

(zu sehen an der Luziferase-Aktivität). Um die Zeitabhängigkeit der HSP70-Reaktion nach der Exposition zu bestimmen, wurden die Zellen 100, 150 und 200 V/m für 2 Stunden ausgesetzt und nach 4, 8, 16 und 24 Stunden getestet. Signifikante Anstiege waren nur bei 8 und 16 Stunden gegenüber der Kontrolle zu sehen. Bei 150 und 200 V/m wurde außerdem nach 8 und 16 Stunden die HSP70-Expression gemessen, bei Expositionszeiten von 2–8 Stunden. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Expositionszeiten. Aber ein signifikanter Unterschied wurde beobachtet bei 8 und 16 Stunden für 200, nicht für 150 V/m.

Die frühere Studie berichtet von einem 3- bis 6-fachen Anstieg von HSP70 gegenüber der Hitze-Kontrolle, während hier der Anstieg der HSP70-Expression maximal 3-fach war gegenüber der unexponierten Kontrolle und deutlich unter der Hitzekontrolle. Die Dynamik war ähnlich wie beim Hitzeschock, nämlich 8–16 h nach der Bestrahlung. Das bestätigt die Annahme, dass elektrische Felder Hitzeschock-ähnliche Reaktionen hervorrufen können. Es könnte auch bei weniger als 2 Stunden Bestrahlung eine Reaktion erfolgen, denn bei 2–8 Stunden gibt es nicht-signifikante Erhöhungen. Der Unterschied zu der früheren Studie könnte durch das unterschiedliche Studiendesign entstanden sein und durch die andere Zellart (früher Astroglia-Zellen und 3T3-L1-Preadipozyten). RAT1-Zellen werden üblicherweise im Labor verwendet und haben Vorteile, weil sie leicht zu bekommen und leicht zu isolieren sind, sie wachsen gut in Zellkulturen und sind relativ stabil. Astroglia reagieren stärker auf physikalischen als Fibroblasten, die im Leben viel physikalischen Stress (mechanisch und thermisch) erfahren. Zudem sind 3T3-Pre-Zellen transformierte Zellenlinienzellen, die andere Reaktionen haben als RAT1-Zellen. Dass die RAT1-Zellen langsamer wuchsen als sonst, ist evtl. durch die Behandlung und die Transfektion und nicht durch die Felder bedingt. Auch die Transfektionstechniken unterschieden sich. Dass die Transfektion Stress für die Zellen ist, ist klar, in welchem Ausmaß, ist unklar. Und schließlich könnte der Unterschied in der Hitzeschock-Behandlung den Vergleich erschweren. Früher waren es 42 °C für 2 Stunden, hier 45 °C und 15 min. Die 15 Minuten wurden gewählt zum direkten Vergleich mit anderen Experimenten, die die Effizienz der Transfektion untersucht hatten. Ansteigende Hitzeschock-Temperaturen haben gezeigt, dass die Initial-Reaktion verkürzt, die maximale Konzentration von HSP70 erhöht ist und eine langsamere Abschwächungsphase eintritt. Das frühere Experiment hat deshalb wahrscheinlich ein geringeres Ausmaß der HSP70-Reaktion hervorgerufen, wodurch die Reaktion auf die elektrischen Felder relativ größer erscheint.

Diese Arbeit untersuchte die Nutzbarkeit eines niederfrequenten elektrischen Feldes, das Mechanismen zur Niederregulation von Ku70 auslöst und die strahlungsbedingte DNA-Reparatur vermindert. Diese Technik kann vorteilhaft sein, wenn sie zusammen mit der traditionellen Strahlentherapie angewendet wird. Die zurzeit angewandte Therapie basiert auf einer thermischen Induktion der zellulären Stressreaktion, wobei die Krebs-Zielzellen die natürliche HSP70-Reaktion auf thermischen Stress als Auslöser oder Beschleuniger nutzen für die Aktivierung des (für sie schädlichen) therapeutisch konstruierten Gen-DNA-Konstruktes. Wenn die therapeutische Komponente unter die Kontrolle des HSP70-Promoters kommt, kann das therapeutische Agens in jeder Zelle aktiviert werden, die auf die thermische Schädigung reagiert. Erhitzen von Krebszellen auf 45 °C für 10–20 Minuten in vivo ist extrem schwierig und wahrscheinlich klinisch nicht praktikabel, weil man den soliden Tumor nicht gleichmäßig erhitzen kann ohne umliegende Gewebe und Organe zu schädigen. Diese Arbeit bestätigt, dass geringe niederfrequente elektrische Felder das Potenzial haben, einen Anstieg der HSP70-Expression hervorzurufen, was auf eine

