

ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

20. Jahrgang / Nr. 5

www.elektrosmogreport.de

Mai 2014

Mobilfunkwirkung

Mobilfunk beschleunigt das Schwannomwachstum

In dieser Studie wird der Zusammenhang zwischen Vestibularis-Schwannomen (VSs) und der Nutzung von Mobiltelefonen untersucht. Sowohl die Häufigkeit als auch die Größe des Tumors wurden mit der Nutzung des Handys in Beziehung gesetzt. Die Ergebnisse von 119 Patienten zeigen deutlich, dass starke Nutzung zu größeren Tumoren führt und besonders die Seite betroffen ist, an der das Handy gehalten wird.

Das Vorkommen von Vestibularis-Schwannomen (Akustikus-Neurine, meist gutartige Wucherungen der Schwann'schen Zellen, der Umhüllung von Nervenfasern) ist in den letzten Jahrzehnten angestiegen, wofür Umweltfaktoren einschließlich Mobilfunk verantwortlich sein können. Der Hörnerv ist das Wahrnehmungsorgan des Schalls und er befindet sich nah an der Stelle, an der das Handy gehalten wird. Die Vestibularis-Schwannome wachsen demnach in Regionen des Kopfes, die die Energie von Mobilfunkstrahlung absorbieren. Die Mobilfunkstrahlung kann bis zu 5 cm in das Gehirn eindringen und das Gewebe kann um bis zu 0,1 °C erwärmt werden. Diese Erwärmung kann die Proteinphosphorylierung beeinflussen, außerdem sind Mechanismen der Krebsentwicklung aus vielen Studien bekannt: oxidativer Stress, Apoptose und Beeinträchtigung des Immunsystems. Einige Studien haben keinen, andere einen Zusammenhang zwischen Hirntumor und Mobilfunknutzung gefunden. Deshalb sollte diese Untersuchung mit zwei unterschiedlichen Ansätzen Klarheit bringen. Eine Fall-Kontroll-Studie zur Ermittlung der Inzidenz von VSs und des Tumorrisikos und eine Fall-Fall-Studie. Die Fall- und Kontrollpersonen bekamen Fragebögen, die auf denen der INTERPHONE-Studie basieren. Von 207 Tumorpatienten (Januar 1990–Dezember 2010) wurden 134 auffindig gemacht, davon haben 119 (88,8 %) eingewilligt, den Fragebogen zu beantworten. Bei den 119 Patienten war der Tumor bereits operativ entfernt worden. Die Interviews führte eine Person zwischen Januar und März 2012 mit den Patienten und 238 Kontrollpersonen durch. Bei allen Teilnehmern wurde zusätzlich das Hörvermögen überprüft, was wichtig ist, weil jemand zum Telefonieren das Ohr wechselt, wenn er auf einem Ohr schlecht hört.

Zur Auswertung wurden tägliche Gesprächsdauer und -anzahl sowie kumulativ die Stunden über die gesamte Zeit der Handy-nutzung herangezogen. Als regelmäßiger Mobilfunknutzer ist jemand definiert, der mindestens einmal pro Woche in den letzten 6 Monaten telefoniert hatte. Die Fall-Fall-Studie untersuchte die Größe und die Stelle des Tumors. Als Langzeitnutzer wurden Personen bezeichnet, die das Handy mehr als 10 Jahre verwenden, Starknutzer mehr als 20 min. täglich und starke kumulativ-Nutzer solche, die in ihrem Leben mehr als 2000 Stunden

erreichten. Die Telefonierseite wurde festgelegt, wenn jemand für mindestens 3 Viertel der Telefonate ein Ohr benutzte, sonst wurde „kein dominantes Ohr“ klassifiziert. Weitere Unterteilung erfolgte für Dauer, tägliche Anzahl der Gespräche und kumulative Stundenzahlen zwischen den beiden Gruppen. Bei der Fall-Fall-Studie wurden die Stelle und die Größe des Tumors mittels MRI bestimmt.

