

England hatte mit die höchsten radioaktiven Einträge. Weiter kann Luftverschmutzung durch Verkehr eine Ursache sein. Es gibt immer mehr Anzeichen, dass viele Krebsarten, auch Gliome, dadurch entstehen, dass Stoffwechsellentgleisungen in den Mitochondrien genetische Veränderungen im Zellkern hervorrufen. Auch elektromagnetische Wellen kommen in Frage. Die IARC-Einstufung von Hochfrequenzstrahlung als Krebs erregend geschah aufgrund von Forschungsarbeiten, z. B. von Villeneuve 2002 und Hardell/Carlberg 2015. Volkow et al. zeigten 2011 signifikant erhöhten Zuckerstoffwechsel im Gehirn nach einem 50-minütigen Gespräch mit dem Mobiltelefon. Insgesamt ergaben die Berechnungen eine lineare, statistisch hochsignifikante Zunahme von primären Glioblastomen innerhalb von 21 Jahren (1995–2015), insbesondere im Stirn- und Schläfenlappen. Obwohl die meisten Fälle bei Personen über 54 Jahre auftreten, ist die altersbezogene Standardisierung hochsignifikant in allen analysierten Altersgruppen. Die alters-standardisierte Zunahme der Inzidenz kann nicht nur mit verbesserter Diagnose erklärt werden, denn es sind bestimmte Bereiche des Gehirns betroffen, und da eine bestimmte Hirntumorart mit immer fatalen Folgen. Es werden weit verbreitete Umwelt- oder Lebensstilfaktoren verantwortlich sein. Die Ergebnisse verlangen dringend Forschungsgelder für mehr Erforschung der Initiation und Promotion der Glioblastome. Dabei müssen CT-Verfahren und Lebensstilfaktoren einbezogen werden, die den Tumor-Stoffwechsel beeinflussen könnten.

Diese Arbeit wurde von keiner öffentlichen, kommerziellen oder anderen Institution finanziert.

Quelle:

Philips A, Henshaw DL, Lamburn G, O'Carroll MJ (2018): Brain tumors: rise in Glioblastoma Multiforme incidence in England 1995–2015 suggests an adverse environmental or lifestyle factor. *Journal of Environmental and Public Health*, <https://www.hindawi.com/journals/jep/h/aip/7910754/>

Niederfrequenz und Krebs

Galvanotaxis bei Säugerzellen

Galvanotaxis, die gerichtete Wanderung von Zellen als Antwort auf ein elektrisches Feld, spielt eine große Rolle bei physiologischen Prozessen, wie z.B. der Wundheilung. Wissenschaftler untersuchen molekularbiologische Grundlagen dieses Phänomens.

Der hier vorgestellte Artikel beschäftigt sich mit dem Phänomen der Galvanotaxis bzw. dem Galvanotropismus. Dieses Phänomen beschreibt die gerichtete Wanderung von Lebewesen als Antwort auf ein elektrisches Feld. Verschiedene Einzeller wie z.B. Amöben, aber auch höhere Organismen wie Regenwürmer reagieren in dieser Weise auf elektrische Felder. Auch bei verschiedenen menschlichen und tierischen Zellen wird Galvanotaxis beobachtet. Insbesondere Epithelgewebe, wie die menschliche Haut sowie die innerste Schicht der Luftröhre, zeigen dieses Phänomen. Bei der Analyse der Galvanotaxis werden zwei Kriterien untersucht: die Gerichtetheit und die Wanderungsgeschwindigkeit, mit der die Zellen auf den elektrischen Reiz reagieren. Sowohl die Ausrichtung als auch die Wanderung wird durch eine Modifikation des Zellgerüsts erzeugt. Dieses besteht aus dem fibrillären (aus Fasern bestehenden) Protein Aktin. Im Prinzip besteht das Zellgerüst aus hochmolekularem (schwerem) F-Aktin, an der Vorderseite jedoch aus niedermolekularem (leichtem) G-Aktin. Die Verlagerung des Zellgerüsts passiert durch Neuaufbau von G-Aktin an der Vorderseite. Gleichzeitig erfolgt

