

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

21. Jahrgang / Nr. 9 -10 (Doppelnummer)

www.elektrosmogreport.de

September / Oktober 2015

## Mobilfunkwirkung

### Einfluss von Mobilfunk auf Herzschrittmacher

**Mit dieser Untersuchung wollte man herausfinden, wie elektromagnetische Felder von Mobilfunkgeräten Herzschrittmacher und Defibrillatoren stören. Die Studie hat ergeben, dass das Mobiltelefon bei In vivo- und In vitro-Tests bzw. Kombinationen davon die Kommunikation zwischen implantiertem Gerät und der Programmierereinheit beeinträchtigt. In 33 von 65 Fällen, die am Menschen getestet wurden, gab es Zwischenfälle durch Mobilfunkgeräte. Menschen mit Schrittmachern sollten die Mobilfunknutzung einschränken und die Mobilfunkgeräte sollten während des Programmierens ferngehalten werden. Die Arbeit wurde von der Stiftung für Schrittmacherforschung der Ärztevereinigung in China gefördert.**

Elektromagnetische Interferenz (EMI) zwischen Hochfrequenzquellen und elektronischen Implantaten wie Herzschrittmachern und Defibrillatoren wurde häufig untersucht durch Kardiologen, Physiker und Ingenieure seit den 1990er Jahren. Die ermittelten Störungen lagen zwischen 14 und 41 %. Der derzeitige Stand der Technik ist, dass es schützende Filter gibt, die allerdings unzureichend gegenüber Frequenzen der Kommunikationselektronik sind. Tatsächlich zeigen Studien potenzielle Stör-Risiken von externen Schrittmachern durch Walkie-Talkies und Mobiltelefone und z. T. sind auch implantierte Herzschrittmacher betroffen. Mit der weiteren Entwicklung der Implantationstechnologie mit Überwachung durch Fernbedienung musste die Störanfälligkeit weiter untersucht werden. GSM-Mobiltelefone können die Permanent-Schrittmacher stören, das sind klinische Erfahrungen. Es gibt bisher keine Studien, die das direkt untersucht hätten und die Mechanismen sind unklar. Deshalb sollte diese Studie feststellen, wo die Störungen der Programmierung durch Mobiltelefone in der klinischen Routine (in vivo) und im Labor (in vitro) auftreten.

In vivo wurden 65 Freiwillige über 18 Jahre (37 Männer und 28 Frauen (57 bzw. 43 %,)) 34–81 Jahre alt, Durchschnittsalter  $64 \pm 14,7$ ) mit implantierten Herzschrittmachern oder Defibrillatoren bzw. Resynchronisationsgeräten der Firmen Medtronic, Vitatron, St. Jude Medical und Biotronik von Januar 2004 bis August 2012 in die Studie einbezogen. Die Programmiergeräte stammten von Medtronic, Merlin und Biotronik. Drei Arten von Mobiltelefonen mit maximaler Leistung von 2 W wurden eingesetzt, einschließlich einem iPhone 4, Samsung 9308 und HTC T528D, mit Trägerfrequenzen von 890–950 MHz zur Übertragung zu den Basisstationen. Das Mobiltelefon wurde innerhalb von 5 cm direkt über dem Schrittmacher platziert, um das worst-case-Szenario darzustellen. Alle Tests erfolgten während des Wählens und des Verbindungsaufbaus. Für jeden Patienten wurde das Optimum eingestellt und beibehalten. Nach dem

Mobilfunktest mit minimaler und maximaler Ausgangsleistung wurde untersucht, ob Veränderungen in der Programmierung stattgefunden hatten. Insgesamt waren es 25 Einkammer- und 40 Zweikammer-Geräte. Routinemäßig wurden anschließend ein EKG und andere Tests durchgeführt.

Für die In vitro-Tests wurden 20 bipolare Schrittmacher derselben Firmen wie oben verwendet. Die Elektroden wurden in physiologische Kochsalzlösung getaucht, um den Widerstand des menschlichen Körpers zu simulieren. Trägerfrequenzen von 80–3000 MHz wurden im Abstand von 5 m ausgesendet, was zu einem elektrischen Feld von 20 V/m am Schrittmacherkopf führte.

Zur Simulationsanalyse wurde ein konstruiertes dreidimensionales Simulationsmodell eingerichtet, damit man die Mechanismen der Störungen qualifiziert definieren kann. Der menschliche Körper wurde durch Meerwasser dargestellt, die Metalle (Titan, Eisen, Kupfer) und die magnetischen Anteile sowie Kunststoffe wurden entsprechend angeordnet.

