

KURZBERICHT zu den bestehenden Wissens-Lücken über die gesundheitlichen Auswirkungen der HF-EMF-Expositionen

*von Dariusz Leszczynski, PhD, DSc (Biochemie / Helsinki) (15. März 2017)
Adjunct Professor of Biochemistry at the University of Helsinki, Finland
Chief Editor of 'Radiation and Health', a specialty of the 'Frontiers in Public Health', Lausanne, Switzerland*

Hinweis: Dies ist keine umfassende Überprüfung der Wissenslücken aber es ist die Präsentation von wenigen ausgewählten Themen, die auf der Grundlage der bisherigen Forschung als wichtig zu betrachten sind

*** Übersetzung aus dem Englischen; in Zweifelsfällen siehe engl. Original in: ***

<https://betweenrockandhardplace.files.wordpress.com/2017/03/brief-report-on-gaps-in-the-knowledge.pdf>

EINFÜHRUNG

Bei der Bewertung von Gesundheitsrisiken durch Agenzien ist die allgemeine Vorstellung, dass in einer idealen Situation die drei Beweis-Linien, die aus den epidemiologischen / menschlichen Freiwilligenstudien, aus den Tierstudien und aus in vitro Studien des mechanistischen Labors stammen, in dieselbe Richtung zeigen. Dies ist jedoch oft nicht der Fall. Die Gründe dafür könnten vielfältig sein, aber zwei von ihnen sind von größter Bedeutung:

- die Schwierigkeiten, verschiedene Forschungsstudien zu vergleichen und zu validieren, die durch unvergleichliche biologische Modelle und Forschungsmethoden verursacht werden,
- die unzureichende Forschung in bestimmten Bereichen.

Die Unzulänglichkeit der wissenschaftlichen Erkenntnisse in bestimmten Forschungsgebieten, die so genannten Wissenslücken, erschweren es, die biologischen Wirkungen in Bezug auf ihre Konsequenzen - die gesundheitlichen Auswirkungen - zu definieren.

Bei der Erforschung der biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen des EMB (ELF-EMF und HF-EMF) sind die bisher gesammelten wissenschaftlichen Erkenntnisse oft widersprüchlich, wobei Studien mit unterschiedlichen, oft entgegengesetzten Richtungen aufeinander abzustimmen sind. In hohem Maße liegt die Verantwortung für diese Situation bei den Forschungsförderern und den Wissenschaftlern selbst.

Die Forschung in der bioelektromagnetischen Arena, eine relativ kleine Arena der Forschung im Allgemeinen, ist zufällig und es fehlte ihr über mehrere Jahrzehnte eine klare Richtung. Eine Forschungsförderung wurde zwar bereitgestellt, aber ohne klare Richtung, was für die Entscheidungsfindung über gesundheitliche Auswirkungen bzw. die Gesundheitsgefährdung erforderlich ist. Finanzierungsorganisationen, ob privat oder Steuerzahler, und Entscheidungsorganisationen haben keine klare Richtungen für die Forschung vorgelegt, sondern glaubten, dass im Laufe der Zeit die gesammelte Wissenschaft die Datenbank für die Entscheidungsfindung erstellt haben wird.

Dies gilt für die Versuche des WHO-EMF-Programms, die von Zeit zu Zeit eine Liste der Forschungsbedürfnisse verzeichneten. Ohne die "Überwachung", was in der Praxis in den Labors passieren wird, hatte die Veröffentlichung der Liste der Forschungsbedürfnisse allein nicht viel Einfluss. Dennoch machten Wissenschaftler was sie wollten, im Einklang mit der akademischen wissenschaftlichen Freiheit und hatten oft "bessere Vorschläge" für benötigte Forschungsthemen.