Möglichkeit hindeutet, dies genterapeutisch anzuwenden. Die relative Reaktion von 2- bis 3-fachem Anstieg der Expression zeigt eine neue Forschungsrichtung zur Bestimmung von alternativen Stimulationsansätzen zur Krebsbekämpfung auf.

Quelle: Frisch P, Li GC, McLeod K, Laramée CB (2013): Induction of Heat Shock Gene Expression in RAT1 Primary Fibroblast Cells by ELF Electric Fields. *Bioelectromagnetics* 34, 405–413

Elektrosensibilität

Selbsterfüllende Prophezeiung bei Elektrosensiblen?

Diese Untersuchung zu Elektrosensibilität hat ergeben, dass die menschliche Psyche durch Medienberichte zu elektromagnetischen Feldern beeinflusst wird und körperliche oder psychische und körperliche Symptome je nach Berichterstattung und der persönlichen Einstellung unterschiedlich stark auftreten können.

Elektrosensibilität ist oft assoziiert mit beruflichen und sozialen Beeinträchtigungen. Manche Personen ziehen sich fast ganz aus der modernen Gesellschaft zurück, um den elektrischen Geräten zu entgehen. Doppelblind-Provokationsstudien haben ergeben, dass die Testpersonen nicht angeben können, wann sie dem Feld ausgesetzt sind und wann nicht. Es kann der so genannte Nocebo-Effekt eintreten (dass ein Symptom auftritt, wenn kein Auslöser vorhanden ist). Das heißt, psychische Faktoren spielen eine wichtige Rolle. In dieser Studie wurde getestet, wie Berichte im Fernsehen sich auf die Probanden auswirken.

Die Teilnehmer an dieser Studie waren Angestellte oder Studenten des King's College in London, die über E-Mail angeworben worden waren. Den Teilnehmern wurde ein Informationsblatt geschickt, es handele sich um einen Test zu einer neuen Art Strahlung, die für Mobilfunk und WiFi-Systeme eingesetzt werden soll und man will wissen, ob sie physische körperliche Symptome wie Müdigkeit oder Kopfschmerzen hervorrufen kann.

Die 150 Freiwilligen über 18 Jahre (76 weiblich, 71 männlich, Durchschnittsalter 31 bzw. 28 Jahre) wurden in 2 Gruppen eingeteilt, die je einen Bericht gleicher Länge zu sehen bekamen. Der eine Bericht handelte von der Schädlichkeit der WiFi-Strahlung, der andere, die Kontrolle, hatte die Sicherheit der Datenübertragung beim Mobilfunk zum Inhalt. Die Vorab-Information an die Freiwilligen enthielt die Auskunft, dass ein neuer Typ elektromagnetischer Felder für Mobilfunk und WiFi eingeführt werden soll, man aber vorher testen will, ob die Strahlung kurzzeitig körperliche Symptome oder Müdigkeit und Kopfschmerzen u. a. hervorruft. Nach dem Bericht wurden alle Teilnehmer 15 Minuten lang einer Scheinbestrahlung mit WiFi-Strahlung „ausgesetzt“. Das Experiment fand zwischen Januar und Juni 2012 im King's College statt. Die Probanden füllten Fragebögen am Anfang, nach dem Film und nach der „Bestrahlung“ aus. Die Fragebögen enthielten Fragen zur persönlichen Lebenssituation und zum Befinden in 5 Abstufungen.

Zu Beginn des Experiments wurden die Teilnehmer in einem Fragebogen nach ihrem Befinden befragt (Checkliste der Symptome im täglichen Leben und zu ihren Befürchtungen über Gesundheitsgefahren des modernen Lebens) und sie mussten eine Einverständniserklärung abgeben. Das Experiment dauerte 60 Minuten, darin enthalten der 9-minütige Bericht. In dem Bericht über die möglichen Gesundheitsgefahren kamen Wissenschaftler, Parlamentarier und elektrosensible Personen zu Wort. In dem anderen Bericht diskutierte ein Kreis von Perso-

nen über die Sicherheit des Internets und der Mobilfunkdaten; es kamen keine gesundheitlichen Belange zur Sprache. Den Teilnehmern wurde gesagt, sie sollten anschließend einen Erinnerungstest machen; es kämen Fragen zu dem Film am Ende des Experiments.

