

Weitere Forschung ist nötig, um zu bestätigen, dass elektromagnetische Felder von Mobiltelefonen Krebs erregend für den Menschen sind.“

Quelle: Bortkiewicz A, Gadzicka E, Szymczak W (2017): Review: Mobile Phone Use and Risk for Intracranial Tumors and Salivary Gland Tumors – A Meta-Analysis. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 30 (1), 27–43

Mobilfunk und Krebs

Wirkung von UMTS-Strahlung auf Glioblastomzellen

Einige epidemiologische Studien hatten ergeben, dass Mobilfunkstrahlung Glioblastome beim Menschen hervorruft. Weil Genom-Instabilität ein Risikofaktor für die Entstehung von Krebs ist, wurde in diesen Experimenten die Wirkung von UMTS-Strahlung, die in Smartphones genutzt wird, auf die Bildung von Chromosomenschäden untersucht. Chromosomenschäden wurden nicht gefunden, aber signifikant erhöhte Apoptoseraten bei 1 W/kg, der SAR, die als ICNIRP-Grenzwert gilt.

Etwa 4,8 Mrd. Menschen nutzen Mobiltelefone, sind also nicht-ionisierender Strahlung ausgesetzt. Die IARC-Einstufung (möglicherweise Krebs erregend beim Menschen) basierte auf erhöhten Glioblastomfällen in epidemiologischen Studien. Als Mechanismen werden Genschäden angenommen, wenn auch experimentell widersprüchliche Ergebnisse vorliegen. Grundsätzlich können verschiedene Schäden entstehen, die die Struktur der Zellkerne, Chromosomen oder Gene betreffen. Genschäden sind z. B. Doppel- oder Einzelstrangbrüche der DNA, es können Mikrokern, dizentrische Chromosomen oder Genervielfältigungen auftreten. In dieser Studie sollte herausgefunden werden, ob Schäden dieser Art durch Einwirkung von UMTS-Strahlung zu finden sind. Die Experimente wurden mit zwei menschlichen Glioblastomzelllinien durchgeführt, die sich im p53-Gen unterscheiden, U87 (Wildtyp) und U251 (Mutante).^{*} Bei diesen Zelllinien wurde in epidemiologischen Studien ein erhöhtes Gliomrisiko durch Nutzung des Mobiltelefons gefunden. Es wurden SARs angewendet wie sie beim Telefonieren vorkommen.

Die Zelllinien U87 und U251 wurden 16 Stunden verschiedenen SAR-Dosen ausgesetzt (0,25, 0,50 und 1,0 W/kg bei 1950 MHz, intermittierend 10 min. an, 5 min. aus). 1 W/kg ist der ICNIRP-Grenzwert für Dauereinwirkung des UMTS-Signals auf Menschen. Eine Zellgruppe erhielt zusätzlich Mitomycin C (MMC) als positive Kontrolle. Mitomycin C ist eine zytostatische Substanz, die in Kombination mit Strahlung eine synergistische Wirkung haben kann. Die Strahlung allein verursacht vielleicht keine DNA-Schäden, verändert aber die Empfindlichkeit von Zellen gegenüber mutagenen Chemikalien. Die niedrigeren SAR-Dosen sollten Aufschluss über eine dosisabhängige Wirkung geben. Außerdem wurden Zellen mit und ohne zusätzliches Serum (FCS) im Wachstumsmedium untersucht. Wenn FCS im Kulturmedium fehlt, werden die Zellen in der G0/G1-Phase der Zellteilung angehalten (Ergebnis früherer Experimente). Neben den Chromosomen- und DNA-Schäden wurden auch Apoptose, Nekrose und mitotische Inzidenz untersucht. Die Experimente wurden verblindet als unabhängige Doppelansätze durchgeführt, die Temperatur variierte um $\pm 0,3$ °C.

Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Chromosomen- und DNA-Schäden durch die eingesetzten Feldstärken, aber

es wurden signifikant erhöhte Apoptoseraten in den U251-Zellen beobachtet (d. h. in den Mutanten, die Red.). Das fehlende Serum führte zur Hemmung der Zellteilung. Es gab keine Hinweise auf die Bildung von Mikrokernen (mit und ohne FCS) oder andere Anomalien. Bei gleichzeitiger Einwirkung von UMTS-Strahlung und MMC (MMC-Zusatz vor der Bestrahlung, positive Kontrolle) sah man signifikant erhöhte Chromosomenveränderungen und leicht erhöhte Anzahl nekrotischer Zellen in den Kulturen mit, nicht in denen ohne Serum. Die Kernteilungs-Indizes wurden weder durch MMC noch durch UMTS-Strahlung beeinflusst.

Bei der höchsten Dosis von 1 W/kg war eine signifikante 2-fach erhöhte Einleitung der Apoptose in den U251-Zellen mit und ohne FCS zu sehen, sichtbar aufgrund der morphologischen Erscheinung der Zellen. Bei den U87-Zellen gab es keine signifikanten Veränderungen.

Dies ist die erste Untersuchung zu gentoxischen Wirkungen von UMTS-Strahlung auf menschliche Glioblastomzellen. Das einzige statistisch signifikante Ergebnis war die 2-fach erhöhte Apoptoserate in U251-Zellen bei der höchsten Dosis nach Bestrahlung, mit und ohne Serum. Apoptose wurde auch in vielen anderen Experimenten mit verschiedenen Zellen (menschlichen Brustkrebs-, Maus-Endothel-, Maus-Hirnzellen, andere Organe) mit verschiedenen Frequenzen gefunden. Hinweise auf Induktion der Apoptose betraf nur die Zelllinie U251, die eine Mutation im p53-Gen hat, anders als der Wildtyp U87. Dasselbe fand man bei ionisierender Röntgenstrahlung. In einer Studie konnte oxidativer Stress die Apoptose in U251-Zellen induzieren über den Caspase-3-unabhängigen Signalweg. Da keine Chromosomenschäden festgestellt wurden, müssen andere Mechanismen vorliegen. Der signifikante Anstieg der Apoptose in der Zelllinie mit dem Defekt im p53-Gen deutet auf eine Einwirkung der UMTS-Strahlung auf physiologische Prozesse hin, die zur Entsorgung der Zellen führt. Weitere Experimente sollen durchgeführt werden, um die biologischen Folgen und die ursächlichen molekularen Mechanismen zu klären.

Quelle:

Al-Serori H, Kundi M, Ferk F, Mišić M, Nersesyan A, Murbach M, Lah TT, Knasmüller S (2017): Evaluation of the potential of mobile phone specific electromagnetic fields (UMTS) to produce micronuclei in human glioblastoma cell lines. *Toxicology in Vitro* 40, 264–271

Hochfrequenzbelastung in einer Großstadt

Hohe HF-Feldstärken in der Stockholmer Altstadt

Messungen einiger Hochfrequenzfelder (87–5850 MHz) in der Stockholmer Altstadt ergaben z.T. hohe Feldstärken, vor allem an Plätzen, wo sich viele Menschen aufhalten. Hohen Anteil an den Feldern haben Mobilfunk und LTE. Da Mobilfunkstrahlung als möglicherweise Krebs erregend beim Menschen gilt, sind chronisch einwirkende geringe Feldstärken als gesundheitsgefährdend zu betrachten. Das Ziel dieser Studie war, die tatsächlichen Feldstärken in der Stockholmer Altstadt und rund um das nahe gelegene Parlamentsgebäude zu bestimmen.

Die Forschungsgruppe um Prof. Hardell hatte erstmals vor 15 Jahren ein erhöhtes Hirntumorrisiko durch epidemiologische Berechnungen festgestellt, was weltweit von anderen bestätigt wurde. 2011 stufte die IARC Mobilfunkstrahlung als möglicherweise Krebs erregend ein. Die Grenzwerte