Es wurde viel Geld für kleine Studien verwendet, die die Ergebnisse für die Risikobewertung der menschlichen Gesundheit völlig irrelevant machten. Studien, wie die vom US National Toxicology Programm ausgeführten, sind selten. Aber nur solche Studien waren und sind noch nötig. Studien, bei denen die Wirkungen nach strengen Regeln überprüft und zur Gewinnung von Ergebnissen erstellt werden, die direkt in den Gefahrenabschätzungen des menschlichen Gesundheitswesens anwendbar sind. Stattdessen wurden und werden Untersuchungen durchgeführt, die Bits und Wissensstücke produzieren, die oftmals unmöglich sind, z.B. „Zu kleine Probe untersucht“. Auch die großen Konsortien, die von der Europäischen Union finanziert werden, haben das gleiche Problem. Diese Konsortien wurden in der Forschungsplanungsphase nicht ausreichend "überwacht" und die Wissenschaftler trieben oft in Bereiche ab, die für Entscheidungsträger nicht nützlich sind.

Der Traum, durch diese zufällige Forschung eine ausreichend große und validierte Datenbank anzusammeln, blieb ein Traum. Die Bioelektromagnetik ist eine zu kleine und (häufig) zu vielfältige wissenschaftliche Gemeinschaft, um schnell genug Forschungsergebnisse anzusammeln, um daraus eine sich selbst korrigierende wissenschaftliche Datenbasis aufzubauen. Gemeint ist eine Datenbasis, die genug Information enthält, dass die Fehler in der Forschung von der Wissenschaft selbst korrigiert werden können. Das ist nicht passiert. Wir haben eine Datenbank, bestehend aus Bits und Einzelteilen ... Zum Beispiel beträgt die Anzahl der bisher ausgeführten experimentellen Studien über die Frequenzen, die in der drahtlosen Kommunikation verwendet werden, nur aus 1133 Studien, die über eine breite Vielfalt von experimentellen Modellen und experimentellen Prozeduren verteilt sind. Häufig sind das sehr kleine Studien, die nicht ausreichend belegen, was von den Autoren in den Schlussfolgerungen ihrer Studien "behauptet" wird.

Forschungsstudien, die ich mitgenossen habe, und Forschungskonsortien, an denen ich teilgenommen habe (z. B. EU-Reflex-Projekt), sind auch an diesem "Phänomen" der Zufälligkeit der Forschung mitschuldig.

Zahlreiche bioelektromagnetische Untersuchungen zu einer Vielzahl von EMF-Expositionen wurden veröffentlicht, viel Geld wurde verwendet, aber nicht so viel zuverlässig validierte Wissenschaft generiert, dass sie nützlich für die menschliche Gesundheitsrisiko-Einschätzung waren.

Dieser Mangel an hinreichendem Wissen stellt für alle Benutzer und Anbieter der drahtlosen Kommunikationstechnik kontinuierlich ein ernstes Problem dar – denn wie soll man zuverlässig entscheiden, ob die von den drahtlos arbeitenden Geräten emittierte Strahlung gefährlich ist oder nicht? Natürlich können Befürworter und Gegner beider Haltungen leicht auf Forschungsstudien verweisen, die ihren Anspruch unterstützen. Aber als Ganzes ist der Beweis noch unzureichend, um zuverlässig zwischen "Gefahr" oder "keine Gefahr" entscheiden zu können.

Wie ich in meinen Blogs und Vorträgen über viele Jahre hinweg erwähnt habe, brauchen wir dringend gezielte Forschungsprojekte, die wissenschaftliche Informationen generieren, die direkt für die menschliche Gesundheitsgefährdung relevant sind, um sie für Entscheidungsträger, die Industrie und die Nutzer einsetzen zu können.