Nach dem Film füllten die Probanden den Fragebogen zu ihrem Befinden aus und sie wurden zur „Bestrahlung“ mit einer Antenne am Kopf versehen, die sichtbar mit Router und Laptop verbunden war. Sie sollten ihre Symptome während der Bestrahlung angeben und Bescheid sagen, wenn die Symptome zu stark würden, damit die Bestrahlung abgebrochen werden kann. Die Probanden starteten die Bestrahlung selbst, indem sie eine Taste auf dem Laptop drückten, sobald der betreuende Wissenschaftler aus dem Raum gegangen war. Nach dem Start erschien ein WiFi-Symbol auf dem Bildschirm des Laptops für 15 Minuten. Danach entfernte der Betreuer die Antenne und die Teilnehmer füllten wieder einen Fragebogen aus über Symptome, Befürchtungen usw. Drei Teilnehmer wurden für die Bewertung ausgeschlossen, zwei weil die Apparatur nicht funktionierte und einer, weil die Antworten im Fragebogen unglaublich schnell kamen.

Die Wirkung des „Gesundheitsgefahren-Films“ (51 weibliche und 48 männliche Probanden): Je höher die anfängliche Besorgnis war, desto höher stieg auch die Besorgnis nach dem entsprechenden Film, bei den jüngeren Teilnehmern stärker. Nach der Scheinbestrahlung waren die Symptome bei den Teilnehmern **beider Gruppen** erhöht. In den 3 Fragebögen betreffen die Faktoren für die somatischen Symptome beim „Gesundheitsgefahren-Film“ 1,88, 2,18 und 2,36 und bei dem Kontrollfilm stieg die Strahlenbesorgnis von 1,94 auf 2,0 und 2,2. Der Status der Ängstlichkeit veränderte sich von 1,42 zu 1,55 und 1,57 beim „Besorgnis-Film“ und beim Kontrollfilm von 1,55 zu 1,51 und 1,50. (Bemerkenswert ist, dass bei der Gruppe „Kontrollfilm“ alle Ausgangswerte höher sind als bei der „Angstfilm-Gruppe“, und das bei 71 bzw. 76 zufällig verteilten Personen in den beiden Gruppen, die Red.)

Ein Teil der Probanden (133 Personen) wurde außerdem gefragt, ob sie die Informationen zum Ablauf des Experiments geglaubt hätten. 115 der 133 Teilnehmer hatten geglaubt, dass die Scheinbestrahlung eine Bestrahlung war (86,4 %). 2 Teilnehmer brachen vorher ab aufgrund der starken Symptome, 14 (10,5 %) dachten, sie hätten eine 50-%-Wahrscheinlichkeit, bestrahlt zu werden und 4 (3,0 %) dachten nicht, dass sie bestrahlt werden. Anschließend wurden sie aufgeklärt und sie bekamen Geld.

Die Besorgnis über Gesundheitsgefahren durch elektromagnetische Felder ist umso höher, je stärker die Teilnehmer an sich schon Ängstlichkeit, körperliche Empfindlichkeit und Befürchtungen über schädliche Wirkungen hatten. Nach Meinung der Autoren können Massenmedien eine kurzzeitige negative Wirkung auf das Wohlbefinden haben, wenn sie über Schädlichkeit der Felder berichten, aber auch Langzeit-Wirkungen sind möglich: Teilnehmer, die Symptome durch die Scheinbestrahlung hatten, glaubten eher an ihre Elektrosensibilität, nachdem sie den WiFi-Film gesehen hatten. Wären sie nicht über die Scheinbestrahlung aufgeklärt worden, hätten sie in Zukunft möglicherweise weiter Symptome empfunden. Einige frühere Studien hatten ebenfalls ergeben, dass Scheinbestrahlung Symptome auslösen kann und dies begünstigt wird durch Faltschilde von Betroffenen-Gruppen und Berichte in den Medien. Eine Schwäche der Studie ist, wie die Autoren selbst angeben, dass sie keine wirkliche Scheinbestrahlung durchgeführt haben und deshalb die Zunahme der Symptome als Nocebo-Wirkung nicht nachgewiesen wurde. Die Autoren richten einen Appell an Journalisten und Wissenschaftler, sich um angemessene Berichterstattung zu bemühen.