ein Zusammenziehen des Zellgerüsts durch das Motorprotein Myosin, welches in einem Druck innerhalb der Zelle resultiert. Dieser kann sich nur Richtung Vorderseite entladen, da diese weniger stabil ist als die Hinterseite. Durch diese beiden Phänomene wird eine Wanderung bzw. Rotation ermöglicht. Im physiologischen Kontext spielen elektrische Felder beispielsweise bei der Wundheilung eine Rolle. Werden Epithelgewebe verletzt, wird ein körpereigenes elektrisches Feld von ca. 1V/cm erzeugt, welches den Vorgang der Galvanotaxis veranlasst und dadurch eine gerichtete Verschließung der Wunde durch Zellwanderung unterstützt. Epithelzellen können entweder isoliert oder als Zellschicht kultiviert werden. Dabei unterliegen die Zellen einer Kontaktthemmung, sodass sie sich lediglich zweidimensional als einschichtige Zellschicht ausbreiten. Bemerkenswerter Weise zeigen Zellschichten im Vergleich zu isolierten Zellen eine höhere Gerichtetheit aber eine geringere Wanderungsgeschwindigkeit als Antwort auf den elektrischen Reiz. Daraus lässt sich schließen, dass Zell-Zell-Kontakte Einfluss auf die Galvanotaxis nehmen.

Die Arbeitsgruppe bediente sich zur Analyse der Galvanotaxis sogenannten Madin-Darby Canine Kidney (MDCK) Zellen. Übersetzt bedeutet dies Madin-Darby-Hundenieren-Zellen; sie stellen eine Modell-Zelllinie für Epithelgewebe dar. Um die physiologischen Voraussetzung eines natürlichen Gewebes bestmöglich zu simulieren, wurden die Zellen als Einzelschicht kultiviert. Diese wurde einem schwachen elektrischen Feld von $0,53 \pm 0,03$ V/cm ausgesetzt, womit das elektrische Feld in einer physiologisch relevanten Stärke gewählt wurde. Das elektrische Feld resultierte in einer eindeutig kathodengerichteten Antwort der Zellschicht ($d = 0,81$, d als Maß für die Gerichtetheit). Mit anderen Worten, die Zellen richteten sich entlang des elektrischen Feldes in Richtung Kathode aus. Die MDCK-Zellschicht reagiert also zweifelsfrei auf elektrische Reize und ist somit geeignet für die Analyse von Galvanotaxis-Wirkweisen. Zunächst untersuchten die Wissenschaftler die Wirkung der Aktinpolymerisierung (Stabilisierung von F-Aktin) auf die Galvanotaxis. Dafür wurde die MDCK-Einzelschicht mit zwei verschiedenen Dosen von Jasplakinolid behandelt. Bei Jasplakinolid handelt es sich um das Toxin eines Meeresschwammes, welches die Aktinpolymerisierung veranlasst. Die niedrige Dosis von 1 nM Jasplakinolid bewirkte eine leicht erhöhte Zellgeschwindigkeit, verringerte aber die Kathodenausrichtung ($d = 0,74$). Die hohe Dosis von 50 nM bewirkte eine komplette Aufhebung der Kathodenausrichtung der MDCK-Einzelschicht. Auf der anderen Seite wurde die Wirkung von Aktindepolymerisierung (Aktindestabilisierung) untersucht. Dazu wurde die Einzelzellschicht mit 0,2 μ M Cytochalasin D behandelt, einem Toxin aus Schimmelpilzen. Dieses bewirkt eine Depolymerisierung von F-Aktin, was im Erlöschen von gerichteter Zellwanderung resultierte. Zusammengefasst lässt sich also sagen, dass eine optimale Menge an stabilem Zellgerüst für gerichtete Zellwanderung bei der Galvanotaxis notwendig ist. Sowohl zu viel als auch zu wenig F-Aktin bewirkt das Ende von Selbiger.