WARUM DIE FORSCHUNG FORTGESETZT WERDEN SOLLTE

Die nicht-thermischen Effekte = Effekte bei niedrigen Expositionen

- Bei der Diskussion über die Möglichkeit der biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen, die von den drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten ausgehen, ist es notwendig, die Bedeutung der Begriffe "thermische" und "nicht-thermische Effekte" neu zu bewerten. Da die Begriffe derzeit verwendet werden, kann die Interpretation der Daten zur Verwirrung führen und sie tun das bereits.
- Die Expositionen mit der Strahlung, die von den drahtlosen arbeitenden Kommunikationsgeräten emittiert werden, fügen dem biologischen System immer mehr Energie hinzu. Dies führt zu Temperaturänderungen, egal wie winzig und potenziell

biologisch irrelevant für die Regulierung physiologischer Prozesse sie sind. Der bessere Begriff ist "Effekte bei niedrigen Expositionen" = Expositionen bei erlaubten Strahlungsniveaus oder = unterhalb der gültigen Sicherheitsgrenzen.

- Epidemiologische Fall-Kontroll-Studien und Studien, die das Schlaf-EEG untersuchen, liefern überzeugende indirekte Nachweise beim Menschen für die Existenz niedriger Expositionseffekte (=nicht-thermische Auswirkungen). Epidemiologische Studien zeigen die Auswirkungen - Erhöhung des Risikos der Entwicklung von Gliomen – für Personen, die übliche Handys benutzen, die also den aktuellen Sicherheitsgrenzen entsprechen. Solch niedriges Expositions-Niveau sollte eigentlich keine thermischen Effekte verursachen. Also, müssen logischerweise alle Effekte, die durch Handygebrauch induziert werden, Low-Level-Expositionseffekte (nicht-thermische Effekte) sein. Ähnliche indirekte Beweise treten in den Studien auf, die Schlaf-EEG untersuchen, und die Expositions-niveaus ähnlich denen von üblichen Handys verwenden. Schlaf-EEG-Effekte treten bei den Expositions-niveaus auf, die nach den aktuellen Sicherheitsgrenzen keine signifikante biologische Wirkung durch Temperaturerhöhung verursachen sollte.
Also wieder „logischerweise“: alle Effekte, die durch die Expositionen bei den Strahlungsniveaus ähnlich zu denen auftreten, wie sie vom üblichen Handy emittiert werden, müssen niedrige Expositionseffekte (also „nicht-thermische Effekte“) sein.
- Der Nachweis aus epidemiologischen Studien und Schlaf-EEG-Studien ist der überzeugendste, obwohl der Schluss indirekt, aus der Existenz von biologischen und gesundheitlichen Auswirkungen, die bei niedrigen Expositionen induziert werden (also nicht-thermische Effekte sind), erfolgt ist. Die Evidenz aus epidemiologischen Studien und aus Schlaf-EEG-Studien ist darüber hinaus zuverlässig repliziert.
- Es gibt auch große Beweise, die von in-vitro-Laboruntersuchungen mit der Existenz von niedrigen Expositionseffekten („nicht-thermische Effekte“) stammen. Es gibt Replikationsprobleme, die durch den Einsatz von diversen biologischen Modellen und Expositionsbedingungen verursacht werden, die einen direkten Vergleich der Ergebnisse schwierig machen und es erschweren zu erklären, warum einige Experimente sich replizieren lassen, während andere das nicht tun. Diese Daten sind jedoch nicht direkt anwendbar auf die Risiko-Bewertung der menschlichen Gesundheit.

WICHTIGE WISSENSLÜCKEN

- Gen- und Protein-Expressions-Änderungen bei menschlichen Freiwilligen
- Individuelle Empfindlichkeit
- Epidemiologische Studien mit realen Strahlenbelastungs-Daten unterschätzen Risiken
- Auswirkungen auf die DNA
- Blut-Hirn-Schranke
- Haut: biologische / gesundheitliche Auswirkungen der 5G-Technologie
- Entwicklung standardisierter Testmethoden

Gen- und Protein-Expressions-Änderungen bei menschlichen Freiwilligen als Reaktion auf drahtlose Expositionen