Die Ergebnisse: Bei der Fall-Kontroll-Studie betrug die längste Phase zwischen Diagnose und Interview 20 Jahre. Das häufigste Symptom war Tinnitus, 64 Patienten (53,8 %) nutzen immer noch das Handy. Es gab keine Unterschiede zwischen Fällen und Kontrollen in Bezug auf das Risiko und die Tumorzinzenz (0,956–0,998). Die Kontrollpersonen nutzten das Handy etwas mehr als die Fälle. Bei der Fall-Fall-Studie ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede innerhalb der Schwannom-Gruppe. Bei den 64 regelmäßigen Nutzern betrug die Tumorgöße $8,10 \pm 10,71 \text{ cm}^3$, die 55 unregelmäßige Nutzer $2,71 \pm 3,78 \text{ cm}^3$. Innerhalb der Gruppe der regelmäßigen Nutzern gab es nicht-signifikante Unterschiede in der Tumorgöße zwischen den Lang- und Kurzzeitnutzern ($9,83 \pm 11,97 \text{ cm}^3$, $n=38$ bzw. $5,57 \pm 8,15 \text{ cm}^3$, $n=26$), aber einen signifikanten Unterschied zwischen Viel- und Wenignutzern ($11,32 \pm 15,43 \text{ cm}^3$, $n=32$ bzw. $4,88 \pm 5,60 \text{ cm}^3$, $n=32$) bezogen auf die tägliche Gesprächsdauer. Es gab eine starke Korrelation bei der kumulativen Nutzung: die Tumoren waren signifikant größer bei Viel- als bei Wenignutzern ($13,31 \pm 14,07 \text{ cm}^3$, $n=26$ bzw. $4,88 \pm 6,16 \text{ cm}^3$, $n=38$). Von den 64 Regelnutzern hielten 12 Fälle das Telefon an beiden Ohren gleich oft (9 %), so dass 52 Fälle blieben für die Risikoanalyse, und die ergab einen Risikofaktor von 4,5. Die Fall-Fall-Berechnung ergab somit ein signifikant größeres Tumorzinzenz – sowohl für die tägliche als auch die kumulative Nutzung – bei den Regel- und Vielnutzern im Vergleich zur Nicht- und Wenignutzer-Gruppe. Eine starke Korrelation bestand zwischen Verlust bzw. Einschränkung des Hörvermögens und der Seite des Kopfes, an dem das Handy überwiegend gehalten wurde.

Man kann daraus schließen, dass die Größe des Tumors von der Häufigkeit der Nutzung und dem betroffenen Ohr abhängt, d. h., die Mobilfunkstrahlung das Tumorzinzenz beeinflusst. Es

Weitere Themen

Beeinflussung der Homöostase, S. 2

Statische Magnetfelder verändern Membranfunktionen, Na^+ - und Ca^{2+} -Ionenkonzentrationen und Mitochondrienaktivität.

Oxidativer Stress durch Hochfrequenz, S. 3

Eine internationale Forschergruppe fand heraus, dass von 80 Forschungsarbeiten 92,5 % oxidativen Stress nachweisen.

Langzeitrisiken durch Mobilfunk, S. 3

Eine Tagung in Würzburg mit hochkarätigen internationalen Referenten macht Bestandsaufnahme.

gibt eine konsistente Beziehung zwischen Tumor und Mobilfunknutzung, mit einer stärkeren Beziehung zu Tumorwachstum als zu Tumorinzidenz. Die durch das Handy erzeugte lokale Erwärmung (thermische Wirkung der Mobilfunkstrahlung) könnte das Wachstum eines bereits vorhandenen Schwannoms beschleunigen. Zu klären bleibt die Wirkung der absorbierten Energie des Mobiltelefons im Gewebe am Ohr. Wenn die Energie des Mobiltelefons Gewebeabbau auf Proteinebene verursachen kann, könnten das Veränderungen in Tumorwachstum und -charakteristik bedeuten. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass Mobilfunkstrahlung das Wachstum bestehender Tumoren beeinflusst; je länger man telefoniert desto größer ist der Tumor auf der Seite, an der das Telefon gehalten wird. Man sollte Menschen mit einem Schwannom raten, das Telefonieren mit dem Handy zu unterlassen.

