

# ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

19. Jahrgang / Nr. 8

www.elektrosmogreport.de

August 2013

## Niederfrequenzwirkung

### Aktivierung von Hitzeschockgenen in Fibroblasten

**Die Expression des Gens des Hitzeschockproteins HSP 70 wird durch niederfrequente Felder von 10 Hz bis zum 3-Fachen bei elektrischen Feldstärken zwischen 20 und 500 V/m gesteigert. Dieser Anstieg der Expression durch EMF ist erheblich geringer als wenn wirkliche Hitze einwirkt. Es gibt Überlegungen, diese Reaktion für klinische Zwecke bei der Krebsbekämpfung zu nutzen.**

Hitzeschock-Proteine sind in allen Organismen vorhanden und reagieren auf viele Stresseinwirkungen wie extreme Temperatur, oxidativen Stress, chemische Schadstoffe und Strahlung. Auch niederfrequente Felder können signifikante Veränderungen in der Genexpression auslösen, ähnlich denen des Hitzeschock-Stresses. DNA-Schädigung, auch durch Strahlentherapie, wird teilweise durch DNA-Reparaturproteine ausgebessert, damit das Genom erhalten bleibt. Diese Reparaturmechanismen finden auch in Tumorzellen statt und mindern die Effektivität der Bekämpfung. Ein Mitglied der Familie der DNA-Reparaturproteine ist das Ku-Heterodimer, bestehend aus 2 Untereinheiten, Ku70 und Ku80. Dieses Protein bindet an die Enden der doppelsträngigen Strangbrüche der DNA und hilft, die Enden wieder zusammenzufügen. Neuere Studien, die sich zur Verbesserung der Strahlentherapien mit der Entwicklung von Gentherapien befasst haben, hatten gezeigt, dass das Ku70-Fragment in Zellkulturen übertragen (transfiziert) werden kann, und zwar so, dass es unter der Kontrolle eines Hitzeschockprotein-70-Promoters (HSP70) zu einer vorübergehenden Aktivierung durch 42–45 °C kommt. Die Hitzeschock-Behandlung verlangsamt den Reparaturprozess und macht die transfizierten Zellen empfindlich gegenüber ionisierender Strahlung. Eine effektive thermische Stimulation zu erzeugen, ist ein wichtiger Faktor für die Anwendung in der Klinik, um alternative Ansätze zur HSP70-Expression zu induzieren. In einem früheren Experiment wurde nach 2 Stunden Einwirkung von 10 Hz bei einem elektrischen Feld von 60 V/m einerseits und 42 °C andererseits ähnliche HSP70-Reaktionen festgestellt. Die Expression bei den elektrischen Feldern zeigte einen 3- bis 6-fachen Anstieg gegenüber der Hitzeeinwirkung. Zwar könnten andere Faktoren mitspielen, z. B. pH, Handling, Apparate u. a., da aber die Ergebnisse klinisch relevant sein können, sollte die Wiederholung der Studie mit transfizierten primären Ratten-(RAT1)-Fibroblasten (Transfektion mit Plasmid HSP70-Promoter und Luziferase-Reporter als Marker) erfolgen. Das heißt: Wenn die Induktion des Hitzeschockproteins angeschaltet wird, entsteht ein Leuchten in der Zelle.

Um den Einfluss der Umgebungsfaktoren auszuschließen, wurde eine spezielle Apparatur entwickelt und der Verlauf ständig

überwacht. Von der Temperatur wurde stündlich ein Wert genommen; beim pH von 7,4 gab es keine signifikante Abweichung.

Zur Untersuchung wurde ein niederfrequentes Feld von 10 Hz mit Feldstärken von 20–500 V/m verwendet, die Dauer der Einwirkung betrug 2, 4, 8, 16 und 24 Stunden. Die absorbierte Feldstärke lag über 100 mW/cm<sup>2</sup> – genug, um Hitze zu erzeugen. Weil die maximale Hitzeinduktion bei 8–16 Stunden lag, wurde die Untersuchung der Zellen bis 24 Stunden nach der Exposition durchgeführt. Es gab 3-fach-Wiederholungen der Ansätze und das Experiment wurde zweimal wiederholt. Zur Kontrolle der Überlebensfähigkeit wurde das Zellwachstum gemessen, um die Toxizität bzw. den thermischen oder chemischen Stress festzustellen, der direkten Einfluss auf Überleben und die HSP70-Reaktion hat. Die Kontrollen bestanden aus nicht-transfizierten Zellen zur Bestätigung der Wirksamkeit des Transfektionsprozesses (negative Kontrolle) und einer durch Hitze erzeugten Hitzeschock-Kontrolle (15 min im Wasserbad mit 45 °C; die Reaktion war ein 12- bis 20-facher Anstieg gegenüber der nicht-transfizierter Kontrolle) als positive Kontrolle sowie der Reaktion auf Einwirkung des elektrischen Feldes. Untersucht wurden Temperatur, Zellmorphologie und pH bei 50, 100, 200, 325 und 500 V/m.

Es gab bei 50–200 V/m keine Unterschiede zur unbehandelten Kontrolle in der Zellmorphologie, aber bei 325 und 500 V/m Veränderung der Zellen um ungefähr 50 % gegenüber 5–10 % bei den Kontrollen. Deshalb wurden die nachfolgenden Experimente bis 200 V/m durchgeführt. Bei diesen Intensitäten gab es keine signifikanten Temperatur- und pH-Änderungen gegenüber der Kontrolle. Die Zellwachstumsrate der exponierten Zellen war nicht signifikant verschieden von den Kontrollen bei 20–200 V/m. Allerdings war das Zellwachstum nach 40–48 Stunden bei Kontrollen und exponierten Zellen größer als es normalerweise bei diesen Zellen ist.

Der Transfektionsprozess initiierte eine signifikante Stressreaktion in den Zellen, zu sehen am Anstieg der HSP70-Expression, die bis 96 Stunden anhält. Die HSP70-Reaktion war bei 50, 100 und 200 V/m nach 2-Stunden-Exposition nicht-signifikant verändert und viel geringer als bei der Hitze-Positiv-Kontrolle

## Weitere Themen

### Eingebildete Elektrosensibilität?, S. 2

Eine Studie hat die Reaktion bzw. das Befinden von Probanden untersucht, die zwei Fernsehbeiträge verschiedenen Inhalts angesehen hatten.

### Verlautbarungen öffentlicher Einrichtungen, S. 3

Ein EMF-Handbuch einer kanadischen Behörde und Forschungsergebnisse vom Bundesamt für Strahlenschutz enthalten keine Hinweise auf Gesundheitsgefährdungen.

(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, Laramee 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-