Die Ergebnisse: Bei 33 (50,8 %) der 65 Patienten war die Programmierung verloren gegangen, wenn das Mobiltelefon innerhalb von 5 cm vom Schrittmacher entfernt war. Die Störung war vom Typ „falsche Inhibition“. Es traten keine anderen Symptome, z. B. asynchrones Takten, Schock oder andere unangebrachte Ereignisse in Kammer oder Vorhof auf. Nur 4 von den 65 Testpersonen (6,2 %) fühlten sich schwindelig während der Tests, es gab keine Schmerzen in der Brust, Atembeschwerden (Dyspnoe) oder Synkopen. Die Kommunikation mit dem Programmiergerät stellte sich nach dem Abschalten des Mobiltelefons wieder ein. Es gab keine Unterschiede zwischen den Mobilfunk-Geräten und den Schrittmachern in der klinischen Symptomatik.

Während der In Vitro-Tests gab es reproduzierbare Störungen bei 700–950 MHz in durchschnittlich 90 % der Geräte (in 18 von 20). Ebenso wie bei den In vivo-Tests gab es keine Störungen wie asynchrones Takten oder falsche Impulse an Kammer oder Vorhof. Die Beeinflussung durch die Mobiltelefone ist bedingt durch Material, Abstand und der Tiefe des Implantats.

## Weitere Themen

### 2,45-GHz-Wirkung auf Gewebe, S. 2

Mikrowellen verändern das Thymusgewebe, Hitzeschockproteine und die Glucocorticoid-Rezeptoren bei Ratten.

### Pflanzen, Erdmagnetfeld und Licht, S. 3

Das Blühen von Pflanzen wird durch das Erdmagnetfeld und die Rezeptoren für blaues Licht (Cryptochrome) beeinflusst.

### Behörden und Mobilfunk, S. 4

In BfS und STUK gibt es keine gesundheitlichen Probleme durch Mobilfunk, Schulkinder werden informiert.

Es gab keine Unterschiede zwischen den Gerätetypen.

Klinische Symptome traten selten auf während der Tests in der Klinik, Störungen verschwanden, wenn das Mobiltelefon ausgeschaltet wurde. Bei den In vitro-Tests kamen Störungen häufiger vor als bei der klinischen Studie, wahrscheinlich bedingt durch die gleichmäßig verteilten (homogenen) Felder des Generators, die sich anders verhalten als die heterogenen Felder des Mobiltelefons im normalen Betrieb.

Die Stör-Wirkung könnte an drei Punkten ansetzen: das implantierte Gerät ist beeinträchtigt, das Programmiergerät wird beeinflusst oder die Kommunikation zwischen den beiden ist gestört. Die Kommunikation zwischen den beiden Geräten läuft über 100–200 kHz. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass die reguläre Programmierung durch die Mobilfunkfrequenzen gestört wird. Es erfolgt eine falsche Reaktion des Programmiergerätes. Das bedeutet, dass ein Mobiltelefon, wenn nicht vermeidbar, so gering wie möglich während der Programmierung verwendet werden sollte. Patienten mit Schrittmachern sollten im täglichen Leben die Nähe zu Hochfrequenzquellen meiden und ihr Mobiltelefon so weit wie möglich vom Schrittmacher entfernt tragen, um unerwartete Störungen zu vermeiden. Risikoanalysen deuten an, dass etwa 1 von 100 000 Patienten Stör-Ereignisse erfährt.

Die Grenzen der Studie der Studie sind laut Aussage der Autoren: Die Variabilität sowohl der Signalqualität als auch der Feldstärke der Mobilfunkgeräte, die von der Entfernung zur Basisstation abhängt, kann instabile Verhältnisse zwischen Schrittmacher und Programmiergerät ergeben. In diesen Tests waren nur Wählen und Gesprächsaufbau untersucht worden, nicht die anderen Phasen des Telefonierens. Auch konnten verschiedene Bedingungen in der Klinik aufgrund der Sicherheitsbestimmungen nicht erzeugt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei den Untersuchungen der In vivo- und In vitro-Bedingungen Störungen bei bestimmten Frequenzen, 750–900 MHz, auftreten können, und zwar während der Kommunikation zwischen Schrittmacher und Programmiergerät. Dies tritt vor allem dann auf, wenn sich die Mobilfunkgeräte nahe am Programmierkopf befinden. Die Störungen der Schrittmacher führten nicht zu schweren Symptomen außer zu „falscher Inhibition“ der Schrittmacher und mit geringer Häufigkeit zu Schwindel bei den Patienten. Da GSM-Mobiltelefone im täglichen Leben weit verbreitet sind und deshalb diese Strahlungsquellen überall anzutreffen sind, sollte Patienten mit Schrittmachern nicht geraten werden, kein GSM-Mobiltelefon zu benutzen, die Geräte sollten aber während der Programmierung der Schrittmacher nicht eingeschaltet werden.

Gemäß den experimentellen In vivo- und In vitro-Studien und den Simulationsanalyse-Ergebnissen ist klar, dass die Hochfrequenzgeräte die Kommunikation zwischen den Schrittmachern und den Programmiergeräten beeinflussen, wobei der Grad der Beeinflussung von vielen Faktoren abhängt, u. a. von Materialien, dem Abstand der auslösenden Feldquelle und der Tiefe des Implantats im Körper. Obwohl die Schrittmacher und die Programmiergeräte einen offiziellen elektromagnetischen Stör-Test durchlaufen müssen, können manche Kommunikationsgeräte, die mit starker Sendeleistung ausgestattet sind und routinemäßig im täglichen Leben genutzt werden, schädliche Auswirkungen auf Patienten mit Herzschrittmachern haben.

