

Igor Belyaev, Amy Dean, Horst Eger, Gerhard Hubmann, Reinhold Jandrisovits, Markus Kern, Michael Kundi, Hanns Moshhammer, Piero Lercher, Kurt Müller, Gerd Oberfeld*, Peter Ohnsorge, Peter Pelzmann, Claus Scheingraber a Roby Thill

EUROPAEM EMF Guideline 2016 pre prevenciu, diagnostiku a liečbu zdravotných problémov a ochorení, súvisiacich s elektromagnetickými poľami (EMP)

DOI 10.1515/reveh-2016-0011

Prijaté 16. marca 2016; akceptované 29. mája 2016

Abstrakt: Chronické ochorenia a choroby spojené s nešpecifickými príznakmi sú na vzostupe. Okrem chronického stresu v sociálnych a pracovných prostrediach, kauzálne fyzikálne a chemické expozície doma, v práci, a počas voľnočasových aktivít prispievajú k environmentálnym stresovým faktorom a zaslúžia si pozornosť praktických lekárov, ako aj všetkých ostatných členov komunity zdravotnej starostlivosti. Zdá sa, že v súčasnosti je potrebné vziať do úvahy i "nové expozície", akými sú elektromagnetické polia (EMP). Lekári stále častejšie prichádzajú do kontaktu so zdravotnými problémami z neidentifikovaných príčin. Štúdie, empirické pozorovania a správy pacientov jasne naznačujú interakciu medzi expozíciou EMP a zdravotnými problémami. Individuálna vnímavosť na environmentálne faktory je často pozabudnutá. Prítom nové bezdrôtové technológie a aplikácie boli zavedené bez akejkol'vek istoty o ich účinkoch na zdravie, čo vyvoláva nové výzvy pre medicínu a spoločnosť. Napríklad problematika tzv. netermálnych účinkov a potenciálne dlhodobé účinky expozície nízkych dávok boli sotva skúmané pred zavedením týchto technológií.

Príklady bežných elektromagnetických polí: Rádiofrekvenčné žiarenie (RFR) alebo skráteno (RF) (3 MHz až 300 GHz) je vyžarované z rozhlasových a televíznych vysielačích antén, prístupovými bodmi Wi-Fi, smerovačmi a klientami Wi-Fi (napr. smartfónmi, tabletmi), bezdrôtovými a mobilnými telefónmi vrátane ich základňových staníc a zariadeniami Bluetooth. Elektrické polia extrémne nízkych frekvencií (ELF EP) a magnetické polia extrémne nízkych frekvencií (ELF MP) (3 Hz až 3 kHz) sú emitované z elektroinštalácie, svietidiel a spotrebičov. Elektrické polia veľmi nízkych frekvencií (VLF EP) a magnetické polia veľmi nízkych frekvencií (VLF MP) (3 kHz až 3 MHz) sú emitované v dôsledku harmonického skreslenia napätia a prúdu z elektroinštalácie, niektorých žiaroviek (napr. kompaktných žiaroviek (CFL) a LED svietidiel), sieťových adaptérov a všeobecne z elektronických zariadení. Na jednej strane z toho jasne vyplýva, že dlhodobá expozícia určitým EMP je rizikovým faktorom pre ochorenie, ako sú niektoré druhy rakoviny, Alzheimerová choroba a mužská neplodnosť. Na druhej strane, vznikajúca elektromagnetická precitlivosť (EHS) je stále viac uznávaná zdravotníckymi orgánmi, u prípadových pracovníkov úradmi pre zdravotné postihnutia, tiež politikmi i súdmi. Odporúčajú klinické

Európska akadémia pre environmentálnu medicínu (EUROPAEM) – pracovná skupina EMP:

***Zodpovedajúci autor: Gerd Oberfeld**, Department of Public Health, Government of Land Salzburg, Austria, E-mail: gerd.oberfeld@salzburg.gv.at

Igor Belyaev: Cancer Research Institute BMC, Slovak Academy of Science, Bratislava, Slovak Republic; and Prokhorov General Physics Institute, Russian Academy of Science, Moscow, Russia

Amy Dean: American Academy of Environmental Medicine, Wichita, KS, USA

Horst Eger: Association of Statutory Health Insurance Physicians of Bavaria, Medical Quality Circle "Electromagnetic Fields in Medicine – Diagnostic, Therapy, Environment", no. 65143, Naila, Germany

Gerhard Hubmann: Center for Holistic Medicine "MEDICUS", Vienna, Austria; and Wiener Internationale Akademie für Ganzheitsmedizin (GAMED), Vienna, Austria

Reinhold Jandrisovits: Medical Association Burgenland, Environmental Medicine Department, Eisenstadt, Austria

Markus Kern: Medical Quality Circle "Electromagnetic Fields in Medicine – Diagnosis, Treatment and Environment", Kempten, Germany; and Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt u. Demokratie e.V., Kempten, Germany

Michael Kundi and Hanns Moshhammer: Institute of Environmental Health, Medical University Vienna, Vienna, Austria

Piero Lercher: Medical Association Vienna, Environmental Medicine Department, Vienna, Austria

Kurt Müller: European Academy for Environmental Medicine, Kempten, Germany

Peter Ohnsorge: European Academy for Environmental Medicine, Würzburg, Germany

Peter Pelzmann: Department of electronics and computer science engineering, HTL Danube City, Vienna, Austria

Claus Scheingraber: Working Group Electro-Biology (AEB), Munich, Germany and Association for Environmental- and Human-Toxicology (DGUHT), Würzburg, Germany

Roby Thill: Association for Environmental Medicine (ALMEN), Beaufort, Luxembourg

liečenie EHS ako súčasti skupiny chronických multisystémových ochorení (CMI), ale uznávajú, že príčinou zostáva životné prostredie. Na počiatku dochádza k EHS príznakom len príležitostne, ale v priebehu času sa početnosť a závažnosť môže zvýšiť. K bežným príznakom EHS patria bolesti hlavy, problémy sústredenia, problémy so spánkom, depresia, nedostatok energie, únava a príznaky podobné chrípke. Komplexná anamnéza, ktorá by mala zahŕňať všetky príznaky a ich výskyt v časových a priestorových podmienkach a v kontexte EMP expozícií, je kľúčom k určeniu diagnózy. Expozícia EMP je zvyčajne hodnotená na základe merania EMP doma aj v práci. Je veľmi dôležité brať do úvahy individuálnu citlivosť. Primárny spôsob liečby by sa mal zamerať najmä na prevenciu alebo zníženie expozície EMP, t.j. redukciu alebo odstránenie všetkých zdrojov vysokej expozície EMP doma, aj na pracovisku. Zníženie expozície EMP by sa malo rozšíriť aj na verejné priestranstvá, akými sú školy, nemocnice, verejná doprava a knižnice s cieľom umožniť osobám s diagnózou EHS nerušené užívanie. Ak je škodlivá expozícia EMP dostatočne znížená, telo má šancu na zotavenie a symptómy EHS budú ustupovať alebo dokonca vymiznú. Mnoho príkladov ukázalo, že tieto opatrenia sa ukázali ako účinné. K zvýšeniu účinnosti liečby by mal tiež prispieť široký rad iných faktorov životného prostredia, ktoré prispievajú k celkovej telesnej záťaži. Čokoľvek, čo podporuje homeostázu, zvýši odolnosť človeka proti chorobám a tým aj pred nepriaznivými účinkami expozície EMP. Pribúdajú dôkazy, že expozícia EMP má zásadný vplyv na oxidačnú a nitrosatívnu regulačnú kapacitu u postihnutých jedincov. Tento koncept môže tiež vysvetliť, prečo sa úroveň citlivosti na EMP môže meniť a preto je rozsah symptómov uvedených v tejto súvislosti tak veľký. Podľa našich súčasných poznatkov, prístup liečby, ktorý minimalizuje nepriaznivé účinky peroxydových dusitanov, ktoré sa stále viac používajú na liečbu multisystémových ochorení, funguje najlepšie. EUROPAEM Smernice EMP prinášajú prehľad súčasných poznatkov o súvisiacich zdravotných rizikách EMP a poskytujú odporúčania pre diagnostiku, liečbu a dostupnosť opatrení pre EHS s cieľom zlepšiť a obnoviť zdravie u pacientov, ako aj vyvíjať nové stratégie pre prevenciu.

Súčasný stav vedeckých a politických diskusií o zdravotných problémoch súvisiacich s EMP z lekárskeho hľadiska

Úvod

Projekt s názvom „Ochorenia spôsobené životným prostredím“ hodnotil vplyv deviatich ekologických stresových faktorov (benzénov, dioxínov - vrátane furánov a dioxínom podobným PCB, pasívneho fajčenia, formaldehydu, olova, hluku, ozónu, časticových hmôt a radónu) na zdravie obyvateľov šiestich krajín (Belgicko, Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Taliansko a Holandsko). Týchto deväť environmentálnych stresových faktorov spôsobilo počas 1 roka v týchto šiestich európskych krajinách 3-7% ochorení (1).

Štúdia Bundespsychotherapeutenkammer (BPtK) v Nemecku ukázala, že výskyt duševných porúch je na vzostupe a obzvlášť výskyt syndrómu vyhorenia, ktorý je príčinou pracovnej neschopnosti, sa zvýšil v rokoch 2004 až 2011 sedemnásobne (2). V Nemecku boli v roku 2012 ako hlavné príčiny 42% predčasných odchodov do dôchodku duševné poruchy a depresie (3). Psychotropné lieky sú na treťom mieste v počte celkovo predpísaných liekov (4).

Spotreba metylfenidátov (Ritalin, Medikinet, Concerta) - psychotropných liekov najmä u malých detí a dorastu, predpisovaných na hyperaktivitu s poruchou pozornosti (ADHD), sa od roku 1990 znepokojujúco zvýšila. Podľa štatistik nemeckého Spolkového ústavu pre lieky a zdravotnícke pomôcky (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte), počet predpísaný sa od roku 2000 zvýšil ešte výraznejšie a dosiahol vrchol v roku 2012. V roku 2013 bol v počte predpísaných receptov zaznamenaný len mierny pokles (5). Je zaujímavé, že rýchly nárast podávania metylfenidátu sa zhoduje s obrovským rozšírením mobilných telekomunikačných a ďalších súvisiacich technológií, čo predstavuje otvorenú výskumnú otázku.

Prípady pracovnej neschopnosti a niekoľkodňové absencie, ktoré sa v Nemecku zaznamenali v rokoch 1994 až 2011, sa následkom duševných porúch viac ako zdvojnásobili (6). V rámci krajín OECD došlo k rastúcemu trendu v predpisovaní antidepressív, pritom socioekonomický status a liečebné štandardy nedokážu plne vysvetliť tento trend (7). Poruchy, akými sú chronické zápaly a zmeny funkcií neurotransmitterov, spôsobené vplyvmi životného prostredia, sa len ťažko skúmajú.