Die Studie wurde von der Koreanischen Forschungsstiftung finanziert und die Autoren geben an, keine finanziellen Kontakte zu Firmen zu haben.

Quelle: Moon IS, Kim BG, Kim J, Lee JD, Lee WS (2014): Association between vestibular schwannomas and mobile phone use. *Tumor Biology* 35, 581–587, DOI 10.1007/s13277-013-1081-8

Wirkung statischer Felder

Beeinflussung der Homöostase durch 2-mT-Magnetfelder

Akutes Einwirken statischer 2-mT-Magnetfelder bewirkt eine 1-minütige reversible Depolarisationswelle der Zellmembranen. Es folgen Anstieg von intrazellulärem Calcium und eine Verminderung der Mitochondrienaktivität. Das Gleichgewicht zwischen innerer und äußerer Konzentration der Na^+ - und Ca^{2+} -Ionen wird verschoben. Wahrscheinlich wird die Membran durchlässiger für diese Ionen mit weitreichenden Folgen für die Regulation von Stoffwechsel, Hormonsystem und Energiehaushalt der Zellen.

Bis heute sind durch Magnetfelder verursachte Veränderungen in Zellzyklus, Homöostase, Zellstoffwechsel, Morphologie, Genexpression, der Regulation der Apoptose und der räumlichen Orientierung der Zellen gezeigt worden, aber die Signalwege sind weitgehend unerforscht. Um die Ionen-Homöostase zu untersuchen, wurden primäre Granulosazellen vom Schwein (bestimmte Zellen im Eierstock, Follikel epithelzellen, die bei der Follikelreifung eine Rolle spielen) dem 2-mT-Magnetfeld für die Zeit der Untersuchung im Mikroskop ausgesetzt. Es wurden 4 unabhängige Experimente mit 6 verschiedenen Ansätzen durchgeführt. 1. Scheinbestrahlte Kontrolle, 2. gepufferte Kochsalzlösung als Kontrollmedium (CTR-M), 3. gepufferte Kochsalzlösung mit Cholinchlorid (CC-M) als Ersatz für Na^+ , 4. gepufferte Kochsalzlösung mit Tetrodotoxin als Blocker der spannungsabhängigen schnellen Na^+ -Kanäle (TTX-M) und 5. gepufferte Kochsalzlösung ohne Ca^{2+} und mit 1 mM EDTA (EDTA-M), 6. gepufferte Kochsalzlösung ohne Ca^{2+} und Na^+ , mit Cholinchlorid und EDTA (CC-EDTA-M). Die Zellen wurden während der Befeldung bzw. der Scheinbefeldung im Mikroskop beobachtet. Bei den scheinbefeldeten Zellen gab es keine Veränderungen der Membranpolarisation, der intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration und der Mitochondrienaktivität. Die Kochsalzzellen (CTR-M) reagierten mit sofortiger Depolarisation in 99,3 % der Zellen, die etwa eine Minute dauerte. Wenn der Ionenfluss von Na^+ und Ca^{2+} allein von außerhalb der Zelle blockiert wurde (durch CC-M, TTX-M oder EDTA-M), blieb die Depolarisation zu $99,3 \pm 1$ % bestehen, während sie vollständig unterblieb, wenn die beiden Kationen nicht vorhanden