- Es fehlen wissenschaftliche Studien, die biochemische Veränderungen bei menschlichen Freiwilligen untersuchen mittels Strahlung, die von drahtlosen Kommunikationsgeräten emittiert wird. Nur sehr wenige solcher Studien mit menschlichen Freiwilligen und die Prüfung weitgehend verstandener biochemischer Reaktionen wurde bisher durchgeführt:

Gehirn-Glukose-Stoffwechsel:

- 2011, Kwon MS, Vorobyev V, Kännälä S, Laine M, Rinne JO, Toivonen T, Johansson J, Teras M, Lindholm H, Alanko T, Hamalainen H. GSM-Handy-

Strahlung unterdrückt Gehirn-Glukose-Stoffwechsel. J Cereb Blood Flow Metab 31 (12): 2293-2301.

- 2011, Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, Telang F, Alexoff D, Logan J, Wong C. Auswirkungen der Zelle auf Telefon-Hochfrequenzsignal-Exposition beim Gehirn-Glukose-Stoffwechsel, JAMA 305 (8): 808-813.

Die Proteom-Expression ändert sich:

- 2008, Karinen A, Heinävaara S, Nylund R, Leszczynski D. Mobiltelefonstrahlung könnte die Proteinexpression in der menschlichen Haut verändern. BMC Genomics 9: 77

Mikrokerne in bukkalen Abstrichen:

- 2010, Hintzsche H, Stopper H. Mikrokernfrequenz in bukkalen Schleimhautzellen von Mobiltelefonbenutzern. Toxicol Lett 193 (1): 124-130
- 2008, Yadav AS, Sharma MK. Erhöhte Häufigkeit von mikronukleierten exfolierten Zellen unter den Menschen, ausgesetzt in vivo zur Mobiltelefonstrahlung, Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen 650 (2): 175-180.

- Diese sehr kurze Liste der Studien, die an menschlichen Freiwilligen durchgeführt wurden, zeigt deutlich, dass wir überhaupt nicht wissen, ob niedrige Expositionen von Menschen auf emittierte Strahlung von drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten die Physiologie von Zellen / Geweben / Organen im lebenden menschlichen Körper beeinflusst.
- Dieses völlige Fehlen des Wissens darüber, ob Strahlung, die von drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten emittiert wird, irgendwelche biochemischen Reaktionen im menschlichen Körper auslöst, entzieht der Diskussion über die Existenz von gesundheitlichen Auswirkungen oder deren Fehlen völlig die wissenschaftliche Basis.
- Wenn Strahlung, die von drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten emittiert wird, in irgendeiner Weise die menschliche Physiologie beeinflusst, dann sollte es möglich sein, Veränderungen in der Gen- und Proteinexpression nachzuweisen. Ausreichende Studien zu diesem Bereich sind noch nicht abgeschlossen. Es ist überraschend, um das Erstaunen darüber mal zum Ausdruck zu bringen, dass biochemische Forschung an menschlichen Freiwilligen bisher nicht durchgeführt wurde, da diese Informationen sich entweder bestätigend oder widerlegend auf die Frage nach möglichen gesundheitlichen Auswirkungen hätten auswirken können.
- Das Screening biochemischer Reaktionen des menschlichen Körpers wird im Rahmen von derzeit laufenden menschlichen Studien der Verwendung von Handy-strahlungsähnlichen Expositionen zur klinischen Behandlung von Patienten mit Alzheimerkrankheit. Es ist wichtig, herauszufinden, was die möglichen Nebenwirkungen einer solchen Therapie sein könnten. Es ist möglich, dass γ -Screening-Gene und Proteine auf Expositionen reagieren.
- Die Durchführung von Gen- und Protein-Expressions-Studien ist dringend erforderlich und wird nachweisen, ob Strahlung, die von drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten emittiert wird, das Potential hat, die menschliche Physiologie zu beeinflussen. Und: durch die Verwendung von genomweiten und proteomweiten Ansätzen wird diese Forschung eine Liste von Genen und Proteinen bereitstellen, die auf Expositionen reagieren.
- Die Informationen über die Reaktion von Genen und Proteinen werden Vorhersagen darüber liefern, welche physiologischen Funktionen des menschlichen Körpers potenziell betroffen sein könnten und damit einen Ausgangspunkt zur Entwicklung von evidenzbasierten Hypothesen für weitere Studien geben könnte.