Celosvetovo dochádza k permanentnému nárastu výskytu alergických / astmatických ochorení, pričom asi 30% až 40% svetovej populácie je v súčasnosti postihnuté jedným alebo viacerými alergickými / astmatickými príznakmi (8).

Existuje podozrenie, že podmienky okolitého prostredia, akými sú zvyšujúce vystavenie sa obyvateľstva pôsobeniu elektromagnetických polí (EMP), obzvlášť vystavenie sa rádiovýkvenčnému žiareniu (RF), hrá príčinnú úlohu so súvisiacimi zdravotnými problémami (9-12). RF žiarenie napr. z bezdrôtových telefónov (DECT), mobilných telefónov (a to najmä zo smartfónov) a ich základňových staníc (GSM, GPRS, UMTS, LTE), dátových modemov pre laptopy a notebooky, bezdrôtových sietí WLAN (Wi-Fi), bezdrôtových odpočtových meracích systémov - založených na inteligentných meračoch (smartmetroch). Svoju úlohu ale hrá aj vystavenie sa extrémne nízkym frekvenciám (ELF) elektrických polí (EP) a magnetických polí (MP), vrátane "špinavej" elektrickej energie, ktorá pochádza z porúch na elektrickom vedení, elektronických napájacích zdrojov a im podobných zariadení. Pre spoločnosť a lekársku verejnosť to všetko prináša nové výzvy.

Kým biofyzikálne a biochemické mechanizmy biologických účinkov EMP na úrovniach s nízkou intenzitou nie sú presne známe, významný pokrok sa dosiahol v posledných desaťročiach, kde je naznačené, že tieto mechanizmy môžu obsahovať početné údaje pre ELF a RF účinky (13-18). V nasledujúcich článkoch poskytneme niektoré základné informácie o dôležitých aspektoch biologických účinkov EMP. Nebolo by však vhodné chápať to spôsobom, že ide o úplné preskúmanie dôkazov. RF a ELF polia nie sú vždy presne rozlíšené, nakoľko vyššie spomínané biologické mechanizmy sa prekrývajú. Treba tiež uviesť, že prísne špecifické podmienky expozície môžu vyvolať biologickú odpoveď u jednej osoby, ale u iných nie. Neoficiálne správy však ukazujú, že jednotlivé reakcie alebo vnímavosť sa v priebehu času zväčšujú a intolerancia sa potom rozprestiera v širokom rozsahu podmienok expozície.

Chronické ochorenia a choroby spojené s nešpecifickými príznakmi sú na vzostupe. Okrem chronického stresu v sociálnych a pracovných prostrediach, sú fyzikálne a chemické expozície v domácom prostredí, v práci a počas voľnočasových aktivít kauzálné alebo prispievajúce environmentálne stresory, ktoré si zaslúžia pozornosť praktického lekára, ako aj všetkých ostatných členov komunity zdravotnej starostlivosti. Zdá sa, že celkom určite je nateraz potrebné, aby sa "nové expozície", akými sú EMP, brali do úvahy, alebo ako je uvedené v štúdiu Hedendahl a kol. (19): *"Je na čase zvážiť zaradenie ELF EMP a RF EMP medzi*

environmentálne znečisťujúce látky, ktoré musia byť riadené".

Celosvetové vyhlásenia organizácií v súvislosti s EMP

Odporúčania Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO), týkajúce sa ELF elektrických a magnetických polí a RF polí, skompilované Medzinárodnou komisiou na ochranu pred neionizujúcim žiarením (ICNIRP) (20, 21), sú založené na pôsobení prúdov indukovaných v tele (ELF) a tepelných účinkoch (RF).

Tepelné účinky sú definované ako efekty, ktoré spôsobujú zvýšenie teploty absorpciou elektromagnetickej energie. Špecifická miera absorpcie (SAR) je definovaná ako rýchlosť absorpcie elektromagnetickej energie v jednotkovej hmotnosti biologického tkaniva. Ide teda o úmerné, kumulatívne zvýšenie teploty v tomto tkanive. Zatiaľ čo výraznému nárastu teploty je potrebné sa vyhnúť, pretože to by mohlo spôsobiť okamžité nepriaznivé zdravotné následky (odumretie tkaniva, srdcový stres, atď.), v skutočnosti môže expozícia prebiehať bez (merateľného) zvýšenia teploty a to buď z dôvodu odvodu tepla alebo preto, že expozícia je príliš nízka na to, aby bola spojená s príslušným zvýšením teploty. Druhý typ expozície sa označuje ako netermálny. Biologické a zdravotne relevantné účinky sú pri netermických intenzitách uvádzané a diskutované mnohými výskumnými skupinami po celom svete (9, 10, 22-24).

Odporúčania komisie ICNIRP boli prijaté Európskou úniou v odporúčaní Rady EÚ z roku 1999 bez toho, aby brali ohľad na dlhodobé netepelné účinky. Malo by sa však zdôrazniť, že na medzinárodnej EMP konferencii v Londýne (2008) sa profesor Paolo Vecchia, predseda komisie ICNIRP v rokoch 2004 až 2012, o smerniciach o ich pôsobení vyjadril, "čím nie sú":

- *"Nie sú imperatívnymi normami pre bezpečnosť"*,
- *"Nie sú posledným slovom v probléme" a*
- *"Nie sú obranným múrom pre priemysel" (25).*

Pre netermálne efekty, založené na RF EMP, nie je vhodnou metrikou expozície hodnota SAR, ale miesto nej by mala byť v bezpečnostných normách použitá buď veľkosť intenzity pol'a (E) alebo hustota radiačného toku (P_d), v kombinácii s dobou trvania expozície (26, 14, 27). Na rozdiel od smerníc ICNIRP, ruské bezpečnostné normy sú založené na netepelných účinkoch RF, ktoré boli objavené v niekoľkých výskumných ústavoch bývalého Sovietskeho zväzu počas desaťročí výskumu chronických prejavov RF EMP (28, 29).

Na rozdiel od ústredia WHO v Ženeve, Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC), k WHO pričlenená špecializovaná organizácia sídliaca v Lyone, klasifikovala magnetické polia extrémne nízkych frekvencií (ELF MP) v roku 2002 (30) a rádiový frekvenčný žiarenie (RF EMP) v roku 2011 ako potenciálny karcinogén pre človeka (trieda 2B) (24).

Je potrebné poznamenať, že v priebehu posledných 20 rokov bolo výskumníkmi a lekármi prijatých viac ako 20 rezolúcií, týkajúcich sa EMP a zdravia. Medzi ne patria: Vienna EMF, Rakúsko, 1998; Stewart Report, Veľká Británia, 2000; Salzburg Resolution, Rakúsko, 2000; Freiburgská výzva, Nemecko, 2002; Catania Resolution, Taliansko, 2002; Irish doctors' Environmental Association Statement, Írsko, 2005; Helsinská výzva, Fínsko, 2005; Benevento Resolution, Taliansko, 2006; Venice Resolution, Taliansko, 2008; Porto Alegre Resolution, Brazília, 2009; Rezolúcia Ruského národného výboru ochrany pred neionizujúcim žiarením, Rusko, 2001; Výzva International doctors', Európa, 2012; a správa Stáleho výboru pre zdravotníctvo, Kanada, 2015 (31-34).

Od augusta 2007 do decembra 2012 zverejnila pracovná skupina BioInitiative (medzinárodná skupina 29 odborníkov s rôznymi kompetenciami) dve prevratné správy "BioInitiative 2007 / 2012 - Zdôvodnenie pre biologicky založené štandardy pre verejné expozície elektromagnetickým poliam (ELF a RF)", vydané autormi Cindy Sage a David O. Carpenterom, ktoré volali po preventívnych opatreniach voči expozícii EMP na základe dostupných vedeckých dôkazov (9, 10). Tieto BioInitiative správy sú globálnymi míľnikmi s ohľadom na komplexné posúdenie biologických účinkov a zdravotných účinkov elektromagnetického žiarenia nízkej intenzity, ako aj závermi a odporúčaniami pre verejnosť. Správa BioInitiative 2012 zahŕňa sekcie dôkazov účinkov na gény a expresiu proteínov, DNA, imunitné funkcie, neurológiu a správanie, hematoencefalickú bariéru, mozgové nádory a akustické neurómy, detské leukémie, melatonín, Alzheimerovu chorobu, rakovinu prsníka, plodnosť a reprodukciu, fetálne a novorodenecké poruchy, autizmus, poruchy spôsobené moduláciou signálu, medikálnu terapiu EMP, rovnako ako sekcie vyhlásení o probléme, existujúcich normách verejnej expozície, dôkazoch o nedostatočnosti štandardov, princípoch predbežnej opatrnosti, príkladoch globálneho verejného zdravia, kľúčových vedeckých dôkazov, odporúčaní pre verejné zdravie a zhrnutí záverov pre verejnosť.

Napriek tomu, že riziko zdravotného hazardu je častokrát zanedbávané, Európska agentúra životného prostredia porovnala riziká neionizujúceho žiarenia (EMP) a iného nebezpečenstva pre životné prostredie,

akým je azbest, benzén a tabak a naliehavo odporúčala zaviesť preventívny prístup ohľadom EMP (35). Tento postoj bol potvrdený a zrozumiteľne širšie rozpracovaný v ďalších publikáciách v roku 2011 a 2013 (36, 37).

V septembri 2008 vyzval Európsky parlament s odkazom na správu BioInitiative na preskúmanie hraničných bezpečnostných úrovní elektromagnetického poľa, stanovených v Odporúčaní Rady EÚ z roku 1999, ktoré sú založené na odporúčaní komisie ICNIRP (38). Výzva bola urgovaná v uznesení Európskeho parlamentu z apríla 2009 (39).

Na stretnutí v novembri 2009 v nórskom Seletune prijala skupina vedcov konsenzus, ktorý odporúča dodržiavať preventívne a bezpečnostné opatrenia, vzhľadom k existujúcim dôkazom o možných globálnych zdravotných rizikách spojených s expozíciou EMP (40). Okrem všeobecných a špecifických odporúčaní, napríklad pre použitie mobilných a bezdrôtových telefónov, skupina navrhla aj limitné hodnoty expozície pre magnetické polia extrémne nízkych frekvencií a pre rádiový frekvenčný polia. Skupina konštatovala: "Numerické limity, ktoré boli doposiaľ odporúčané, nateraz nezohľadňujú citlivé skupiny obyvateľstva (ľudí elektro-hypersenzitívnych - EHS, ľudí s ohrozenou imunitou, deti, starších ľudí, pacientov, plod v tele matky, atď.). Ďalšia bezpečnostná rezerva pod odporúčanými numerickými limitmi pre expozíciu EMP je teda odôvodnená".

Od roku 2007 odporúča najvyššia zdravotnícka rada Ministerstva zdravotníctva v Rakúsku prijať preventívne opatrenia znížením úrovne expozície z RF zariadení, ktoré predstavujú dlhodobú expozíciu ľudí, a to aspoň 100-násobne nižšou úrovňou, než ktorú stanovujú smernice Európskej komisie a vydala pravidlá, ako znížiť individuálne vysoké expozície z mobilných telefónov (41).