#### Quelle:

Huang D, Dong ZF, Chen Y, Wang FB, Wei Z, Zhao WB, Li S, Liu MY, Zhu W, Wei M, Li JB (2015): Interference of GSM Mobile Phones With Communication Between Cardiac Rhythm Management Devices and Programmers: A Combined In Vivo and In Vitro Study. *Bioelectromagnetics* 36, 367–376

## Mikrowellenwirkung

# 2,45-MHz-Felder verändern Gewebe und Rezeptoren

**In dieser Studie wurde das Ausmaß der Stressreaktionen von Ratten-Thymuszellen untersucht nach Bestrahlung mit 2,45 GHz. Die nicht-thermischen 2,45-GHz-Felder erzeugten Veränderungen in der Permeabilität des Endothels und Neubildung von Gefäßen im Thymus. Das Thymusgewebe zeigte zudem morphologische Veränderungen, mehr Blutgefäße und rote Blutkörperchen außerhalb der Gefäße. HSP90 war vermindert und die Glucocorticoid-Rezeptoren (GR) vermehrt in der Thymusrinde der bestrahlten Tiere.**

Mikrowellen können Stressreaktionen im Körper hervorrufen wie Produktion von Hitzeschockproteinen (HSPs), die zu Veränderungen in Immunreaktionen und Thymusfunktionen führen. Wenn das Gleichgewicht zwischen Immun-, Nerven- und Hormonsystem durch äußere Faktoren verschoben wird, versucht der Körper die Homöostase wiederherzustellen. Der Thymus ist ein Organ, das auf physiologische Veränderungen wie z. B. Altern, Schwangerschaft und äußere Einwirkungen sehr sensitiv reagiert. In den letzten Jahren wurde bekannt, dass ionisierende und nicht-ionisierende Strahlung das Immunsystem beeinflusst und die Thymusfunktionen verändert. Hitzeschock-Proteine (HSPs) regulieren bei Säugetieren die Aufrechterhaltung der Homöostase als Reaktion auf innere oder äußere Einflüsse, damit die normalen Funktionen gewährleistet sind. Elektromagnetische Felder können als Induktoren oder Mediatoren der HSP-Produktion agieren, als Reaktion auf Stress. Die Mechanismen sind noch wenig verstanden. Anti-Tumor-Immunität kann durch Mikrowellenhyperthermie induziert werden unter Beteiligung von Hitzeschockproteinen, die Tumorantigene und andere Gefahrensignale tragen, die von den absterbenden Tumorzellen ausgesendet werden. HSPs reagieren auf Stressereignisse, wo sie für den Schutz der gefährdeten Zellen sorgen. HSPs werden deshalb im Labor als Biomarker für schädliche Einwirkungen auf Zellen benutzt. Die Funktion des Glucocorticoidrezeptors (GR) ist, wie viele Signalproteine, abhängig vom HSP90, das zusammen mit HSP70 Stabilität, Funktion und Regulation des Rezeptors. Die Aktivierung der Glucocorticoidrezeptoren durch Mikrowellen könnte bei der Immunantwort relevant sein.

2,45-MHz-Mikrowellen werden zur Diathermie bei Rheuma und zur Schmerzlinderung eingesetzt. Kürzlich wurde nachgewiesen, dass die durch Mikrowellen induzierte HSP-Induktion an entweder Steigerung oder Hemmung der Immunität beteiligt sein könnte. Das war die Motivation, diese hier vorliegenden Biomarker-Experimente durchzuführen, um die therapeutische und toxische Schwelle der Mikrowellen zu bestimmen.

64 weibliche Ratten wurden in 2 Gruppen zu je 32 Tieren eingeteilt, die wiederum in je 4 Untergruppen. Gruppe A: Kontrolle (0 W), dann Bestrahlung mit 1,5, 3,0 und 12 W für 30 min. 90 Minuten nach der Bestrahlung wurde der Thymus entnommen, dessen Gewebe und Zellextrakte auf Proteinkonzentration, HSP- und GR-Gehalte und morphologische Veränderungen zu untersuchen. Die Gruppe B erhielt dieselben Prozeduren, aber Tests wurden erst 24 Stunden nach der Bestrahlung durchgeführt. Die Bestrahlung erfolgte mit durchschnittlichen SAR-Werten im Thymus von 0,046, 0,104 und 0,482 W/kg (Ganzkörperwert 0,0169, 0,0364 und 0,161 W/kg).

Die HSP90-Konzentration im Thymus war bei allen Proben gegenüber der unbestrahlten Kontrolle niedriger, signifikant aber nur in der 12-W-Probe nach 90 Minuten; nach 24 Stunden