

ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

15. Jahrgang / Nr. 2

www.elektrosmogreport.de

Februar 2009

Epidemiologie: Mobilfunk und Krebs

Neue Studie zu Hirntumoren durch Mobilfunk

Finnische Forscher haben einen neuen Ansatz zur Auswertung des Zusammenhangs zwischen der Nutzung eines Mobiltelefons und der Entwicklung von Hirntumoren vorgenommen. Als Grundlage diente der finnische Teil der Interphone-Studie. Einen signifikanten Zusammenhang gab es nach diesen Kriterien nur bei kontralateralen Tumoren bei mittlerer Handynutzung. Der Schwerpunkt dieser neuen Berechnung war die Lage des Tumors im Verhältnis zur Absorption der Strahlung im Hirngewebe.

Einige frühere Studien hatten ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Glioms oder Akustikusneurinoms durch Nutzung des Mobilfunks über mehr als 10 Jahre ergeben (Langzeitnutzung). Die Bestimmung der Feldstärken war dabei sehr ungenau, weil die Verteilung der Strahlung im Gewebe kompliziert ist und es keine guten Modelle dafür gibt. Für eine genaue Bestimmung des Risikos muss außer den Nutzungsgewohnheiten die Lage des Tumors bekannt sein, um herauszufinden, ob sich der Tumor an der Stelle der maximalen Absorption bildet. Der größte Anteil der Strahlung wird im Schädelknochen und in der Hirnrinde absorbiert. Modelle sagen aus, dass auf der Seite des Handys 10–20mal so viel Strahlung absorbiert wird (SAR-Wert) wie an der anderen Kopfseite. Man schätzt, dass 90 % der Strahlung in den ersten 5 cm des Hirngewebes absorbiert werden, aber die Verteilung der Strahlung im Hirngewebe ist sehr schwer zu bestimmen. Deshalb wurden in dieser **Fall-Fall-Studie** nur die erkrankten Personen in die Berechnungen einbezogen. Dadurch lassen sich Verfälschungen vermeiden, die durch die Wahl der Kontrollfälle entstehen können. Voraussetzung ist, dass man den Angaben der Patienten glaubt, also Vertrauen in deren Erinnerungsvermögen hat.

Die Patienten kamen aus 2 Neurochirurgischen Universitäts-Kliniken in Helsinki und Tampere. Betrachtet wurde der Zeitraum von November 2000 bis Oktober 2002, in dem die Diagnose erstellt wurde. Etwas mehr als die Hälfte der Fälle stammte aus der Interphone-Studie. Die Kriterien waren die Entfernung des Tumors von Oberfläche des Kopfes in Bezug auf die Seite, wo das Telefon üblicherweise gehalten wird, und das Alter der Patienten (20–60 Jahre). Außerdem musste die Diagnose gesichert sein und es durfte keine weiteren Tumorerkrankungen vorher gegeben haben. Im Vergleich mit der Interphone-Studie waren hier auch jüngere Patienten einbezogen worden, weil die ihr Handy vermehrt benutzen und dadurch die Fallzahlen erhöht werden konnten. Es wurde für die Berechnungen angenommen, dass das Handy normalerweise in einer bestimmten Positionierung vom Ohr zum Mund gehalten

wird. Da die meisten Geräte die Antenne innen haben, wurde das ganze Gerät als Antenne angesehen.

Von allen 144 Gliom-Patienten gaben 113 (78 %) ihr Einverständnis zur Teilnahme, 99 blieben am Ende für die genauen Berechnungen übrig. In den Fragebögen wurde nach Nutzungsgewohnheiten des Mobiltelefonierens, an welcher Kopfseite das Gerät gehalten und ob ein Headset benutzt wird. Als Bezugswerte wurden die Patienten genommen, die nie ein Handy benutzt haben. Die statistische Analyse ging von der Strecke zwischen der Mitte des Tumors und der Strahlenquelle aus.

Bei der Berechnung von 2 Altersgruppen, Personen von 20–46 und 47–60 Jahren, bei Geschlecht und Bildung gab es keine Unterschiede. 33 % der Patienten nutzten das Handy mehr als 540 Stunden insgesamt (definiert als Vielnutzer), davon war die Hälfte zwischen 20 und 39 Jahre alt. 51 % der Gliome waren auf der rechten Seite, und 56 % der Patienten gaben an, das Handy auf dieser Seite zu halten. Untersucht wurde auch, auf welcher Seite das Handy gehalten wird und wo sich der Tumor entwickelt hat, ipsilateral oder kontralateral. Ipsilateral bedeutet auf der Seite, an der das Handy gehalten wird, kontralateral ist die Gegenseite des Kopfes.