Parlamentné zhromaždenie Rady Európy prijalo v máji 2011 správu "Potenciálneho nebezpečenstva elektromagnetických polí a ich vplyvov na životné prostredie" (42). Zhromaždenie odporúča rad preventívnych opatrení pre členské štáty Rady Európy s cieľom chrániť ľudí a životné prostredie, najmä zo strany vysokofrekvenčných elektromagnetických polí: *"Je vhodné prijať všetky primerané opatrenia na zníženie emisií elektromagnetických polí, a to najmä na rádiových frekvenciách mobilných telefónov a obzvlášť u detí a mladých ľudí, ktorí, ako sa zdá, môžu byť najviac ohrození vznikom mozgových nádorov. Venujte zvláštnu pozornosť "elektro-citlivým" jedincem, ktorí trpia syndrómom intolerancie voči elektromagnetickým poliam a zaveďte osobitné opatrenia na ich ochranu, vrátane*

budovania bez-vlnových oblastí, ktoré nie sú pokryté bezdrôtovými sieťami".

Uznávajúc, že pacienti sú nepriaznivo ovplyvnení vystavením sa EMP, Americká akadémia pre environmentálnu medicínu (AAEM) zverejnila v júli 2012 odporúčania týkajúce sa expozície EMP. AAEM vyzvala lekárov, aby zvažili prítomnosť elektromagnetických expozícií v diagnostike a liečbe a uvedomili si, že expozícia EMP "môže byť základnou príčinou ochorenia pacienta". (43)

Belgická vláda od roku 2014 zakázala reklamu na mobilné telefóny pre deti mladšie ako 7 rokov a vyžaduje, aby bola u mobilných telefónov uvedená hodnota Specific Absorption Rate (SAR). Navyše, na predajných miestach musia byť umiestnené viditeľné výstrahy, ktoré upozornia užívateľov na používanie náhlavnej súpravy (slúchadiel s mikrofónom) pre minimalizáciu expozície (44).

V januári 2015 prijal francúzsky parlament komplexný zákon, ktorý chráni verejnosť pred nadmerným vystavením sa elektromagnetickým vlnám. Okrem iného vedie k zákazu používania Wi-Fi v škôlkach a zariadeniach pre deti do 3 rokov veku a umožňuje používať Wi-Fi pripojenie pre deti do veku 11 rokov na základných školách len v špeciálnych prípadoch počas výučby. Verejné priestranstvá pokryté Wi-Fi signálom musia byť jasne označené. V predajniach mobilných telefónov musia byť k tovaru zreteľne uvedené hodnoty SAR. Akákoľvek reklama na mobilný telefón musí obsahovať odporúčania, ako môže jeho užívateľ znížiť svoju RF expozíciu pri hlave, napr. použitím náhlavnej súpravy. Údaje o miestnej úrovni expozície EMP musia byť ľahšie prístupné širokej verejnosti, okrem iného prostredníctvom celoštátnych máp s rozmiestnením vysielačov. Francúzska vláda tiež musela predložiť správu o problematike elektromagnetickej precitlivenosti (EHS) (45).

Do februára 2016 podpísalo 220 vedcov zo 42 krajín medzinárodnú výzvu, predloženú Organizácii spojených národov (OSN) a Svetovej zdravotníckej organizácii (WHO), vyzývajúcu na ochranu pred neionizačným elektromagnetickým žiarením. Výzva sa zameriava na vedecky známe účinky na zdravie a k dnešnému dňu používané medzinárodné smernice komisie ICNIRP, ktoré nemajú dostatočný preventívny efekt. Okrem toho je vo výzve zahrnutých deväť žiadostí, vrátane: "Verejnosť by mala byť plne informovaná o možných zdravotných rizikách elektromagnetickej energie a poučená o stratégii zníženia škodlivosti". "Lekári by mali byť poučení

o biologických účinkoch elektromagnetickej energie a musí im byť poskytnuté školenie o liečbe pacientov s elektromagnetickej precitlivenosťou (EHS)". (46)

V septembri 2015 bola publikovaná Medzinárodná vedecká deklarácia vedeckej komisie o elektromagnetickej precitlivenosti (EHS) a viacnásobnej chemickej citlivosti (MCS) v nadväznosti na 5. parížsky Appeal kongres, ktorý sa konal 18. mája 2015 v bruselskej Royal Academy of Medicine. Vyzýva národné a medzinárodné inštitúcie a organizácie, aby uznali EHS a MCS ako druh ochorenia a nalieha najmä na WHO, aby zahrnula EHS a MCS do medzinárodnej klasifikácie chorôb. Žiada tiež národné a medzinárodné inštitúcie a organizácie, aby prijali jednoduché preventívne opatrenia na prevenciu, na informovanie verejnosti a vymenovali skutočne nezávislé expertné skupiny pre vyhodnotenie týchto zdravotných rizík na základe vedeckej objektivity, čo dnes nie je také samozrejmé. (47)

EMP a rakovina

S výnimkou niekoľkých prieskumov v pracovnom prostredí, samotný epidemiologický výskum EMP sa začal v roku 1979, kedy Wertheimer a Leeper publikovali svoju štúdiu o vzťahu medzi blízkosťou k tzv. pólom elektrických vedení (ELF MP) a výskytom rakoviny v detstve (najmä leukémie a nádorov na mozgu) (48). Súčasne s nimi Robinette a kol. študovali úmrtnosť v kohorte veteránov kórejskej vojny, ktorí boli vyškolení v oblasti vojenských radarov (RF) na začiatku 50-tych rokov (49). Obe štúdie zistili náznaky zvýšeného rizika a začal novú éru štúdií účinkov na zdravie vzťahujúcich sa na vystavenie sa EMP.

Magnetické polia extrémnej nízkej frekvencie (ELF MP)

V nasledujúcich rokoch bolo publikované veľké množstvo výskumov o vzťahu medzi výskytom detskej leukémie a magnetických polí extrémne nízkej frekvencie (ELF MP). Výsledky však boli veľmi rozporuplné, až kým v roku 2000 neboli vykonané dve súhrnné analýzy (50, 51), ktoré obsahujú len málo údajov o nekonzistentnosti a preukazujú zvýšenie rizika leukémie so zvyšujúcou sa priemernou úrovňou expozície nad 0.3 alebo 0.4 μT vzhľadom k priemernej expozícii pod 0.1 μT , avšak bez udania prahovej hodnoty. Na základe týchto zistení Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC) klasifikovala ELF MP v roku 2002 ako karcinogén triedy 2B (možný karcinogén) (30). Do tejto kategórie patrí napríklad aj olovo, DDT, výpary pri zváraní a tetrachlórmetán.

Od toho času boli vypracované ďalšie epidemiologické štúdie, v podstate s rovnakými výsledkami (52, 53). Len jediná štúdia zaznamenala interakciu génového prostredia vo vzťahu k nízkofrekvenčnému magnetickému poľu a to významným zvýšením polymorfizmu DNA-reparačného génu u detí (54). Pri sumarizovaní súvislostí výskytu detskej leukémie a ELF MP dospel Dr. Kundi k záveru, že v epidemiologických štúdiách existujú dostatočné dôkazy o zvýšenom riziku vzniku leukémie u detí z expozície striedavému magnetickému poľu, ktoré nemôžu byť súvisiace s náhodou, odchýlkou alebo omylom. Preto by tieto expozície, v súlade s pravidlami IARC, mali byť klasifikované ako trieda 1 (preukázateľný karcinogén) (55).

V publikácii BioInitiative Report 2012 (56) sa uvádza: *"Deti, ktoré sa zotavujú z ochorenia na leukémiu, majú horšiu prognózu prežitia, ak sa ich domáce expozície ELF MP (resp. expozície tam, kde sa zotavujú) pohybujú v rozmedzí 1 mG [0.1 μ T] a 2 mG [0.2 μ T] v jednej štúdii; viac než 3 mG [0.3 μ T] v inej štúdii"* (56).

Rádiofrekvenčné žiarenie (RF EMP)

Pri skúmaní účinkov rádiových vln a mikrovln bolo nájdených niekoľko mechanizmov, ktoré by mohli byť zodpovedné za karcinogenitu (23). Epidemiologické štúdie, vykonané pred všeobecným nárastom expozície mobilných telekomunikačných zariadení, boli veľmi obmedzené a len pár štúdií bolo uskutočnených v blízkosti rádiových vysielačov, radarových staníc, u profesionálnych expozícií a rádioamatérov. Po zavedení digitálnej mobilnej telefónie sa počet užívateľov mobilných telefónov dramaticky zvýšil a v roku 1990 bolo odporúčané uskutočniť epidemiologické štúdie so zameraním sa na intrakraniálne nádory. Odkedy svoju prvú štúdiu zverejnil v roku 1999 švédsky prof. Lennart Hardell (57), bolo celkom zverejnených asi 40 štúdií. Väčšina týchto štúdií skúmala mozgové nádory, ale aj slinné žľazy, melanóm dúhovky a cievy oka, malígne melanóm kože, nádory nervového plášťa, nádory semenníkov a lymfóm. Mnohé z týchto štúdií nemajú presvedčivé závery, pretože expozičný čas trvania bol príliš krátky. Avšak dva významné výskumy, medzinárodná Interphone štúdia, uskutočnená v 13 krajinách, a švédske štúdie skupiny okolo Dr. Hardella, skúmali významný podiel dlhodobých užívateľov mobilných telefónov a ich výsledky môžu byť v zásade použité na posúdenie rizika. V roku 2011 klasifikovala agentúra IARC rádiofrekvenčné elektromagnetické polia (RF EMP) ako karcinogén triedy 2B, založený na dôkazoch z epidemiologických štúdií a pokusov na zvieratách (24). Následne potvrdili predpoklad príčinného vzťahu medzi užívaním mobilných

telefónov a rakovinou i ďalšie štúdie (58-60). Hardell a Carlberg (61) dospeli k záveru, že RF EMP by mali byť klasifikované ako preukázaný ľudský karcinogén (IARC trieda 1). Dôkazy o príčinnej súvislosti medzi dlhodobým používaním mobilných a bezdrôtových telefónov a vzniku gliómu ďalej pribúdali: štúdia Carlberga a Hardella (62) z roku 2014, ktorá v súvislosti s používaním bezdrôtových telefónov preukázala významne zníženie miery prežitia pacientov s multiformným glioblastómom (astrocytómom IV. stupňa) a následne ďalšie spojené prípadovo-riadené štúdie Hardella a Carlberga (63) z roku 2015, s posúdením latentného obdobia >25 rokov.

To, že aj iné nádory môžu mať vzťah k expozícii EMP, je ilustrované pozorovaním u žien, ktoré nosili mobilný telefón v ich podprsienke počas dlhšieho časového obdobia a neskôr sa u nich vyvinula rakovina prsníka v týchto miestach (64).