Nach der Analyse von Wirkungen, die durch den Stabilisierungsgrad des Zellgerüsts hervorgerufen werden, wurde der Einfluss von Zellkontraktilität (Fähigkeit der Zelle sich zusammenzuziehen) auf die Galvanotaxis untersucht. Dafür wurde die MDCK-Einzelschicht mit 20 μ M Blebbistatin behandelt, das die Aktivität des Motorproteins Myosin unterbindet und damit die Zellkontraktilität vermindert. Dies verlangsamte zwar die Zellgeschwindigkeit, hatte aber keine signifikante Wirkung auf die Gerichtetheit der Zellen ($d = 0,76$). Im Gegensatz dazu führte die Verstärkung der Myosinaktivität durch 5 nM Calyculin A zu einer erheblichen

Abschwächung der kathodengerichteten Galvanotaxis ($d = 0,12$). Um diese Wirkungen zu erklären bedienen sich die Autoren eines Modells, das von einer anderen Arbeitsgruppe bei der Analyse von Keratinocyten erstellt wurde. Diese spricht von einem Kompassmodell, bei dem zwei konkurrierende Wege (Aktinstabilisierung und Kontraktilität) die Zellausrichtung im elektrischen Feld beeinflussen. Aktinstabilisierung bevorzugt dabei die Ausrichtung zur Kathode, die Kontraktilität hingegen zur Anode. Da sich die unmodifizierten Zellen Richtung Kathode ausrichten, hätte die Verminderung der Kontraktilität keine signifikante Auswirkung auf die kollektive Ausrichtung. Die Erhöhung der Kontraktilität hingegen würde den „falschen“ Reiz verstärken und so die Gerichtetheit der Zellen vermindern.

Um zu ermitteln, ob eher Zellpolarität oder Wanderungsgeschwindigkeit den ausschlaggebenden Punkt für Galvanotaxis darstellt, verglichen die Wissenschaftler die Wanderungsgeschwindigkeit von Zellen mit und ohne elektrischem Feld. Bis auf die mit der hohen Dosis Jasplakinolid behandelten Zellen zeigten alle Gruppen eine ähnliche Geschwindigkeit mit und ohne elektrisches Feld. Dies weist laut Autoren auf eine untergeordnete Rolle der Zellgeschwindigkeit hin. Vermutlich sei die Zellpolarität die wichtigere Komponente bei der Galvanotaxis.

Quelle:

Bashirzadeh Y, Poole J, Qian S, Maruthamuthu V (2018): Effect of pharmacological modulation of actin and myosin on collective cell electrotaxis. *Bioelectromagnetics* 39 (4), 289–298

NTP-Tierstudien

Differenzierte Kommentare zur neuen NTP-Studie

Nach der Veröffentlichung der neuen NTP-Studie im Frühjahr 2018 zu Krebs bei Mäusen und Ratten gab es fast 100 Reaktionen, von Wissenschaftlern ebenso wie von vielen Privatpersonen. Die Kommentare, die vom 3. Februar bis 12. April bei der Behörde eingingen, sind auf der Seite der National Institutes of Health (NIH) nachzulesen. Trotz aller Kritik – fast alle bestätigen die gesundheitsschädlichen Wirkungen der Mikrowellen.

Die Kommentare sind unter 2 verschiedenen Rubriken aufgeführt, zuerst die Rubrik „Technische und wissenschaftliche öffentliche Kommentare“ (32) und als zweite „Weitere Kommentare“ (65). Von wissenschaftlicher Seite sind die Kommentare oft kritisch, aber sehr differenziert. Viele Beiträge gab es zu Mängeln der Studie, welche Arbeiten nicht berücksichtigt wurden, Kritik an den Testmethoden, widersprüchliche Daten oder Unstimmigkeiten. Einige Kommentatoren fordern das Ende von Tierversuchen, weil man damit keine neuen Erkenntnisse erzielen kann. Andererseits gibt es Aussagen, dass die NTP-Ergebnisse, der Anstieg von Gliomen und Schwannomen, mit epidemiologischen Befunden auffallend übereinstimmen (R. D. Morris vom Health Trust).

Die Kommentatoren in der 1. Rubrik im Einzelnen:

Ernest L. Lippert (Chemiker) argumentiert mit chemischen Bindungen, die durch nicht-ionisierende Strahlung nicht gelöst werden können, Krebs sei nur bei über 70-Jährigen angestiegen. In Australien gibt es seit 1987 Mobiltelefone und es gebe keine erhöhte Inzidenz an Hirntumoren.