waren. Analog dazu verursachte der Kontroll-Ansatz einen Anstieg von intrazellulärem Ca^{2+} von $96 \pm 3,3$ % der Zellen im Vergleich zu den scheinbefeldeten Zellen. Dieser Vorgang unterblieb bei der Inkubation der Zellen in Anwesenheit von CC-M und TTX-M in beiden Fällen in über 90 % der Zellen, während es bei Entfernen von extrazellulärem Ca^{2+} komplett blockiert wurde (durch EDTA-M). Schließlich wurde die Mitochondrienaktivität in $94,3 \pm 6,9$ % der Zellen verringert. Diese Ergebnisse lassen annehmen, dass das Einwirken eines statischen Feldes von 2 mT das Membran-Ruhepotenzial und das Gleichgewicht der intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration und die Mitochondrienaktivität beeinflusst, möglicherweise durch Öffnen der spannungsabhängigen Ionenkanäle für Na^+ und Ca^{2+} . Das kann erhebliche biologische Auswirkungen haben. Das Membranpotenzial erlaubt es der Zelle, als Batterie zu funktionieren, indem sie Energie liefert für die Arbeit von in der Membran verankerten Molekülen, und spielt eine Schlüsselrolle in der Signaltransduktion. Es ist funktionell verbunden mit den spannungsabhängigen Kanälen und intrazellulärer Ca^{2+} -Konzentration, die wiederum ein weit reichender second messenger (ein Botenstoff, der innerhalb von Zellen Signale von außen weiterleitet) von entscheidender Bedeutung in der Signalkette zwischen inner- und außerhalb der Zellmembran ist. Besonders in den Granulosazellen kontrolliert das Calcium den Stoffwechsel, die Hormonsekretion, das Zellwachstum, die Zelldifferenzierung und die Apoptose. Eine Fehlregulation all dieser Parameter kann schädliche Wirkung haben auf die Aufrechterhaltung des Stoffwechsels, der die Entwicklung von Eizellen ermöglicht, und auf die endokrine Aktivität der Granulosazellen. Zudem kontrolliert die Ca^{2+} -Konzentration im Zytosol den Energiestoffwechsel der Zelle durch Steuerung der Mitochondrienaktivität. Möglicherweise wird durch den schnellen Anstieg von Na^+ und Ca^{2+} in den Zellen, ausgelöst durch die Magnetfelder, die Homöostase der Mitochondrien negativ beeinflusst und dadurch die Granulosazellenfunktion geschädigt.

Es ist bemerkenswert, dass die Zellen in den Grundzustand des Membranpotenzials nach der Depolarisation zurückfielen, wenn das Feld ausgeschaltet wurde. Beim Wiedereinschalten des Feldes kam es zu einer erneuten Depolarisation. Diese Ergebnisse stimmen überein mit Experimenten, die einen Anstieg der Zellverdoppelungszeit, Veränderung der Morphologie der Zellen und des Zellskeletts, des Zellstoffwechsels und der endokrinen Aktivität (Abfall der intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration und der Mitochondrienaktivität) zeigen konnten. Die Ergebnisse können zurückzuführen sein auf die Wirkung der Magnetfelder auf die Membrananordnung, denn diamagnetische anisotrope Moleküle, die die Zellmembranen bilden, rotieren in einem homogenen Magnetfeld, um eine Gleichgewichtsorientierung zu erlangen, d. h. den Status mit der niedrigsten freien Energie. Wenn Moleküle parallel zueinander angeordnet und funktionell verbunden sind, fügt individuelle Anisotropie Felder moderater Intensität hinzu und könnte dadurch eine sichtbare biologische Wirkung induzieren. Insbesondere wurde dokumentiert, dass Veränderungen in der Membranorganisation sich auf die Funktion der Ionenkanäle auswirken können, wodurch die Homöostase der Ionen beeinflusst wird. Zusammenfassend sind die Ergebnisse einerseits mit Vorsicht zu interpretieren, weil die Funktionen von Zellkulturen sich von Zellen in lebenden Geweben unterscheiden. Einige Kontrollmechanismen in der 3-dimensionalen Anordnung der biologischen Strukturen sind nicht vorhanden, ebenso wie die para- und endokrinen Faktoren. Andererseits können Zellkulturen neue Perspektiven zu Erkenntnissen über Wechselwirkungen zwischen Zellsystemen und statischen Magnetfeldern eröffnen.

Anmerkung der Redaktion: Wenn die Homöostase beeinflusst wird, hat das nicht zu überblickende Konsequenzen, weil die Regulation über das übergeordnete Regulationszentrum im