Quelle: Witthöft M, Rubin GJ (2013): Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). *Journal of Psychosomatic Research* 74, 206–212

Kommentar: Diese Studie beweist eindrucksvoll, dass der Mensch sich viel einbilden kann. Sie beweist aber nicht, dass es keine elektrosensiblen Menschen gibt.

Politik und Öffentlichkeitsarbeit

Umgang mit Hochfrequenz in Kanada und Deutschland

Die Gesundheitsbehörde von British Columbia, Kanada, hat auf Wunsch von Personal, das im medizinischen und Umwelt-Bereich tätig ist, ein Handbuch zu HF herausgegeben zur Unterstützung bei der Beurteilung und Kommunikation der Gesundheitsrisiken durch die vielen Geräte und Anwendungen im Hochfrequenzbereich. In Deutschland hat das BfS neue Ergebnisse zu Genschäden durch 1800 MHz präsentiert. In beiden Fällen wird erklärt, es gebe keinen Grund zur Besorgnis.

Kanada: Auf 376 Seiten gibt es nichts Neues, nur keine oder unklare Wirkungen (letzteres z. B. bei Studien, die schlecht gemacht sind) und es besteht noch weiterer Forschungsbedarf. Fragen wie die, ob Kinder Mobiltelefone haben sollten oder wo man Basisstationen aufstellen oder nicht aufstellen sollte, ob WiFi in Schulen erlaubt sein sollte, wie sicher Babyphone sind und ob Smartmeter gesundheitlich bedenklich sind, haben zur Erstellung des Ratgebers geführt. Die bereits zahlreich vorhandenen Informationen dazu seien oft zu technisch und nicht leicht verständlich. Das 2-jährige Projekt wurde von Mitarbeitern der kanadischen Gesundheits- und Umweltbehörden unter Beteiligung von Studenten, Strahlungs- und Krebsexperten und Epidemiologen durchgeführt. Berücksichtigt wurde wissenschaftliche Literatur von 2006–2012. Veröffentlichungen der englischen und norwegischen Behörden werden einbezogen, in denen geringe Beweise auf gesundheitliche Beeinträchtigung durch Hochfrequenz beschrieben werden. Der Bioinitiative-Bericht (2007, überarbeitet 2012) wird ebenfalls erwähnt (als Alibi-Literatur?), außerdem einige andere Aspekte im medizinischen und beruflichen Bereich. Angefangen bei den physikalischen Grundlagen der verschiedenen genutzten Frequenzen über die Eigenschaften der Strahlung, Feldstärken der verschiedenen Geräte und Entfernung zur Strahlungsquelle und die Absorption von Strahlung im menschlichen Körper bis hin zu Auflistung der wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu Belastungen im beruflichen Bereich, Krebs-Epidemiologie, Tier- und Zellstudien, männliche Unfruchtbarkeit, Wirkung auf das Gehirn u. a. und wird alles aufgelistet. Es gibt praktisch keine Wirkungen bei Industriearbeitern, im Gesundheitswesen nur bei weiblichen Physiotherapeuten, die haben ein leicht erhöhtes Risiko für Fehlgeburten und Herzerkrankungen, aber eher durch alte Mikrowellen- als durch jetzige Kurzwellen-Diathermie. Bei militärischem Personal gibt es ein bisschen Beeinträchtigung der Spermien, aber bei schlecht durchgeführten Studien. Zu männlicher Unfruchtbarkeit wird ausgesagt, dass die meisten Studien verminderte Spermienbeweglichkeit gezeigt haben und es weiterer Forschung mit besserer Herangehensweise bedarf. Oxidativer Stress wird als plausibler Mechanismus genannt. Die Wirkung im Gehirn ist unklar, bessere Technik müsse her, Elektrosensibilität sei bisher schlecht untersucht. Bei Wirkungen auf das Gehirn werden Auffälligkeiten beim EEG und beim Gluko-