Die Ergebnisse der Berechnungen ergaben insgesamt kein konsistentes Bild. Der Abstand zwischen Handyposition und Tumor beispielsweise zeigte keine Korrelation zwischen Nichtwenig- und Viernutzern. Die meisten Ergebnisse der Berechnungen waren demnach nicht signifikant, statistische Signifikanz gab es nur bei „kontralateralen Wenignutzern“ (Risikofaktor 4,93), während bei den ipsilateralen 1,34 ermittelt wurde. Der höchste Wert liegt danach nicht am vermutlichen Ort der höchsten Strahlenbelastung. Bei den regelmäßigen Nutzern lag der Risikofaktor bei 2,58, bei den Wenignutzern bei 3,36 und bei den Vielnutzern bei 2,52. Die Betrachtung der Nutzungsdauer ergab einen Risikofaktor von 1,96 bei mindestens 5 Jahren Gebrauch des Handys.

Der Zweck, einen neuen Ansatz zu den Berechnungen zu machen, hat zu neuen Daten in Bezug auf das Hirntumorrisiko geführt. Einen Zusammenhang zwischen der größten Strah-

Weitere Themen

Magnetfelder wirken auf Opioid-Rezeptoren ein, S. 2

An der schmerzlindernden Wirkung von Magnetfeldern sind Opioid-Rezeptoren beteiligt, zeigen Experimente an Mäusen.

Gesteigerte Endozytose durch 900 MHz, S. 2

Die Experimente konnten klären, welcher Endozytose-Weg durch 900-MHz-Strahlung beeinflusst wird.

Wirkung des Erdmagnetfelds, S. 3

Männliche und weibliche Ratten reagieren unterschiedlich auf ein vermindertes Erdmagnetfeld von ca. 12 μ T.

lungensintensität im Kopf und der Lage des Tumors gibt es nach diesen Zahlen nicht. Allerdings war die Fallzahl gering. Die Autoren meinen, dass eine 4- bis 6-fach höhere Fallzahl mit hinreichender Genauigkeit einen Risikofaktor von 2,4 ergeben könnte.

Quelle:

Hartikka H, Heinävaara S, Mäntylä R, Kähärä V, Kurttio P, Auvinen A (2009): Mobile Phone Use and Location of Glioma: A Case-Case Analysis. *Bioelectromagnetics* 10.1002/bem.20471

Kommentar zu den Ergebnissen: Die Tatsache, dass es nur eine statistisch signifikante Zahl gibt bei dieser Art der Berechnung, liegt vielleicht an der geringen Fallzahl. Man fragt sich, warum die Wissenschaftler nur die Jahre 2000–2002 betrachtet haben. Man hätte auch einige Jahre danach einbeziehen können, wenn man die Arbeit 2009 veröffentlicht.

Dass es in einem unerwarteten Fall Signifikanz gab, kann – neben der geringen Fallzahl – vielleicht auch daran liegen, dass man so gut wie nichts weiß über das Verhalten der Strahlung in lebender Materie, sprich Knochen, Hirnhäuten und Nervengewebe oder anderen Strukturen. Zudem kommt es im Bereich der nicht-ionisierenden Strahlen immer wieder zu dem bekannten Phänomen der nicht-linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung. Niemand weiß, ob das auch hier zutrifft, abgesehen von möglichen noch unbekanntem indirekten Wirkungsmechanismen.

NF: Magnetfeldwirkung bei Tieren

Magnetfelder reduzieren Schmerzen bei Mäusen

Diese Experimente haben gezeigt, dass statische Magnetfelder das Schmerzempfinden stark reduzieren können. Daran ist das Opioid-Rezeptor-System beteiligt, wie Kombinationen von statischen Magnetfeldern mit verschiedenen Opioid-Antagonisten gezeigt haben.

Schmerz ist ein sehr komplexes Geschehen, an dem das Gehirn und periphere Nerven beteiligt sind. Auch heute noch sind Morphine und Aspirin die häufigsten Schmerzmittel, obwohl sie unerwünschte Nebenwirkungen haben. Es wurden viele Anstrengungen unternommen, bessere Mittel zu entwickeln, sie mussten aber wegen schwerer Nebenwirkungen mit Todesfällen durch Herz-Kreislauf-Probleme vom Markt genommen werden (Vioxx). Es gibt andere Ansätze zur Schmerzlinderung, nämlich der Einsatz von statischen oder niederfrequenten elektromagnetischen Feldern, die schon bei chronischen Schmerzen in Gelenken und im Bauch- oder Muskelbereich angewendet werden. Auch bei Entzündungen kennt man günstige Wirkungen der Felder und in Kombination mit Chemotherapie bei fortgeschrittenen Tumorerkrankungen. Außer beim Menschen hat man in vielen Experimenten mit Tieren die antinozeptive Wirkung der Felder nachgewiesen. Das Ziel hier war zu untersuchen, auf welche Weise statische Magnetfelder die Schmerzen beeinflussen. Dazu wurden je 6 Mäuse pro Ansatz in Käfigen gehalten, die mit je einer Spule oben und unten versehen waren, sodass ein vertikales Feld entsteht. Um Stress bei den Tieren zu vermeiden, wurden sie vorher zur Eingewöhnung 4 Tage lang für 30 Minuten in die Käfige gesetzt. Die Feldstärke lag unterhalb der Schwelle für Reizung der peripheren Nerven (0,01 mA/m²). Die Schmerzen im Bauchbereich wurden bei den Mäusen erzeugt, indem 0,2 ml einer 0,6 %igen Essigsäure intraperitoneal gespritzt wurde. Bei solchen Maßnahmen wird ein Krümmen und Strecken (Verrenken) der Tiere ausgelöst, das als Maß für die Schmerzen angesehen werden kann. Die Kontrolltiere

