhirn) analysiert.

Als Schlussfolgerung ist festzustellen: Die nach dem Treffen der IARC-Arbeitsgruppe 2011 veröffentlichten epidemiologischen Studien sind ausreichend, um Mikrowellen als „wahrscheinlich Krebs erregend für den Menschen“ (Gruppe 2A) einzustufen. Die Studien sind zu ergänzen um die kürzlich veröffentlichten Tierstudien vom Ramazzini-Institut und der NTP-Studie sowie um weitere Studien. Die experimentellen Ergebnisse zusammen mit der Epidemiologie sind in den Augen der Autoren ausreichend, um die Kategorisierung der IARC in Gruppe 1, „Krebs erregend für den Menschen“, heraufzustufen. Weitere Fallstudien sollten durchgeführt werden. Das Vorsorgeprinzip müsste jetzt angewendet werden und geeignete Warnhinweise an Erwachsene und besonders an Kinder und deren Eltern gegeben werden. Kinder sollten so wenig wie möglich der Strahlung ausgesetzt werden. Epidemiologische Studien bestätigen den Einfluss der Vergangenheit, experimentelle Studien zeigen zukünftige Risiken auf. Deshalb sind experimentelle Ergebnisse und Modelle nötig, bevor neue Systeme wie 5G eingeführt werden, für die keine Sicherheitsdaten vorliegen. Dass es keine systematische Testung gibt darf nicht dazu führen, dass Unbedenklichkeit besteht. In der Zwischenzeit muss das Vorsorgeprinzip aufgrund der Epidemiologie für kleine Kinder und Personen mit Kinderwunsch festgeschrieben werden. Viele Studien über die Auswirkungen der Strahlung auf Qualität und Quantität menschlicher Spermien zeigen steigende Schäden. Dies sollte nicht außer Acht gelassen werden, wenn durch neue Frequenzen jetzige und zukünftige Generationen einem Risiko ausgesetzt werden.

Quelle:

Miller AB, Morgan LL, Udasin I, Davis DL (2018): Cancer epidemiology update, following the 2011 IARC evaluation of radiofrequency electromagnetic fields (Monograph 102). Environmental Research, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.043>

Hochfrequenzwirkung

1788 MHz beeinflusst die Herzratenvariabilität

An 46 Jugendlichen wurde die Wirkung von 1788-MHz-Strahlung auf das autonome Nervensystem untersucht. Der Test bestand in der Messung der Herzratenvariabilität (HRV) beim Wechsel zwischen liegender und aufrechter Position der Person mit gepulster 1788-MHz-Strahlung (Feldstärke $54 \pm 1,6$ V/m, SAR 0,405 W/kg, intermittierend für 18 Minuten). Die Strahlung bewirkte einen signifikanten Anstieg der parasympathischen Nervenaktivität in liegender Position im Vergleich zur Scheinbestrahlung.

Angesichts des starken Anstiegs von Mobiltelefonen, Basisstationen und anderen Mikrowellengeräten werden die biologischen Wirkungen immer wieder diskutiert. Heutzutage scheint nahezu jeder Jugendliche ein aktiver Mobilfunknutzer zu sein. Das Gerät wird oft sehr dicht am Kopf gehalten, mit möglichen biologischen Wechselwirkungen. Bisher weiß man wenig über die Wirkung der Mikrowellen auf das autonome Nervensystem, Herzrate, Blutdruck und andere Herz-Kreislauf-Funktionen. Einige Studien lieferten Hinweise auf negative Wirkungen auf Hirnfunktionen bei Tieren. Es gibt Untersuchungen beim Menschen, die einen Einfluss auf Herzrate, Blutdruck und Herzratenvariabilität (HRV) gezeigt haben, aber die Ergebnisse sind noch widersprüchlich.

Die Veränderung der HRV kann auf funktionelle Änderungen in der Sympathikus-Parasympathicus-Regulation hindeuten; dies kann Informationen über Nervenaktivität von Sympathikus und Parasympathikus liefern. Mit dem Ortho-Klinostatischen Test, einer Abfolge von liegender zur stehenden Position und zurück zur liegenden Position einer Person, kann die Aktivität des autonomen Nervensystems (ANS-Aktivität) beeinflusst werden. Hier wurden 46 gesunde Jugendliche (16 männliche und 30 weibliche) getestet, 23 Teilnehmer wurden bestrahlt und scheinbestrahlt, während die 23 anderen 2-mal scheinbestrahlt wurden. Die Gruppen wurden verschieden zusammengesetzt, damit kumulative Wirkungen ausgeschlossen sind. Nach den Tests sollten die Teilnehmer ihre Empfindungen beschreiben. Die Bestrahlung erfolgte über einen Generator mit 1788 MHz, gepulst mit einer Pulsweite von 100 µsec. Der ICNIRP-Grenzwert hat das E-Feld auf Sicherheitsstandard bei 1800 MHz 58,34 V/m gesetzt, der Wert hier liegt mit $54 \pm 1,6$ V/m leicht darunter. Die Temperaturmessung erfolgte auf der Haut mit einer Temperatur-Kamera und im Ohr, Genauigkeit 0,1 °C. Die Messungen wurden verblindet von einem Physiologen durchgeführt, der Experte in der HRV-Analyse ist. Das Feld wirkte für 18 Minuten bei jedem Durchlauf ein, intermittierend 5 Minuten an und 1 Minute aus.