Taliansky Najvyšší súd potvrdil predchádzajúce rozhodnutie občianskeho odvolacieho súdu v Brescii (č. 614 z 10. decembra 2009), ktorý rozhodol, že Národný inštitút pre odškodnenie pracujúcich (INAIL) musí odškodniť zamestnanca, ktorému sa vyvinul nádor v hlave na základe dlhodobého intenzívneho používania mobilného telefónu pri práci. Išlo o prípad ipsilaterálneho neurómu trojklaného nervu u zamestnanca, kde bola pracovná expozícia dlhšia ako 10 rokov, s viac než 15 tisíc hodinami strávenými na mobilnom a bezdrôtovom telefóne. Súd uznáva, že *"je pravdepodobné (kvalifikovaná pravdepodobnosť), že RF tu má svoju úlohu, ktorá je aspoň príspevkom k vývoju alebo vzniku nádoru, ktorým subjekt trpel"* (65).

Mnoho moderných zariadení vyžaruje EMP na rôznych frekvenčných pásmach súčasne. Napríklad mobilné telefóny vytvárajú EMP v RF, VLF a ELF frekvenčných pásmach a tiež statické magnetické pole; prehľad pozri tu (23). Preto je dôležité pre posudzovanie vplyvov na zdravie vziať do úvahy kombinovanú expozíciu.

Genotoxické účinky

Genotoxické účinky EMP, zaoberajúce sa poškodením DNA, mutáciami, chromatinovou štruktúrou a opravami DNA, boli len nedávno preskúmané skupinou Henryho Laia v správe Bioinitiative (66) a pracovnou skupinou IARC pri posudzovaní RF karcinogenity (24). V asi polovici dostupných štúdií sa zistila genotoxicita (pozitívne reporty), v ostatných nie (negatívne reporty) (23). Za zmienku stojí fakt, že podobný pomer kladných a záporných RF reportov bol zaznamenaný pri iných biologických záveroch (67-69). Evidentným dôvodom pre

tieto potenciálne nezrovnalosti je silná závislosť EMP účinkov na sériu fyzikálnych a biologických parametrov, ktoré sa v štúdiách významne odlišovali. Tieto závislosti boli stanovené pre ELF účinky (70-72) a RF účinky (24, 27).

Medzi ďalšie parametre patrí napr. individuálna variabilita v odozve chromatinu na ELF MP v ľudských lymfocytoch, čo by mohlo naznačovať výraznejšiu odpoveď v bunkách u elektro-citlivých (EHS) osôb (72). Tá istá výskumná skupina vykonávala porovnávacie štúdie na genotoxicitu s bunkami od EHS pacientov a s bunkami dokonale zladených kontrolných jedincov (73-75). Testovali reakcie lymfocytov na RF z mobilných telefónov GSM (915 MHz) a nízkofrekvenčných magnetických polí (50 Hz). Proteín 53BP1, ktorý sa podieľa na tvorbe opravy DNA v mieste s dvojitým zlomom (DSB), bol analyzovaný imunofarbením in situ. Vystavenie sa buď 915 MHz alebo 50 Hz výrazne kondenzovalo chromatin a inhibovalo opravu DNA. Indukované odpovede lymfocytov na stresovú reakciu vyvolanú tepelným šokom EMP u zdravých jedincov a jedincov s EHS boli podobné, ale nie identické. Efekty GSM na chromatin a opravy DNA ložísk v lymfocytoch boli následne potvrdené u jedincov s EHS (74, 75). Aj keď bola pozorovaná istá variabilita, účinky RF mobilných telefónov silno záviseli na nosnej frekvencii / frekvenčnom kanáli (74-77). Bez ohľadu na typ buniek (ľudské lymfocyty, fibroblasty alebo kmeňové bunky), účinky na frekvencii 905 MHz (GSM kanál 74) na opravy DNA ložísk a chromatin boli súhlasne nižšie v porovnaní s účinkami na 915 MHz (GSM kanál 124). Údaje tiež naznačujú silnejšie účinky expozície RF z mobilného telefónu v režime UMTS (3G) na frekvencii 1947.4 MHz. Tieto údaje poskytli dôkazy o tom, že rôzne frekvenčné kanály rôznych typov mobilných komunikačných technológií by mali byť testované samostatne, v provokačných štúdiách u jedincov trpiacich EHS. Zatiaľ čo zistené boli určité drobné rozdiely, veľmi podobné ELF / RF účinky boli pozorované v bunkách u EHS jedincov a jedincov v zodpovedajúcej kontrolnej skupine. Je pravdepodobné, že kompenzačné reakcie v zložitejšej biologickej štruktúre, akou sú napríklad reakcie tkanív, orgánov a orgánových systémov, sú menej účinné u osôb s EHS, čím sa vytvorí pevnejšie spojenie bunkovej odpovede na EMP s príznakmi precitlivenosti.

Neurologické účinky EMP

Neurologické a behaviorálne účinky boli medzi prvými témami výskumu o možných nepriaznivých účinkoch ELF rovnako ako RF elektromagnetických polí (78, 79). Čo sa týka epidemiologického dôkazu, viac ako desať

rokov pred vplyvnými publikáciami Wertheimerma a Leepera (48), Haynal a Reglami zaznamenali ešte v roku 1965 približne štvornásobne vyššie zastúpenie v histórii zamestnaní v elektrotechnickom priemysle u pacientov s amyotrofickou laterálnou sklerózou (ALS) v porovnaní s kontrolnou skupinou (80).

Funkčné, morfológické a biochemické zmeny na bunkovej, tkanivovej a telesnej úrovni organizmu, rovnako ako zmeny v správaní, boli skúmané v experimentálnych podmienkach a epidemiológia posúdila súvislosť medzi profesijnou a rezidenčnou expozíciou EMP a neurodegeneratívnymi ochoreniami, ako aj neurologické symptómy.

Výskum ukázal, že EMP (RF a ELF), majú škodlivé účinky na mozgové neuróny a fungovanie mozgu (81). Epidemiologické výskumy tiež ukázali zvýšené riziko Alzheimerovej choroby a demencie z profesijných a rezidenčných expozícií ELF.

Neurologické účinky rádiofrekvenčného žiarenia (RF)

Skoršie štúdie RF je ťažké posúdiť, pretože opisy podmienok expozície sú pre odvodenie príslušných dozimetrických veličín často nedostatočné. Už v roku 1932 Schliephake (82) popísal efekty, ktoré sa považujú za netermálne: *"Es treten Erscheinungen auf, wie wir sie bei Neurasthenikern zu sehen gewohnt sind: Starke Mattigkeit am Tag, dafür in der Nacht unruhiger Schlaf, zunächst ein eigenartig ziehendes Gefühl in der Stirn und Kopfhaut, Dann Kopfschmerzen, die sich immer mehr steigern, bis zur Unerträglichkeit. Dazu Neigung zu depressiver Stimmung und Aufgeregtheit."*

("Ide o fenomén, ktorý môžeme vidieť u neurastenikov: výraznejšia únava počas dňa, ale nepokojný spánok v noci, na počiatku zvláštny pocit ťahania za čelo a vlasovú pokožku, neskôr bolesti hlavy, ktoré sa zhoršujú nad limit tolerancie. Okrem toho tendencia k depresívnym náladám a nepokoju.")

Takéto príznaky, nie nepodobné tým, ktoré boli neskôr zhrnuté do mikrovlnného syndrómu alebo syndrómu rádiových vln, boli nájdené u značného percenta exponovaných pracovníkov v Sovietskom zväze (83) a tiež u jednotlivcov, charakterizovaných ako elektrohypersenzitívnych (pozri nižšie).

Experimentálny výskum u ľudí bol pred príchodom digitálnej mobilnej telefónie zanedbateľný. Od prvých štúdií (84, 85) na elektrické aktivity mozgu bola zostavená veľká základňa poznatkov, ktorá označuje jemné zmeny vo funkcii CNS pred a počas krátkodobého pôsobenia rôznych druhov RF. Experimentálne výskumy boli prevažne o účinkoch na výkonové EEG spektrum

(napr. 86-96), evokované potenciály (napr. 97-104), spánok (napr. 105-119) a kognitívne funkcie (napr. 120-131). Niekoľko výskumov bolo zameraných na účinky na metabolizmus glukózy (132, 133) a regionálneho prietoku krvi mozgom (134, 135), či používanie pozitronovej tomografie. Štúdie na zvieratách sa vzťahujú na celý rad aspektov správania, od učenia a pamäti (napr. 136-141) po úzkostné správanie (142).

Reakcie CNS na RF nie je obmedzená na prítomnosť expozície, ale trvá po určitú dobu po expozícii, takže krátkodobé krížové štúdie nie sú veľmi informatívne. Umiestnenie expozície by mohlo mať za určitých okolností význam, ale často sú účinky po unilaterálnej expozícii bilaterálne, čo naznačuje zapojenie subkortikálnej štruktúry. Účinky na spánok môžu závisieť na individuálnych vlastnostiach, ktoré viedli k záveru, že konfliktne výsledky nie sú presvedčivé dôkazy proti účinku (113). Impulzné RF sú účinnejšie ako kontinuálne vlny, ale existujú dôkazy, že sú dôležité i vlastnosti prostredia, vrátane charakteristiky RF poľa a jeho modulácie.

V aktualizovanej správe BioInitiative z roku 2012 zhrnul Henry Lai experimentálne dôkazy takto (143): *"Takmer všetky štúdie na zvieratách preukázali účinky, zatiaľ čo iné štúdie na ľuďoch hlásili žiadne účinky než nejaké účinky. Toto môže byť spôsobené niekoľkými možnými faktormi:*

- a) *Ľudia sú menej citliví na účinky RFR, než hlodavce.*
- b) *Je ťažšie vykonávať experimenty na ľuďoch než na zvieratách, pretože je všeobecne ľahšie kontrolovať premenné a mätúce faktory v experimente na zvieratách.*
- c) *Štúdie na zvieratách používajú celkový čas expozície všeobecne dlhší a štúdie sú vykonané po expozícii, zatiaľ čo v štúdiách na ľuďoch je expozícia uskutočnená jednorazovo a testovanie vykonané počas expozície. To vyvoláva otázku, či sú účinky RFR kumulatívne".*

Neurologické účinky elektromagnetických polí extrémne nízkych frekvencií (ELF EMP)

Neurofyziologické skúmanie ELF EMP začalo v roku 1970. Štúdia mozgového tkaniva kurčiat a mačiek (napr. 144-146) odhalila, že účinok majú aj slabé ELF EMP a ELF modulované RF polia, ktoré závisia na intenzite a frekvencii (tzv. okenné účinky). Adey v roku 1981 vo svojej práci spomenul (147), že tieto účinky, v dôsledku primárnej interakcie elektromagnetických polí na povrchu bunkovej membrány, indukujú kaskádu vnútrobunkových procesov. Tento skorý predpoklad bol potvrdený nedávnou štúdiou na rôzne transmitterové

receptory v mozgu, akým je N-metyl-D-aspartátový receptor, dopamín a receptory serotonínu (napr. 148-151). Niektoré z týchto novších štúdií tiež hlásili účinky na vývoj neurónov u potkanov, závislé od frekvencie, ako aj od intenzity (152).