Individuelle Empfindlichkeit gegenüber Strahlung, die von drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten emittiert wird

- Es ist allgemein bekannt, dass verschiedene Menschen auf unterschiedliche Weise auf die gleichen chemischen oder physikalischen Faktoren reagieren, weil die Unterschiede durch unterschiedliches genetisches Make-up jedes einzelnen verursacht werden. Aber auch wegen

der Unterschiede in den epigenetischen Faktoren, die jedes einzelne Lebewesen während seines ganzen Lebens erlebt. Dieses Phänomen ist als individuelle Empfindlichkeit bekannt. Die Menschen unterscheiden sich auch in ihrer Strahlungsempfindlichkeit. Daher ist es plausibel zu bedenken, dass manche Menschen empfindlicher auf elektromagnetische Felder, wie der von den drahtlosen arbeitenden Kommunikationsgeräten emittierten, reagieren können.

- In der überwiegenden Mehrheit der bislang durchgeführten Studien wurden die Personen vorwiegend der Strahlung des Mobiltelefons ausgesetzt und während oder kurz nach der Exposition aufgefordert, ihre Gefühle zu beschreiben, einschließlich der Frage, ob sie erkennen konnten, wann die Strahlung an- und wann sie ausgeschaltet war. Eine solche Einrichtung von Experimenten ist relativ grob und voreingenommen durch den potenziellen Stress des jeweiligen Studienfach-Vertreter, vor allem, wenn das Studienfach-Wissen es nahelegt, dass die Exposition Schaden verursacht. Darüber hinaus geben solche Studien keine Antworten auf chronische Expositionen.
- Es ist sehr wahrscheinlich, dass die individuelle Empfindlichkeit gegenüber Strahlung, die von drahtlosen Kommunikationsgeräten emittiert wird, einen Teil der Bevölkerung beeinflusst. Die Frage ist, was die Abgrenzung der Strahlung begründet, wenn die überwiegende Mehrheit nicht davon betroffen ist. Auch ist es wichtig zu bestimmen, wodurch die kleine Minderheit betroffen sein könnte.
- Antworten auf diese Fragen werden nicht durch Studien gefunden, die fragen, wie Menschen sich in Reaktion auf niedrige akute Expositionen fühlen. Um diese Frage zu beantworten, sind die oben erwähnten Studien von Bedeutung, die die Biochemie des menschlichen Körpers als Reaktion auf die Strahlenbelastung untersuchen. Mit Hilfe von Proteomik und Transkriptomik wird es möglich sein zu bestimmen, ob manche Menschen empfindlicher sind („individuelle Empfindlichkeit“) und in welcher Weise.
- Es besteht ein Bedarf an umfangreichen menschlichen Proteomik- und Transkriptomik- und anderen "omik" -Studien unter Verwendung von Proben, die von Personen aufgenommen wurden, die für verschiedene Zeiträume auf unterschiedliche Strahlungsniveaus von drahtlosen Kommunikationsgeräten ausgesendet wurden. Dieser Ansatz wird es ermöglichen, herauszufinden, welches diejenige Größe der menschlichen Sub-Bevölkerung ist, die empfindlicher als die allgemeine Bevölkerung ist und auf welchen Ebenen und Perioden der Exposition das gilt.