Die Mikrowellen-Strahlung beeinflusst das ANS nur in liegender Position, nicht im Stehen. Die Ergebnisse zeigen eine sichtbare Wirkung auf HRV-Parameter. Kurzzeitige intermittierende Bestrahlung beeinflusst das autonome Nervensystem mit signifikanter Erhöhung von HRV-Indikatoren und einer Abnahme der Herzrate (gemessen im RR-Interall). Das deutet auf eine Steigerung der Aktivität des Parasympathikusnervs hin. Der Anstieg durch die Atmung ist unwahrscheinlich, weil die Atmungsrate nicht verändert war. Keiner der Teilnehmer konnte zwischen Schein- und tatsächlicher Bestrahlung unterscheiden. Es gab keine messbare Temperaturänderung bei Scheinbestrahlung, aber man fand während

der Bestrahlung leichte, nicht-signifikante Abnahme in der Tympanon-Temperatur. Die Ergebnisse zeigen, dass das Studiendesign geeignet ist, die HRV unter Einwirkung von elektromagnetischen Feldern zu untersuchen. Eine frühere Studie mit 900-MHz-Uplink ergab eine ähnliche Wirkung. Die Daten zeigen, dass Kurzzeit-Bestrahlung unter den Bedingungen hier die Aktivität des Parasympathikus-Nervus steigert. Angesichts der weit verbreiteten Mobiltelefone sollte chronischer Langzeitbestrahlung mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Quelle:

Misek J, Belyaev I, Jakusova V, Tonhajzerova I, Barabas J, Jakus J (2018): Heart Rate Variability Affected by Radiofrequency Electromagnetic Field in Adolescent Students. *Bioelectromagnetics* 39, 277–288

Hochfrequenzwirkung auf Geschlechtsorgane

Einfluss von HF-EMF auf weibliche Geschlechtsorgane

2,45 GHz Hochfrequenzstrahlung könnte negative Auswirkung auf das Gewebe von Eierstöcken, Eileitern und Gebärmutter haben. Vitamin C könnte helfen, diese Auswirkungen zu minimieren.

Der zunehmende Einsatz elektronischer Geräte in den letzten Jahren hat unser modernes Leben erleichtert. Als Konsequenz hat sich jedoch die elektromagnetische Strahlung, die unseren Lebensraum belastet, stark erhöht. Die elektromagnetische Strahlung kann dazu führen, dass eine Vielzahl von biologischen Wirkungen im menschlichen Körper auftreten. So zeigen Studien, dass langfristige Mikrowellenbestrahlung unter anderem zu Nierenschäden, neurodegenerativen Erkrankungen, Einschränkung kognitiver Fähigkeiten und Kinderleukämie führen können. In den letzten zehn Jahren wurde publiziert, dass langfristige Exposition gegenüber elektromagnetischer Strahlung negative Auswirkungen auf das weibliche Fortpflanzungsorgan haben können. Des Weiteren existieren Berichte, dass oxidativer Stress, welcher Membranen beschädigen und zu programmiertem (Apoptose) oder pathologischem (Nekrose) Zelltod führen kann, durch die Belastung mit hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung entstehen kann. Antioxidative Schutzmechanismen des Körpers wirken oxidativem Stress entgegen. Eines der wichtigsten Antioxidantien ist Vitamin C. Dieses spielt eine Rolle bei diversen enzymatischen Reaktionen sowie entzündlichen Prozessen und Infektionen.

Die Autoren dieser Studie untersuchten die Langzeitwirkung von 2,45 GHz elektromagnetischer Strahlung auf die Eierstöcke, die Eileiter und die Gebärmutter von „Sprague-Dawley“-Ratten. Dabei wurden insgesamt 18 Ratten zufällig in drei Versuchsgruppen aufgeteilt. Die erste Versuchsgruppe wurde eine Stunde pro Tag über 30 Tage mit einem 2,45 GHz elektromagnetischen Feld (EMF) bestrahlt. Der errechnete SAR-Wert betrug hierbei 2,27 mW/kg für die Gebärmutter und 0,8 mW/kg für die Eierstöcke. Die zweite Versuchsgruppe wurde auf identische Art und Weise bestrahlt, bekamen allerdings täglich 250 mg/kg Körpergewicht Vitamin C oral verabreicht (EMF+Vit C). Die Kontrollgruppe besaß dieselben Tierhaltungsbedingungen wie die beiden Versuchsgruppen, erhielt jedoch keine Bestrahlung.