bekamen physiologische Kochsalzlösung zugeführt. Unmittelbar nach dem Verabreichen der Essigsäure werden die Tiere 30 Minuten den Magnetfeldern ausgesetzt und die Anzahl der Bewegungen der Tiere über die Zeiträume 0–5, 6–20 und 21–30 Minuten aufgezeichnet. Für die Bestimmung der Wirkungsmechanismen wurden verschiedene Opioide verabreicht, die entweder subkutan (s. c. = unter die Haut) oder in einen speziellen Bereich im Gehirn (i. c. v. = intracerebroventrikular) gespritzt wurden (20 ml/kg bzw. 10 µl/Maus). Nach der Injektion der Essigsäure war die Zahl der Krümmungen und Streckungen/Verrenkungen signifikant um mehr als die Hälfte reduziert bei den Tieren, die den Magnetfeldern ausgesetzt waren, egal ob die Magnetfelder vorher oder hinterher einwirkten. Nur bei 21–30 Minuten war keine Schmerzlinderung zu sehen, wenn die die Felder vor der Injektion eingewirkt hatten.

Zur Untersuchung der Mechanismen wurden die Opioid-Antagonisten Naloxon, Naltrindol, Beta-Funaltrexamin und Norbinalorphimin verwendet. Damit kann man feststellen, wo die Wirkung ansetzt, denn diese Substanzen blockieren verschiedene Opioid-Rezeptoren (s. S. 4). Wenn Naloxon subkutan verabreicht wird, bleibt die Wirkung des Magnetfeldes aus, weil Naloxon ein Antagonist für alle 3 Opioid-Rezeptoren ist, diese also komplett blockiert werden. Bei den mit Kochsalz behandelten Kontrolltieren war die schmerzlindernde Wirkung der Magnetfelder vorhanden. Wird es in die Hirnkammer injiziert, hat es keinen Einfluss auf die Magnetfeldwirkung. Das heißt, die Rezeptoren wurden nicht blockiert, da die Opioide die Blut-Hirn-Schranke nicht durchdringen können. Naltrindol (delta-Blocker) und Beta-Funaltrexamin (µ-Blocker) haben inkomplette hemmende Wirkung und Norbinalorphimin (kappa-Blocker) hatte keine Hemmung der MF-Schmerzlinderung zur Folge.

Diese Experimente zeigen, dass die statischen Magnetfelder auf das periphere Opioid-System einwirken. Hauptsächlich werden die µ- und in geringerem Maß die delta-Rezeptoren aktiviert, während die kappa-Rezeptoren nicht beteiligt sind.

Quelle:

Gyires K, Zádori ZS, Rácz B, László J (2008): Pharmacological Analysis of Inhomogeneous Static Magnetic Field-Induced Antinociceptive Action in the Mouse. *Bioelectromagnetics* 29, 456–62

Mobilfunkforschung

900 MHz-Strahlung beeinflusst Endozytose in Zellkulturen

Für die Experimente wurden Zellkulturen von metastatischen Melanomen 20 Minuten der GSM-Strahlung ausgesetzt und danach die Aufnahme eines Farbstoffs gemessen im Vergleich zu unbestrahlten Zellen. Die Aufnahme des Farbstoffs war beschleunigt bei den bestrahlten Zellen. Die GSM-Frequenzen wirken auf einen bestimmten Mechanismus der Endozytose ein, die Clathrin-abhängige Einschleusung in die Zelle.

Die Endozytose ist einer von vielen grundlegenden Mechanismen, mit denen große Moleküle oder größere Partikel in eine Zelle hineintransportiert werden können. Bei diesem Vorgang wird ein Teil der Zellmembran eingestülpt, der dann als Vesikel nach innen abgeschnürt und innerhalb der Zelle weiterverarbeitet wird. Es gibt 2 Hauptwege, die Clathrin- und die Caveolin-abhängige Endozytose. Clathrin und Caveolin sind Proteine, die sich an die Vesikel anlagern und sie schließlich umhüllen.