Behaviorálne účinky ELF EMP boli v roku 1970 a 1980 skúmané na pomerne vysokých úrovniach (napr. 153, 154), zatiaľ čo nedávne štúdie skúmali efekty expozične nízkych úrovní a skúmali účinky správania sa na rôznych úrovniach zložitosti. Medzi nich patria: zmeny v lokomočných aktivitách (napr. 148, 149, 155, 156), úzkosť (napr. 157-159) a depresívne správanie (160, 161) *"...pretože rôzne účinky na správanie boli pozorované u rôznych expozičných podmienok, druhu zvierat a testovacích vzorkách, ktoré poskytujú najjasnejší dôkaz, že expozícia ELF EMP môže mať vplyv na nervový systém"*. (Lai, 2012, BioInitiative Report, section 9, Evidence for effects on neurology and behavior effects, 143). Podobne aj u ľudí boli zaznamenané účinky už na nízkej expozičnej úrovni (napr. 162 až 164).

Neurodegeneratívne ochorenia

Najrozšírenejším neurodegeneratívnym ochorením je Alzheimerova choroba s odhadom 45 miliónov pacientov na celom svete v roku 2015, nasledovaná Parkinsonovou chorobou, Huntingtonovou chorobou, amyotropickou laterálnou sklerózou (ALS) a ďalšími motoneuronovými ochoreniami (MND). Patofyziológia týchto chorôb nie je k dnešnému dňu úplne pochopená. U mnohých z týchto ochorení hrajú svoju úlohu zostavy atypických bielkovín, mitochondriálna dysfunkcia, programovaná bunková smrť a niektoré genetické zmeny. Niektoré takéto zmeny môžu byť dôsledkom oxidačného stresu (viď nižšie), narušením homeostázy vápnika a narušením intracelulárnych signálnych dráh. Existuje teda teoretická možnosť, že EMP by mohli prispieť k riziku vzniku týchto chorôb. Od roku 1980 bolo uskutočnených viac ako 30 epidemiologických štúdií, hodnotiacich možný vzťah medzi expozíciou ELF EMP a neurodegeneratívnym ochorením. V posledných rokoch bolo publikovaných niekoľko meta-analýz. Pokiaľ ide o Parkinsonovu chorobu, existuje len málo dôkazov o prepojení (165). Pokiaľ ide o ALS, Zhou a kol. (166) zhrnuli svoje výsledky takto: *"Hoci existuje potenciálne obmedzenie selekcie štúdií pre zaujatost', chybnú klasifikáciu expozície a zmätočný účinok v jednotlivých štúdiách tejto meta-analýzy, naše údaje naznačujú mierne, ale za to významné zvýšenie rizika ALS medzi pracovníkmi spojenými s relatívne vysokými úrovňami expozície ELF EMP."* Výskum skupiny Vergara a kol. prišiel k inému záveru (167): *"Naše výsledky nepodporujú expozíciu MP (magnetických polí) ako vysvetlenie pozorovanej asociácie medzi profesijnými titulmi a MND"*. Tento

nesúlady je možné vysvetliť diskrimináciou medzi jednotlivými metódami posudzovania koncových bodov (výskyt, rozšírenie alebo údaje úmrtnosti) a potenciálom pre nesprávne klasifikácie vzhľadom k rôznym zdrojom použitých expozičných údajov. Ak sú tieto faktory brané do úvahy, existuje pevný vzťah medzi ELF EMP z expozície na pracovisku a ALS/MND a niekoľko štúdií o rezidenčnej expozícii je tiež v súlade so zvýšeným rizikom z pôsobenia ELF MP (168).

Hematoencefalická mozgová bariéra

Všetky látkové výmeny medzi krvou a mozgom sú prísne regulované hematoencefalickou mozgovou bariérou (BBB). BBB zabraňuje vnikaniu rôznych molekúl z krvi do mozgu a naopak. Zvýšenie inak normálne nízkej priepustnosti BBB hydrofilnými a nabitými molekulami môžu byť potenciálne škodlivé. Kým údaje o ELF účinkoch sú veľmi riedke, niekoľko výskumných skupín sa zameralo na otázku, či má RF vplyv na BBB (169 až 171). Aj keď niektoré štúdie BBB hlásili negatívne závery, iné štúdie, vrátane replikovaných štúdií na potkanoch švédskej skupiny Leif Salford a Bertil Persson zistili, že RF z mobilných telefónov môže mať vplyv na BBB za určitých podmienok expozície (171). Novšie štúdie, ktoré poukazujú na EMP efekty pri špecifických podmienkach expozície (150, 172, 173) a nevykazujú vplyv na BBB za iných podmienok (174), sú v súlade s týmto predpokladom.

EMP, reprodukcia a neplodnosť

Neplodnosť a iné reprodukčné poruchy sú vo výskyte na vzostupe. Na základe správy BioInitiative (175) by malo dôjsť k záveru, že muži, ktorí používajú, ale najmä tí, ktorí nosia mobilný telefón alebo pager na svojom opasku alebo vo vrecku nohavíc, vykazujú nepriaznivý vplyv na kvalitu spermií, ich pohyblivosť a patológiu. Používanie mobilného telefónu, vystavenie sa radiácii mobilného telefónu, alebo uchovávanie mobilného telefónu v blízkosti semenníkov mužov ovplyvňuje počet spermií, pohyblivosť, životaschopnosť a štruktúru (176-184). Štúdie na zvieratách preukázali oxidačné a DNA poškodenie, patologické zmeny v semenníkoch zvierat, zníženu pohyblivosť a životaschopnosť spermií a ďalšie poškodenia samčej zárodočnej línie (182, 185-188).

Na svete sú aj niektoré štúdie nepriaznivých pôrodných výsledkov u žien vystavených EMP. Prípadová štúdia (189) a skupinová populačná štúdia (190) z Kalifornie preukázala súvislosť medzi potratom a maximálnymi hodnotami nameranými počas 24 h na tele pomocou dozimetra magnetického poľa.

Elektromagnetická precitlivosť (EHS)

Stále väčší počet ľudí je vo svojom každodennom živote neustále vystavených zvyšujúcej sa hladine kombinácie statického poľa, ELF a VLF poľa (veľmi nízkych frekvencií, všeobecne od 3 kHz do 3 MHz, v podrobných podmienkach od 3 kHz do 30 kHz) elektrického a magnetického a tiež vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa. Tieto ožiarovania sú z rôznych druhov signálu, rôznej intenzity a technických aplikácií počas rôznych časových úsekov. Všetky tieto polia sú zhrnuté pod pojem EMP, hovorovo len "elektrosmog".

Niektoré historické príklady EHS sú už od roku 1932 (82, 83) uvedené v kapitole "Neurologické účinky rádiových žiarení".

Vo švajčiarskom dotazníkovom prieskume z roku 2001, ktoré bolo určené osobám s osobitnými zdravotnými problémami pri expozícii EMP, z 394 respondentov 58% priznalo problémy so spánkom alebo jeho poruchami, 41% trpí bolesťami hlavy, 19% nervozitou, 18% únavou a 16% ťažkosťami s koncentráciou. Respondenti pripísali svoje príznaky napríklad základným staniciam mobilnej telefónnej siete (74%), mobilným telefónom (36%), bezdrôtovým telefónom (29%) a vysokonapäťovým elektrickým vedeniam (27%). Dve tretiny respondentov museli prijať opatrenia na zoslabenie ich príznakov, z ktorých najčastejšie bolo zabránenie expozícii (191).

V roku 2001 sa v interdisciplinárnom pilotnom projekte na environmentálnu medicínu v Bazileji zúčastnilo 63 osôb, ktorí prisudzovali svoje zdravotné problémy environmentálnej expozícii. Interdisciplinárny tím odborníkov zhodnotil jednotlivé príznaky medicínskym, psychologicko-psychiatrickým a environmentálnym vyšetrením, vrátane návštev a meraní v domácich podmienkach pacientov. U 25 osôb s EHS, skupina odborníkov potvrdila skutočnosť, že u jednej tretiny z nich bol vierohodne uvedený aspoň jeden symptóm v súvislosti s elektrosmogom, hoci expozícia EMP bola v súlade so švajčiarskymi normami. Experti prišli k záveru, že pacienti s diagnózou EHS by mali byť riešení medicínsky, psychologicky a environmentálne (192, 193).

Dotazníkový prieskum Fínov (n = 206), ktorí sa označovali za EHS, odhalil, že najčastejšie príznaky sa týkali nervového systému: napätie (60%), poruchy spánku (59%) a únava (57%). Zdroje, ktoré boli najčastejšie hlásené ako príčina EHS: osobné počítače (51%) a mobilné telefóny (47%). U 76% účastníkov pomohlo zníženie expozície alebo vyhýbanie

sa elektromagnetickým poliam v ich úplnom alebo čiastočnom zotavení (194).

Reprezentatívny telefonický prieskum (n = 2048; vek >14 rokov), uskutočnený vo Švajčiarsku v roku 2004, poskytol 5% údaj o početnosti (95% CI 4% až 6%) jedincov, ktorí trpia príznakmi pripisovanými elektrosmogu, teda EHS. U n = 107 EHS osôb boli najčastejšími príznakmi problémy so spánkom (43%), bolesti hlavy (34%) a problémy so sústredením (10%). Je pozoruhodné, že iba 13% navštívilo s problémom svojho praktického lekára. Jedinci s anamnézou príznakov EMP z minulosti popísali ako odpoveď na prijaté opatrenia "vypnutý zdroj" trikrát častejšie, než tí, ktorí ešte stále mali príznaky (195).

Zo švajčiarskeho dotazníkového prieskumu všeobecných lekárov z roku 2005 vyplynulo, že dve tretiny lekárov sa so symptómami prislúchajúcich k EMP stretlo najmenej raz za rok. 54% lekárov posúdilo vzťah ako zodpovedajúci. Lekári prostredníctvom tohoto dotazníka požiadali o všeobecnejšie informácie o vzťahu EMP ku zdraviu a inštrukcie, ako sa vysporiadať u pacientov s diagnózou EHS (196).

V inom prieskume, nariadenom švajčiarskou federálnou vládou a vykonanom na univerzite v Berne v roku 2004, švajčiarski lekári, pracujúci s doplnkovými diagnostickými a terapeutickými nástrojmi, hlásili, že 71% vyšetrení súvisí s EMP. Pozoruhodné je, že nielen pacienti, ale najmä lekári mali podozrenie na možnú súvislosť medzi chorobou a EMP. Zníženie počtu alebo odstránenie zdrojov z okolia pacienta je hlavným terapeutickým nástrojom pri liečbe symptómov súvisiacich s EMP (197).