Die Wissenschaftler untersuchten zunächst die Auswirkungen des EMF auf die wichtigen Sexualhormone Anti-Müller-

Hormon (AMH) und Östrogen. Die AMH-Konzentration wird beim Menschen zur Fruchtbarkeitsdiagnostik verwendet. AMH besitzt einen direkten Zusammenhang mit der Funktion der Eierstöcke. Bemerkenswerter Weise wurden im Serum statistisch signifikant gesteigerte AMH-Konzentrationen bei der EMF-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe gefunden. Die EMF+Vit C-Gruppe wies im Vergleich zur EMF-Gruppe signifikant geringere AMH-Konzentrationen im Serum auf. Die Auswirkung des EMF auf den AMH-Level konnte also durch die Zugabe von Vitamin C abgeschwächt werden. Die Östrogenkonzentration der EMF-Gruppe unterschied sich nicht statistisch signifikant von der Kontrollgruppe. Anschließend widmeten sich die Wissenschaftler dem Eierstockgewebe. Dort wurde zuerst der „total oxidant status“ (TOS), „total anti oxidant status“ (TAS) sowie der oxidative Stressindex (OSI) ermittelt. Der OSI ist definiert als das Verhältnis von TOS zu TAS. Der TAS bestimmt die antioxidative Kapazität einer Probe an und wird als Äquivalent des Vitamin E-Derivats Trolox angegeben. Der TOS zeigt umgekehrt die oxidative Kapazität der Probe auf. Dieser wird als H₂O₂-Äquivalent angegeben. Sowohl TOS als auch OSI der EMF-Gruppe war gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöht. Der TAS jedoch wies keine statistisch relevante Veränderung auf. Wiederum konnte die Wirkung des EMF durch die Zugabe von Vitamin C abgeschwächt werden. Sowohl TOS als auch OSI waren in der EMF+Vit C-Gruppe im Vergleich zur EMF-Gruppe signifikant verringert. Histopathologische und immunohistochemische Untersuchungen der Eierstöcke zeigten keine pathologischen Veränderungen des Gewebes. Hierbei wurden Hyperämie (übermäßiges Blutangebot, Hinweis auf Reizung des Gewebes), entzündliche Reaktionen, Degeneration des Gewebes und Nekrose analysiert. Alle drei Gruppen verfügten über eine normale histologische Gewebestruktur. Allerdings war die Bildung des pro-apoptotischen Proteins Caspase-3 in der EMF-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe in Epithelzellen statistisch signifikant erhöht. Bei Caspase-3 handelt es sich um eine für Apoptose essentielle Protease. Diese Protease spaltet und aktiviert damit sogenannte „Todessubstrate“ und Endonukleasen. Endonukleasen fragmentieren DNA. Fragmentierte DNA stellt ein Kennzeichen für Apoptose dar. Es wurde auch die Bildung einer weiteren Caspase, Caspase-8 analysiert. Es ergaben sich jedoch keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den drei Versuchsgruppen. Die drei beschriebenen Analysen (Redoxstatus, histopathologische bzw. immunohistochemische Untersuchung, Bildung der Caspasen) wurden ebenfalls in den Eileitern sowie der Gebärmutter durchgeführt. Die Redoxanalyse der Eileiter zeigt keine relevanten Unterschiede zwischen Kontrollgruppe und EMF-Gruppe. Es wurde allerdings eine signifikante Verringerung des TOS und OSI bei der EMF+Vit C-Gruppe im Vergleich zur EMF-Gruppe gefunden. Sowohl die histopathologische bzw. immunohistochemische Überprüfung des Gewebes als auch die Kontrolle der Caspasebildung zeigten keine Unterschiede zwischen EMF, EMF+Vit C und Kontrollgruppe. Der Redoxstatus in der Gebärmutter zeigte ein mit den Eileitern vergleichbares Bild. TOS und OSI der EMF+Vit C-Gruppe war im Vergleich zur EMF-Gruppe signifikant verringert. Allerdings gab es keine relevanten Unterschiede zwischen EMF-Gruppe und Kontrollgruppe. Während die Gewebestruktur der Gebärmutter keine Veränderungen aufwies, zeigt sich eine Hyperämie in der EMF-Gruppe im Gegensatz zur EMF+Vit C und Kontrollgruppe. Auch die Bildung der Caspase-3 sowie Caspase-8 waren bei der EMF-Gruppe vorhanden, während sowohl bei der Kontrollgruppe als auch EMF+Vit C-Gruppe keine festzustellen war.