Epidemiologische Studien mit realen Strahlenbelastungsdaten unterschätzen Risiken

- Epidemiologische Studien werden allgemein als der wichtigste Beweis für die Bewertung des menschlichen Gesundheitsrisikos angesehen.
- Drei Replikate von Fall-Kontroll-Studien (Interphone, Hardell, CERENAT) zeigen, dass die intensive Handy-Verwendung (ca. 30min / Tag für 10 Jahre) das Risiko der Entwicklung von Gliome um 40-170% erhöht.
- Die Kohortenstudien (dänische Kohorte, Million Women Study) fanden kein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von Gliomen.
- Alle epidemiologischen Studien haben völlig unzuverlässige Expositionsdaten:
 - Länge der Anrufe oder Länge der Telefonabonnements mit Dienstleister oder mitteilen, ob Sie jemals oder nie Handy's verwendet haben, informiert nicht über die reale Exposition der Handy-Benutzer.
 - Mit den obigen "Expositionsdaten" werden Personen mit sehr unterschiedlichen Strahlenbelastungen für die statistische Auswertung in die gleiche exponierte Gruppe gestellt.

- Dies führt zu einer Unterbewertung des Krebsrisikos in allen epidemiologischen Studien.
- Das Problem wird fortgesetzt, da die laufende Kohortenstudie COSMOS Expositionsdaten als Funktion der Dauer der Anrufe sammelt.
- Die Dauer des Anrufs sagt nicht "viel" über die Strahlenbelastung aus, wie in der Grafik unten zu sehen ist - zwei Personen, die mit der gleichen Zeitspanne, aber an verschiedenen Orten sprechen, können sehr unterschiedlichen Strahlenbelastungen ausgesetzt sein, aber in allen bislang ausgeführten Epidemiologie-Studien werden diese Personen der gleichen Gruppen-, „Dauer“ zugeordnet.
 - (s. Abb. im engl. Original S. 5)
- Diese Art von Ersatz-Informationen über Expositionen, die fast nichts mit realen Strahlenbelastung zu tun hat, wird eine Unterschätzung des Gesundheitsrisikos verursachen. Wir wissen nicht, wie groß eine solche Unterbewertung ist.
- Es ist dringend erforderlich, Smartphone-Apps zu entwickeln, die die Exposition der Benutzer von Handy's, Zelltürmen und Wi-Fi-Strahlung messen. Solche Apps sind bereits vorhanden und sollten auf ihre Genauigkeit und Nützlichkeit in epidemiologischen Studien geprüft werden.
- Expositions-Informationen, die von den Smartphone-Apps gesammelt wurden, können für jeden Benutzer kontinuierlich gesammelt und für den Einsatz in epidemiologischen Studien gespeichert werden.

Wirkungen auf die DNA

Die Veröffentlichung der Teilergebnisse der US-NTP-Studie bei der Prüfung von GSM- und CDMA-Expositionen durch Auswirkungen auf Ratten und Mäuse treibt die Debatte über die Genotoxizität der Mobiltelefonstrahlung an.

- Die NTP-Studie beobachtete DNA-"Schäden", solange wie mit dem Kometen-Assay bestimmt wurde. Die Erkennung der akuten DNA-Schädigung mittels dem Kometen-Assay bedeutet nicht automatisch, dass die GSM- oder CDMA-Strahlung genotoxisch ist.
- In allen lebenden Zellen tritt die DNA-Schädigung spontan auf und wird effizient repariert.
- Bevor die Schlussfolgerung gezogen wird, dass DNA-Schäden in der NTP-Studie oder früher in der Forschung von Henry Lai eingetreten sind, müssen Experimente zeigen, was das Schicksal der beschädigten DNA ist.
 - Ist die DNA durch Strahlenbelastungen geschädigt, stellt sich die Frage, ob die Strahlenbelastungen den Reparatur-Prozess an der DNA beeinträchtigen?
 - Ist der DNA-Schaden repariert oder besteht er in weiteren Generationen von Zellen fort? Unter Berücksichtigung der Effizienz von DNA-Reparatur-Mechanismen in Zellen ist die Behauptung, dass Handy-Strahlung genotoxisch ist, noch nicht bewiesen.
 - Wir wissen nicht, ob der bei der Exposition von Handy-Strahlung assoziierte DNA-Schaden zu Genotoxizität und Mutagenität führt oder ob er repariert wird.
 - Was ist die Rolle (wenn überhaupt) der oxidativen Antwort bei der Erzeugung des DNA-Schadens, der durch die Strahlenbelastung induziert wird?
- Die Forschungsbedürfnisse in Bezug auf die DNA sind von Bedeutung, weil sie den Begriff der Karzinogenität der Strahlung, die von der drahtlos betriebenen Kommunikationsgeräten emittiert wird, entweder unterstützt oder widerspricht und Beweise für oder gegen die Genotoxizität dieser Strahlung liefert.
 - Entsteht DNA-Schaden im menschlichen Körper, der der Strahlung ausgesetzt ist, die von den drahtlos arbeitenden Kommunikationsgeräten emittiert wird?