Prieskum rakúskych lekárov priniesol podobné výsledky. Z prieskumu bolo cítiť významný rozdiel medzi názormi jednotlivých lekárov a národnými a medzinárodnými hodnoteniami zdravotných rizík. 96% lekárov do určitej miery verí alebo je úplne presvedčených, že elektromagnetické polia hrajú dôležitú úlohu v oblasti environmentálneho zdravia (198).

V prieskume, ktorý bol v roku 2009 vedený na japonskej skupine jedincov s EHS a viacnásobnou chemickou citlivosťou (MCS) (n = 75), 45% respondentov malo EHS ako lekársku diagnózu a 49% sa považovalo za EHS. Každý druhý respondent bol medicínsky diagnostikovaný ako MCS (49%) a 27% z nich popísalo samo seba ako MCS. Hlavnými súvisiacimi príznakmi pre EHS boli únava, bolesti hlavy, problémy s koncentráciou, poruchy spánku a závraty. Najčastejšími príčinami boli základňové stanice,

mobilné telefóny iných osôb, počítače, elektrické vedenia, televízia, vlastný mobilný telefón, verejná doprava, bezdrôtový telefón, klimatizácia a auto. Spočiatku boli podozrivé zdroje EMP pre EHS len základňové stanice, počítače, elektrické domáce spotrebiče, zdravotnícke zariadenia, mobilné telefóny, elektrické vedenie a indukčné sporáky (199).

V roku 2010 Khurana a kol. oznámili, že osem z desiatich epidemiologických štúdií, ktoré hodnotili zdravotné účinky základňových staníc mobilnej telefónnej siete, preukázali zvýšený výskyt nežiaducich neurobehaviorálnych príznakov alebo rakoviny v populácii, žijúcej vo vzdialenosti do 500m od základňových staníc. Žiadna zo štúdií nezistila úroveň expozície nad prijatými medzinárodnými odporúčanými limitmi, čo naznačuje, že súčasné odporúčané limity môžu byť nedostatočné pre ochranu zdravia obyvateľstva (200).

Carpenter v roku 2015 zaznamenal (201), že v skupine zdravých ľudí sa EHS vyvinula po krátkej, vysokej intenzite ožiarenia mikrovlnným žiarením. Typické príznaky zahŕňali napríklad chronické bolesti hlavy, podráždenosť a emočnú labilitu, zníženie libida a problémy s pamäťou, čo u niektorých pacientov pretrvávalo niekoľko rokov.

Hedendahl a kol. (19) popísal prípad dvoch 15-ročných študentov a 47-ročnej učiteľky, ktorí mali zdravotné problémy, akými sú bolesti hlavy, problémy s koncentráciou, tachykardia, zlá pamäť alebo závrat, pokiaľ boli vystavení technológii Wi-Fi v škole. Tento konkrétny príklad upozorňuje na potenciálne dopady na zdravie z rastúcej RF expozície študentov a učiteľov technológiou Wi-Fi.

Otázka, či má EHS kauzálnu súvislosť s expozíciou EMP, je veľmi kontroverzná. Na jednej strane, lekári posudzujú príčinnú súvislosť EMP expozícií na základe hlásených prípadov ako vierohodnú, na druhej strane, národné a medzinárodné hodnotenia zdravotných rizík väčšinou tvrdia, že neexistuje žiadna príčinná súvislosť, pretože provokačné slepé štúdie v kontrolovaných podmienkach väčšinou nepreukážu účinky. Tieto slepé štúdie však majú závažné nedostatky, ktoré treba riešiť: jednorazová expozícia a často zanedbávané efekty po expozícii; krátkodobé trvanie expozície; predstieraná expozícia často za podmienok, ktoré mohli vyvolať excitáciu u citlivých jedincov; časový rámec a nedbalé podmienky časového výskytu symptómov a ich vymiznutia; účasť osôb s príznakmi EHS bez medicínskeho posudku.

Svetová zdravotnícka organizácia nehodnotí EHS ako diagnózu a odporúča, aby sa lekári pri liečbe postihnutých jedincov zamerali na zdravotné príznaky a klinický obraz a nie na potrebu pacienta znížiť alebo odstrániť EMP na pracovisku alebo doma (202). Podľa existujúcich dôkazov a praktických znalostí tento pohľad ignoruje existenciu príčinného prístupu; pozri tiež (203).

Dokument "Elektromagnetická precitlivenosť: Skutočnosť, alebo fikcia" od GENUIS a Lipp (204) ponúka inštruktívny prehľad štúdií o EHS z posledných desaťročí, vrátane historických mŕŕnikov, recenzií, patogenézy, biochemických markerov, terapeutického vedenia, rovnako ako diskusie o legitimitě, nazývanej EHS.

Z tvárových vzoriek kože u EHS osôb bolo zistené, že došlo k zvýšeniu výskytu mastocytov (205). Z tejto a ďalších skorších štúdií, kedy sa často EHS prejavila počas expozície EMP zo starších katódových obrazoviek (CRT), sa ukázalo, že v skupine EHS osôb je počet mastocytov zvýšený a model ich distribúcie je odlišný. Cytoplazmatické granule boli hustejšie rozdelené a silnejšie farbené než v kontrolnej skupine. Tiež veľkosť infiltrujúcich mastocytov bola väčšia. Je potrebné poznamenať, že rozdiely podobnej povahy boli neskôr preukázané v experimentálnej situácii, za použitia normálnych zdravých dobrovoľníkov a použitím CRT monitorov a televíznych prijímačov v bežných domácnostiach (206).

Francúzska výskumná skupina pod vedením Belpommeho (207) prospektívne od roku 2009 zisťovala počet klinicky a biologicky samo-nahlásených prípadov EHS a/alebo MCS v snahe stanoviť objektívne diagnostické kritériá a objasniť patofyziologické aspekty týchto dvoch porúch. Na základe prešetrenia 727 prípadov vyplynulo množstvo nových a dôležitých poznatkov, napr.:

- A. Žiaden z doposiaľ identifikovaných biomarkerov v štúdiu nebol špecifický pre EHS a/alebo MCS.
- B. Niekoľko markerov, ako histamín, nitrotyrozín a cirkulujúce protilátky proti O-myelínu, bolo zvýšených. Pomer melatonín / kreatinín v moči bol za 24 h znížený.
- C. EHS a MCS sú originálne somatické patologické subjekty.
- D. Pod vplyvom EMP a/alebo rôznych chemických substancií môže dôjsť k mozgovej hypoperfúzií/hypoxii, súvisiacej s neuroinflamáciou.
- E. U pacientov s EHS a/alebo MCS môže byť zvýšené riziko chronických neurodegeneratívnych ochorení a rakoviny.

Kým štúdie Regel a kol. z roku 2006 (208) neopísali žiadne účinky expozície, dve provokačné štúdie o expozícii na signály základňových staníc telekomunikačnej siete (GSM, UMTS alebo oboch) u EHS jednotlivcov a ich kontrolných skupín zistili významný pokles pohody po expozícii UMTS u citlivých jedincov (209, 210). Väčšina tzv. provokačných štúdií o EHS nevykazuje žiadne účinky. Avšak všetky tieto štúdie používajú veľmi obmedzený počet podmienok expozície a väčšina z nich má metodologické nedostatky. Berúc do úvahy silnú závislosť EMP účinkov na rôznych fyzikálnych a biologických veličinách (27), dostupné provokačné štúdie je z vedeckého hľadiska ťažké interpretovať a v skutočnosti nie sú vhodné pre vyvrátenie príčinnej súvislosti.

Vo vedeckej literatúre pribúdajú dôkazy o rôznych subjektívnych aj objektívnych fyziologických zmenách, napr. variabilite srdcového rytmu (HRV), o ktorých niektoré osoby s EHS vyhlasujú, že nimi trpia po expozícii určitými frekvenciami RF, akými sú DECT alebo Wi-Fi (211-215). Analýza dostupných údajov o expozícii u ľudí, ktorí žijú v blízkosti základňových staníc telekomunikačnej siete, priniesla jasné údaje o nežiaducich účinkoch na zdravie, akými sú únava, depresia, ťažkosti s koncentráciou, bolesti hlavy, závraty, atď. (216-220). Synopsie 30 štúdií o základňových staniach mobilnej telekomunikačnej siete sú uvedené v dokumente "Leitfaden Senderbau" (221).

Rezidenčné EMP expozície vo frekvenčnom pásme VLF sú často vysoké kvôli prítomnosti "špinavej energie" / "špinavej elektriny", pochádzajúce z napätia a/alebo prúdových odchýlok z rôznych zdrojov, akými sú elektronické spínané zdroje pre televízory, monitory, počítače, motorové pohony, invertory, stmievače, kompaktné žiarivky (CFL), ovládače zariadení s fázovým posunom, rovnako ako iskrenie od spínacích operácií a elektromotory s komutátormi. Elektromagnetické vlny v kHz pásme/prechodové javy „cestujú“ elektrickým vedením a uzemňovacími systémami (emisie vedením) a vyžarujú elektrické a/alebo magnetické pole do voľného priestoru, čo vedie k rezidenčným expozíciám v okolí.

Prvé epidemiologické dôkazy radia „špinavú elektrinu“ medzi pôvodcov civilizačných chorôb vrátane rakoviny, kardiovaskulárnych chorôb, cukrovky, samovrážd a hyperkinetickej poruchy u ľudí (222).

Zatiaľ čo závislosť ELF účinkov od lokálnych magnetických polí bola preukázaná mnohými výskumnými skupinami (13, 223), existuje tiež niekoľko štúdií, ktoré preukazujú, že RF efekty sú tiež závislé

na nepatrných zmenách miestneho statického magnetického poľa. Podľa posudku Belyaeva (224) bolo navrhnuté, aby sa k týmto účinkom brali do úvahy aj fyzikálne mechanizmy (225). Mierne zmeny miestneho statického magnetického poľa (do 10 μ T), ktoré sú zvyčajne pozorovateľné v kanceláriách a domácnostiach v dôsledku prítomnosti feromagnetických predmetov, sú hlásené ako faktor zvýraznenia biologických účinkov, čo zodpovedalo predpovediam vyplývajúcich z mechanizmu interferencie iónov, Binhi (226).

Dňa 8. júla 2015 rozhodol súd vo francúzskom Toulouse v prospech ženy s diagnózou syndrómu "hyper-citlivosti k elektromagnetickému žiareniu" a stanovil jej zdravotné postihnutie s 85% závažnosťou a trvalým obmedzením prístupu k zamestnaniu (227).

Prvá biela zóna s nízkou intenzitou EMP vznikla v júli 2009 vo francúzskom Drôme (228). V Rakúsku bola v roku 2015 tímom architektov, odborníkmi stavebnej biológie a odborníkmi na environmentálnu medicínu navrhnutá výstavba viacgeneračného rodinného domu na zabezpečenie trvalo udržateľného zdravého životného prostredia. Obe, vonkajšie a vnútorné prostredie, boli explicitne vybrané a navrhnuté tak, aby spĺňali požiadavky nízkych intenzít EMP polí (229). Implementácia bielych EMP zón s nízkou intenzitou pre elektrocitlivých jednotlivcov je záujmom v mnohých krajinách. Realizácia týchto projektov závisí vo veľkej miere na porozumení, poznaní a tolerancii členov zvolenej komunity.