R. Kostoff (Princeton University, seit 1967 Forschung in Luftfahrt und Mechanik, Bell-Labor): er versteht den Zweck

der Studie nicht, hätte früher untersucht werden müssen, jetzt sollte man 5G erforschen. Tierversuche seien unnatürliche Bedingungen und nicht auf Menschen übertragbar.

B. J. Feldmann (Astronom, Uni Missouri, St. Louis) entwirft ein Modell, wie die Mobilfunkstrahlung zu Krebs führen kann und erklärt mit Reaktionen von Neuronen, warum die NTP-Ergebnisse stimmig sind. In einem 2. Kommentar ergänzt er: Da die Trägerfrequenz 900 MHz die größte biologische Wirkung hat, sollten die getrennt berechneten beiden Modulationsverfahren GSM und CDMA gemeinsam berechnet werden. Dadurch erhält man eine höhere statistische Stärke und wahrscheinlich kommen keine statistischen Unterschiede heraus.

S. Newton und L. Davy (beide privat) sind besorgt, besonders um Kinder und Enkel (die das Handy 24 Stunden betreiben), es gibt Schäden an Nerven, Mitochondrien, Fruchtbarkeit. Sie sind misstrauisch gegenüber der Industrie (Vergleich Zigarettenindustrie), sehen Whitewashing.

T. Whitney (priv) meint, die nächsten Experimente sollten zusätzlich mit realistischen Feldstärken durchgeführt werden, nicht mit den bisher eingesetzten unrealistisch hohen.

R. Gandhi schreibt, die Grenzwerte sollten von FCC und ICNIRP freiwillig zur Vorsorge für Tablets und Smartphones herabgesetzt werden. Er hat eine patentierte Erfindung, die die SAR weit unter 0,16 W/kg reduziert.

Eine Gruppe von Wissenschaftlern des Environmental Health Trust, darunter die Professoren Anthony B. Miller (Uni Toronto), Devra L. Davis (Präsidentin des EH-Trusts und Mitglied n 2 Unis), Wilhelm Mosgöller (Med. Uni Wien) schreiben einen 46-seitigen Bericht, der eine kritische Analyse der NTP-Ergebnisse und die Forderungen enthält, die WHO/IARC solle die Einstufung der Krebs erregenden Eigenschaften neu einstufen, und die Politik müsse das Risiko für die Bevölkerung reduzieren – auch im Hinblick auf die Einführung von 5G.

A. Sascio (Ärztin und Wissenschaftlerin, ehemalige Direktorin des INSERM, Frankreich und früher Mitglied der IARC) fragt, wie viele Tote es angesichts der steigenden Zahlen der Krebsinzidenz weltweit noch geben müsse, bis Vorsorge getroffen wird. Sie meint, die Ursachen liegen z.T. in Umweltverschmutzung durch Chemikalien, aber in den letzten 30 Jahren sei ein wichtiger Faktor die zunehmende Strahlenbelastung.

B. Stagno von CAARE (Citizens for Alternatives to Animals Research & Experimentation) argumentiert, Tierversuche bringen keine neuen Erkenntnisse. Sie liefert viele wissenschaftliche Argumente, warum Tierversuche und Experimente mit künstlichen Organen nicht direkt auf den Menschen übertragbar sind. Außerdem würden die Ergebnisse oft nicht ernst genommen und neue Ergebnisse würden keine neuen Empfehlungen zur Mobilfunknutzung hervorbringen.

C. K. Chou (Wissenschaftler, Dublin, Kalifornien) machte eigene Forschung in 1992 und 1999. Er kritisiert, dass weit höhere Feldstärken als im normalen Gebrauch des Mobiltelefons verwendet wurden. Er sagt, die NTP-Studie sei eher eine gute Simulation für Wirkung von Ganzkörperbestrahlung durch Basisstationen mit höheren Feldstärken als für eine Bestrahlung eines Handynutzers.

C. Russell (MD): Trotz einiger Grenzen der Studie (Auswahl des Rattenstamms mit kürzerer Lebenserwartung, geringe Rate an Primärtumoren im Herzgewebe, zu saubere Haltingsbedingungen) hält sie diese Arbeit zusammen mit anderen für wichtig und sagt, dass Strahlung als ähnlich schädlich wie giftige Chemikalien und Metalle zu betrachten ist. Die