- Ist die Schädigung der DNA durch Strahlenbelastung direkt oder durch die beeinträchtigte Reparatur von spontan geschädigter DNA verursacht?
- Wenn DNA-Schaden erkannt wird - was ist das Schicksal der beschädigten DNA, wird sie repariert oder nicht?
- Wenn DNA-Schäden auftreten, sind Inhibitoren von oxidativem Stress in der Lage, sie zu verhindern?

Blut-Hirn-Schranke (BBB)

- Die Möglichkeit der Induktion der Leckage der Blut-Hirn-Schranke durch Exposition gegenüber Handy-Strahlung kann zwei fehlerhafte Implikationen haben. Es könnte die Physiologie des Gehirns beeinträchtigen und es könnte als nicht-invasive Methode der Arzneimittelabgabe an das Gehirn verwendet werden.
- Es gibt eine Vielzahl von Studien, die sich mit dem Thema HF-EMF-Expositionen und BBB-Leckagen befassen.
- Mehrere Studien zeichnen sich aus und zeigen widersprüchliche Ergebnisse:
 - Series of research studies vom Salford&Persson Forschungs-Team zeigt Leckage der BBB
 - Nittby et al. Pathophysiologie 2009, 16: 103-112; Nittby et al. Bioelektromagnetik 2008, 29: 219-232; Belyaev et al. Bioelektromagnetik 2006, 27: 295 & ndash; 306; Salford et al. Microsc Res Tech 1994, 27: 535-542
 - Forschungsstudie vom US Air Force Labor zeigt Mangel an Wirkung auf BBB:
 - McQuade et al. Strahlung Res. 2009, 171: 615 & ndash; 621
 - Die jüngsten Forschungen aus China und aus der Türkei deuten auf eine Leckage von BBB hin
 - Tang et al. Gehirn Res. 2015, 1601: 92-101; Sirava & Seyhan J. Chem. Neuroanatomie 2016, 75 (Pt B): 123-127
 - Möglicher Mechanismus für BBB-Leckagen, der vom chinesischen Team vorgeschlagen wird und der übereinstimmt mit dem Mechanismus, der von der In-vitro-Forschung aus Finnland vorgeschlagen wird - Stressreaktion im Endothel
 - Tang et al. Gehirn Res. 2015, 1601: 92-101
 - ♣ Erhöhter Ausdruck von mcp-1; Dephosphorylierung von ERK; Aktivierung von Mkp1 / ERK-Weg
 - Leszczynski et al. Differenzierung 70, 2002, 120-129
 - ♣ Phosphorylierung von Hsp27; Phosphorylierung von p38MAPK; Aktivierung der P38MAPK / Hsp27 Weg; Schwächung des Zell-Zell-Kontakts; Zell-schrumpfen; nicht-apoptotisches Zell-"bluten"; Erzeugung von Wachstumsfaktoren.