Možný mechanizmus EHS

Na základe vedeckej literatúry o interakciách EMP s biologickými systémami môžeme nájsť niekoľko mechanizmov (14, 13, 22, 26). Pravdepodobný mechanizmus je na intracelulárnej a medzibunkovej úrovni, napríklad interakcia prostredníctvom tvorby voľných radikálov alebo oxidatívny a nitrosatívny stres (230-238). V mnohých reportoch posudzovaných Georgiu (15) sa ukázalo, že reaktívne formy kyslíka (ROS) môžu byť zapojené do párových radikálových reakcií; takže radikálové páry môžu byť považované za jeden z mechanizmov transdukcie, schopnej iniciovať EMP-indukovaný oxidatívny stres. Množstvu zmien, pozorovaných v bunkách, ktoré boli vystavené RF poliam, bolo možné predísť (pred)liečbou antioxidantmi a lapačmi radikálov (24). Nakoľko údaje by mali byť z rôznych štúdií interpretované opatrne, s ohľadom na rozdiely vo fyzikálnych a biologických parametroch, väčšina štúdií preukázala účinky ELF a RF na oxidatívny stres (239).

V IARC Monografii sa uvádza: "...i malý vplyv na koncentráciu radikálov by mohol mať vplyv na viacero biologických funkcií", strana 103 (24).

Yakymenko a kol. (238) zhrnuli aktuálne dôkazy: *"Analýza recenzovanej vedeckej literatúry, ktorá je k dispozícii v súčasnej dobe, odhaľuje molekulárne účinky vyvolané nízkou intenzitou RFR v živých bunkách; to zahŕňa významnú aktiváciu kľúčových dráh, generujúcich reaktívne formy kyslíka (ROS), aktiváciu peroxidácie, oxidačné poškodenia DNA a zmeny v aktivite antioxidantných enzýmov. To znamená, že v súčasnosti spomedzi 100 dostupných recenzovaných štúdií, zaoberajúcich sa oxidačnými účinkami nízkej intenzity RFR, 93 všeobecne potvrdilo, že RFR indukuje oxidačné účinky v biologických systémoch. Široký patogénny potenciál indukovaného ROS a jeho zapojenie v bunkových signálnych dráhach vysvetľuje celý rad biologických/zdravotných účinkov nízkej intenzity RFR, medzi ktoré patrí aj rakovina a nerakovinové patológie".*

Recenzie podľa Palla (12, 16, 240) poskytujú dôkazy o priamej interakcii medzi statickými a časovo premennými elektrickými poľami, statickými a časovo premennými magnetickými poľami a elektromagnetickým žiarením s napäťovo riadenými vápnikovými kanálmi (VGCCs). Zvýšená koncentrácia intracelulárneho Ca^{2+} , produkovaná aktiváciou VGCC, môže viesť k viacerým regulačným odpovediam, vrátane zvýšenia hladiny oxidu dusnatého, produkovaného prostredníctvom pôsobenia dvoch syntáz, nNOS a eNOS, závislých od Ca^{2+} /oxidu dusnatého. Vo väčšine patofyziologických kontextov, oxid dusnatý reaguje s peroxidom a tvorí peroxydusitan, silné antiradikálne oxidačné činidlo, ktoré môže produkovať radikálne produkty, vrátane hydroxyly a radikálov NO_2 .

Peroxydusitan je najničivejšou molekulou, ktorá sa objavuje počas metabolizmu v našom tele. Aj keď to nie je voľný radikál, peroxydusitan je oveľa viac reaktívny, než jeho pôvodné molekuly NO a O_2 . Počas rozpadu peroxydusitanu je pomerne dlhý (10 až 20 ms), dostatočný na to, aby prešiel cez biologické membrány, rozptýlil sa na jeden až dva priemery buniek, dostal sa do významných interakcií s mnohými kritickými biomolekulami a štruktúrami (bunkové membrány, jadro DNA, mitochondriálna DNA, bunkové organely) a ovplyvnil veľký počet základných metabolických procesov (225). Zvýšené koncentrácie oxidu dusnatého, tvorba peroxydusitanu a indukcia oxidatívneho stresu môže byť spojená s chronickým zápalom, poškodením mitochondriálnej funkcie a štruktúry, ako aj stratou

energie, napríklad prostredníctvom zníženia adenozintrifosfátu (ATP).

Významný nárast 3-nitrotyrozinu bol pozorovaný v pečeni krýs Wistar, vystavených ELF, čo poukazuje na zhoršujúci sa účinok na bunkové proteíny, z dôvodu možného vzniku peroxydusitanu (241). U 259 testovaných osôb s EHS sa v 30% prípadoch zistilo zvýšenie nitrotyrozinu ($>0.9 \mu\text{g/mL}$) (207).

Štúdia De Luca a kol. z roku 2014, s účasťou 153 osôb s EHS a 132 osôb v kontrolnej skupine, ukázala metabolické pro-oxidačné/pro-zápalové zmeny u EHS osôb, akými sú znížená aktivita erytrocytickej glutatiónovej S-transferázy (GST), znížená hladina redukovaného glutatiónu (GSH), zvýšená aktivita erytrocytickej glutatiónovej peroxidázy (GPX), zvýšený pomer oxidovaného CoQ10/celkového Q10 koenzýmu v plazme a 10-krát vyššie riziko spojené s EHS pre detoxikačné enzýmy glutatiónu S-transferázy haplotypu variácií (null) GSTT1 + (null) GSTM1 (242).

Význam ATP bol preukázaný u chronického únavového syndrómu (CFS) (243) a pri riadení stresu (244). Títo pacienti popisujú rovnaké príznaky ako tí, ktorí trpia CMI (chronickým multisystémovým ochorením). To by mohlo naznačovať podobnosti v ich patologických mechanizmoch. Podobné poruchy expresie neurotransmitterov boli opísané u pacientov s chronickou expozíciou elektromagnetickým poliam (245), rovnako ako u pacientov s CMI (232, 246).

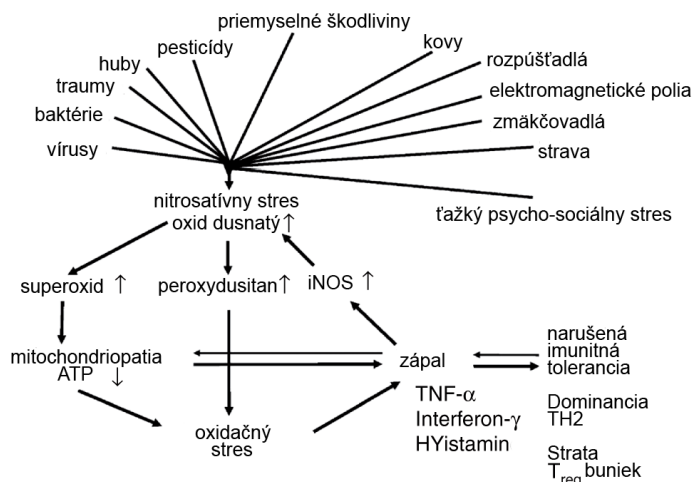
Redmayne a Johansson vo svojej štúdi (247) navrhli, aby sa preskúmala možná spojitosť medzi expozíciou RF a integritou myelínu pomocou klasických imunohistochemických markerov pre zdravý a degenerovaný myelín, resp. Schwannove bunky všeobecne.

Ochorenia akými sú chronický únavový syndróm (CFS), fibro-myalgia (FM), viacnásobná chemická citlivosť (MCS), posttraumatická stresová porucha (PTSD) a GulfWar syndróm (GWS) sú takmer rovnaké. Boli zahrnuté do tzv. chronických multisystémových ochorení (CMI) (246). V každej z nich bolo preukázané, že ide o rôzne poruchy funkčných cyklov: aktiváciu oxidov dusíka a peroxydusitanu, chronický zápal aktiváciou NF- κ B, IFN- γ , IL-1, IL-6 a interakciu s expresiou neurotransmitterov (232, 246, 248). Odporúčame klasifikovať EHS ako súčasť CMI (232, 249), ale napriek tomu uznávame, že príčinou zostáva životné prostredie (pozri obrázok 1).

Ďalšie ochorenia, ktoré vyžadujú pozornosť vzhľadom na EMP

Na základe interakcie medzi expozíciou EMP a biologickými reakciami, ktoré napríklad vedú k narušeniu oxidatívnej/nitrosatívnej homeostázy, je možné a dokonca dochádza k vzniku radu ochorení. Niektoré príklady tu uvádzame.

Havas v roku 2008 zaznamenala (250): "Prechodné javy elektromagnetických polí (špinavá elektrina) v rozsahu kHz, prítomné v elektroinštalácii, môžu prispievať k zvýšenej hladine cukru v krvi u diabetikov a pre-diabetikov. Tým, že sme pozorne sledovali hladinu glukózy v plazme u štyroch diabetikov typu 1 a typu 2, zistili sme, že priamo odpovedali na množstvo špinavej elektriny v ich prostredí. V elektromagneticky čistom životnom prostredí, diabetici typu 1 vyžadujú menej inzulínu a diabetici typu 2 majú nižšiu hladinu glukózy v plazme. Špinavá elektrina, generovaná elektronickými a bezdrôtovými zariadeniami, je v životnom prostredí všadeprítomná. Cvičenie na bežiacom páse, ktorý produkuje špinavú elektrinu, zvyšuje glykémii. Tieto zistenia môžu vysvetliť, prečo štíhli diabetici majú problémy s reguláciou hladiny cukru v krvi. Na základe odhadov počtu ľudí, ktorí trpia príznakmi elektrickej precitlivenosti (3% -35%), môže byť až 5-60 miliónov diabetikov na celom svete ohrozených".



Obrázok 1: Patogenéza zápalu, mitochondriopatia a nitrosatívny stres sú spúšťačiami faktormi v dôsledku expozície (248).

S ohľadom na EMP expozície plodu a dieťaťa v ranom detstve, Sage v BioInitiative Report 2012 (56) poukázala na: "EMP expozície žiarenia mobilných telefónov a bezdrôtových technológií u plodu (in-utero) a u detí v ranom detstve môžu byť všeobecne rizikovým faktorom pre vznik hyperaktivity, poruchy učenia a poruchy

správania. Je nutné zaviesť opatrenia zdravého rozumu, ktoré majú obmedziť ELF EMP a RF EMP u týchto populácií, a to najmä s ohľadom na odstrániteľné expozície; a kde je to možné, pomaly začať so vzdelávaním tehotných matiek s ohľadom na prenosné počítače, mobilné telefóny a ďalšie zdroje ELF EMP a RF EMP".