Haut und 5G

- Mangel an Wissenschaft über menschliches Ansprechen auf das Strahlungsspektrum von 6 GHz - 100 GHz, das in der 5G-Technologie (Millimeterwellen) verwendet wird.
- Über 6 GHz wird die Strahlungsenergie nur in der Haut abgelagert; andere menschliche Gewebe und Organe werden nicht direkt von den Expositionen betroffen sein. Da jedoch die Haut das größte Organ des menschlichen Körpers ist, das an der Regulierung der Immunantwort beteiligt ist, ist es von größter Wichtigkeit zu bestimmen, ob die Ablagerung von 5G-Energie in der Haut irgendwelche Auswirkungen auf diese Vital-Funktion haben wird.
- Es gibt nur eine einzige Studie, die die biochemische Reaktion der Haut von menschlichen Freiwilligen (Proteinexpression) auf GSM-Exposition untersucht. Es gibt keine Studien über das Spektrum der 5G-Technologie.

- Die Forschung über biologische Effekte von Millimeterwellen ist knapp und sehr zufällig. Es gibt nur weniger als 200 Studien und die Mehrheit von ihnen ist nutzlos für die menschliche Gesundheits-Risiko-Abschätzung.
- Abgesehen von humanen Freiwilligenstudien ist es wichtig, eine NTP-ähnliche Studie durchzuführen, eine standardisierte Tiertoxikologie-Studie, um die Auswirkungen von 5G auf Mäuse und Ratten zu untersuchen. Auch wenn die Strahlung nur in der Haut absorbiert wird, könnten indirekte Effekte durch die von den Hautzellen produzierten Faktoren auf innere Organe, einschließlich der Gehirnfunktion, wirken und eine standardisierte Toxikologie erforderlich sein, um dieses Problem zu klären, insbesondere bei hohen Expositionsniveaus und langen Perioden.
- Da die Strahlung, die von den 5G-Funkkommunikations-Geräten emittiert wird, ausschließlich von der Haut aufgenommen wird, besteht die Notwendigkeit einer umfassenden Untersuchung der möglichen Effekte, die sowohl mit der Haut von exponierten menschlichen Freiwilligen als auch von künstlichen menschlichen Hautmodellen erhalten werden. Experimente müssen physiologische, strukturelle und biochemische Veränderungen (einschließlich Hochdurchsatz-Screening von Proteinen und Gen-Transkripten) in der menschlichen Haut und Hautmodellen auswerten, die für längere Zeit mit 5G-Strahlung exponiert sind.

Entwicklung von standardisierten Testmethoden

- Die Verwendung einer Vielzahl von biologischen Modellen und sehr unterschiedlichen Expositionsprotokollen führt zu Problemen beim Vergleich der Ergebnisse, die in verschiedenen Studien erzielt wurden. Die Standardisierung der experimentellen Protokolle ist dringend erforderlich. Die Vorteile der Standardisierung wären zweifach:
 - a) Erhalten des Vergleichs der Ergebnisse, die in verschiedenen Laboratorien gewonnen werden, wenn die Experimente unter anderem unter Verwendung der gleichen biologischen Modelle und der gleichen Expositionsprotokolle durchgeführt werden;
 - b) Bestimmen, ob neue Strahlungsfrequenzen und deren Modulation biologische Effekte induzieren oder nicht, und wie sich diese von denen unterscheiden, die bei früheren Expositionsbedingungen induziert wurden. Die Idee, einen solchen schnellen Screening-Test zu entwickeln, wurde auf der WHO-Konferenz in Helsinki vorgestellt. Doch sie war noch nicht "startklar", vor allem weil der Ansatz die High-Throughput-Screening-Techniken * omics * verwendet.
 - (2006, Leszczynski & Meltz. Fragen und Antworten zur Anwendbarkeit von Proteomik und Transkriptomik in der EMF-Forschung, *Proteomics* 6 (17): 4674-7; *auf Engl.*)