V roku 2013 Herbert a Sage (251, 252) skúmali pozoruhodné podobnosti medzi patofyziologickými javmi, nachádzajúcimi sa v podmienkach autistického spektra (ASC) a fyziologickými dopadmi ELF MF/RF, akými sú oxidačný stres, poškodenie voľnými radikálmi, defektné membrány, mitochondriálne dysfunkcie, zápalové problémy, neuropatologické narušenia a elektrofyziologické poruchy regulácie, výskyt bunkových stresových proteínov a nedostatok antioxidantov, akým je glutatión.

V 6 ročnej štúdií boli u dobrovoľníkov sledované hladiny niektorých hormónov. Používanie mobilných telefónov, rovnako ako malé vzdialenosti od základňovej stanice mobilnej telefónnej siete, boli spojené so znížením hladiny testosterónu u mužov, podobne ako znížením ACTH, kortizolu a úrovně T3 a T4 u mužov a žien (253).

Odporúčania a opatrenia

EUROPAEM vytvorila pokyny pre diferenciálnu diagnostiku a prípadnú liečbu zdravotných problémov súvisiacich s EMP s cieľom zlepšiť/obnoviť individuálne zdravotné prognózy a navrhnúť stratégiu pre prevenciu. Tieto odporúčania sú uvedené nižšie.

Tieto odporúčania sú iba predbežné a vo veľkej miere, i keď vo vzťahu k celej sérii dôkazov, zakorenené na skúsenostiach tímu. Nemôžu byť v každom detaile prísne založené na dôkazoch.

Evidencia liečebných stratégií pre ochorenia spôsobené EMP, vrátane EHS

Dnes máme k dispozícii len málo štúdií, ktoré sa zaoberajú terapeutickými prístupmi k EHS. Švajčiarsky Environmental Pilot Project na princípoch interdisciplinárneho posudzovania a poradenstva pre EHS z roku 2001 preukázal, že podľa hodnotiaceho pohovoru vykonanom pol roka po poradenstve, sa u 45% osôb so syndrómom EHS situácia zlepšila po určitej pomoci, napríklad po zmene spálne (192, 193).

V štúdií z roku 2005 sa švajčiarsky prieskum zamerával na lekárov pracujúcich s doplnkovými terapeutickými nástrojmi. Dve tretiny z nich si vybralo zníženie expozície

ako hlavný nástroj, zatiaľ čo pomocné terapeutiká boli vybrané len ako doplnok (197).

Od roku 2008 sa švajčiarska Society of Doctors for the Environment zapojila do malej interdisciplinárnej environmentálno-medicínskej poradenskej štruktúry pre pacientov s EHS, ktorá je v každodennej praxi spojená s centrálnou riadiacou a poradenskou kanceláriou, rovnako ako sieťou praktických lekárov, ktorí sa zaujímajú o environmentálnu medicínu a ktorí vykonávajú environmentálne lekárske posudky a konzultácie na základe štandardného protokolu. Ak je to potrebné, odborníci na životné prostredie sú zapájaní do konzultácií a návštev v domácnostiach. Cieľom ich hodnotenia je zistiť alebo vylúčiť bežné ochorenia a analyzovať vplyv podozrivých ekologických záťaží s cieľom nájsť individuálne terapeutické prístupy. Hlavným nástrojom hodnotenia je rozsiahla lekárska a psychosociálna história s pridanou environmentálnou históriou, vrátane systematického prieskumu a kľúčových otázok.

V prvých rokoch bol projekt vedecky posúdený. Rok po konzultácii 70% osôb v dotazníku odporučilo interdisciplinárnu poradenskú štruktúru a 32% z nich považuje poradenstvo za užitočné. Preto sa model, založený na tomto interdisciplinárnom poňatí, do ktorého je zapojený aj obvodný alebo rodinný lekár, celostným a trvalým poňatím liečby, zdá byť sľubný pre lepší terapeutický prístup k EHS, a to aj vrátane opatrení zameraných na uľahčenie prístupových meraní v skutočnom prostredí (254).

Vo Fínsku sa pacientom s EHS oficiálne odporúča psychoterapia. V prieskumnej štúdií EHS ľudí vo Fínsku boli v súvislosti s EHS hodnotené výberom z odpovedí príznaky, vnímané zdroje a procedúry a vnímaná účinnosť lekárskech a komplementárnych alternatívnych spôsobov liečby (CAM). Podľa 76% zo 157 respondentov zníženie alebo zabránenie EMP pomohlo v ich úplnom alebo čiastočnom zotavení. Ako najlepšia liečba EHS bola uvedená: diétna zmena (69,4%), nutričné doplnky (67,8%) a zvýšená fyzická námaha (61,6%). Oficiálne odporúčaná liečba psychoterapiou (2,6%) nebola významne užitočná, lieky (-4,2%) dokonca škodlivé. Vylúčenie expozície elektromagnetického žiarenia a polí účinne odstránilo alebo zmiernilo príznaky u osôb s EHS (194, 255).

Reakcia lekárov na tento vývoj

V prípade nešpecifických zdravotných problémov (pozri dotazník), pri ktorých nemožno jednoznačne určiť identifikovateľnú príčinu - okrem iných faktorov, akými

sú chemické látky, nefyziologické kovy a formy - expozícia EMP by sa v zásade mala vziať do úvahy ako potenciálna príčina alebo spolu-faktor, a to najmä v prípade, ak ide o jej predpoklad.

Centrálny prístup na kauzálne pridelovanie príznakov je na posúdení variability zdravotných problémov v závislosti na čase a mieste a individuálnej vnímavosti, čo je obzvlášť dôležité pre environmentálne príčiny, akou je expozícia EMP.

Pokiaľ ide o poruchy, akými sú mužská neplodnosť, potrat, Alzheimerova choroba, ALS, kolísanie hladiny cukru v krvi, diabetes, rakovina, hyperaktivita, poruchy učenia a problémy so správaním v škole, mala by sa zvážiť možná súvislosť s expozíciou EMP. U niektorých ľudí s EHS by mohla byť chybné diagnostikovaná ako roztrúsená skleróza (RS), pretože má mnoho podobných príznakov. To poskytuje možnosť príčinne ovplyvniť priebeh ochorenia.

Ako postupovať v prípade podozrenia na zdravotné problémy súvisiace s EMP

Uvedený odporúčaný postup pre diagnostiku a liečbu je vhodný ako pomôcka a mal by byť samozrejme upravený tak, aby vyhovoval potrebám jednotlivých prípadov (pozri obrázok 2).

1. História zdravotných problémov a expozície EMP
2. Lekárske vyšetrenia a nález
3. Meranie expozície EMP
4. Zníženie a prevencia expozície EMP
5. Diagnostika
6. Liečba pacienta, vrátane úpravy prostredia

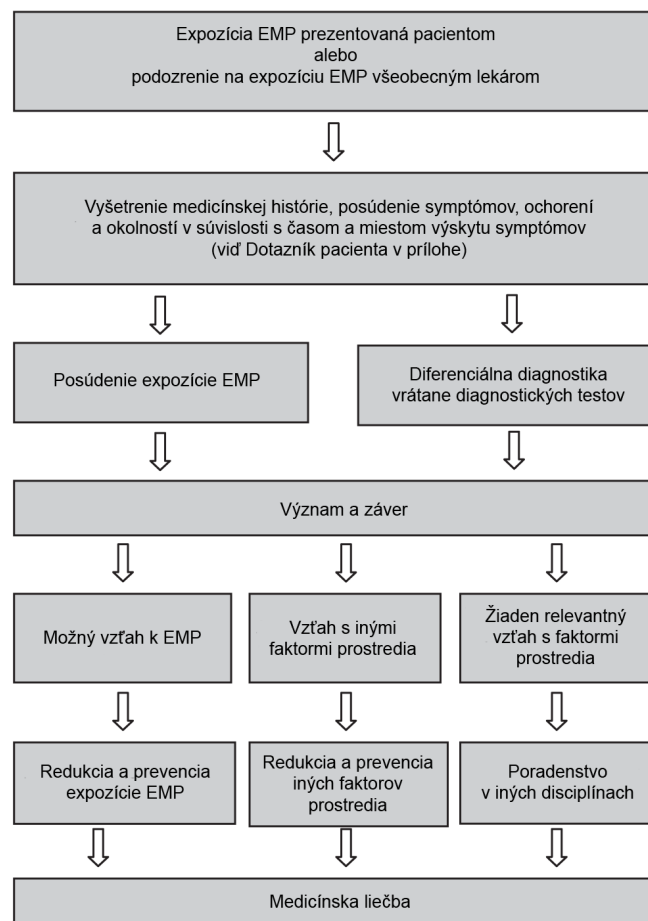
História zdravotných problémov a expozície EMP

Aby bolo možné zhrnúť poznatky do širších súvislostí, je nutné poznať všeobecný zdravotný stav a jeho históriu. Časť tejto histórie by mala zahŕňať:

- Elektrickú traumu: viacnásobné úrazy elektrickým prúdom, zasiahnutie bleskom
- Chemickú traumu: vystavenie pesticídom, kovom, chlórovaným uhl'ovodíkom (PCB, DDT, atď.)
- Biologickú traumu: zaťaženie parazitmi, hubovými infekciami, vírusovými infekciami, atď.
- Fyzickú traumu: ochorenia centrálného nervového systému vo forme poranenia krčnej chrbtice, iných častí chrbtice
- Auto-imunitné poruchy

V ďalších krokoch sa zameriame iba na zdravotné účinky súvisiace s EMP.

Dotazník, ktorý systematicky zachytáva históriu zdravotných problémov a expozície EMP, zostavený pracovnou skupinou EUROPAEM, je k dispozícii v prílohe týchto smerníc.



Obrázok 2: Vývojový diagram pre postup pri zdravotných problémoch súvisiacich s EMP

Dotazník sa skladá z troch častí:

- A. Zoznam príznakov
- B. Variácie zdravotných problémov v závislosti na čase, mieste a okolnostiach
- C. Posúdenie určitých EMP expozícií, ktoré môžu byť vyhodnotené podľa dotazníka

Zoznam symptómov v dotazníku slúži k systematickej kvantifikácii zdravotných problémov bez ohľadu na ich príčiny. Zahŕňa otázky o čase, kedy došlo prvýkrát k zdravotným problémom. Väčšina symptómov súvisiacich s EMP je nešpecifických a spadá do rozsahu

zdravotných problémov v dôsledku neadekvátnej regulácie (dekompenzácie), napríklad poruchy spánku, únava, vyčerpanie, nedostatok energie, nepokoj, búšenie srdca, poruchy krvného tlaku, bolesti svalov a kĺbov, bolesť hlavy, zvýšené riziko infekcie, depresie, problémy s koncentráciou, poruchy koordinácie, zábudlivosť, úzkosť, nutkanie na močenie, anómia (ťažkosti pri hľadaní slov), závraty, hučanie v ušiach a pocity tlaku v hlave a ušiach.

Závažnosť zdravotných problémov sa môže pohybovať od benígnych, dočasných príznakov (ako sú mierne bolesti hlavy alebo parestéza okolo ucha, napríklad pri používaní mobilného telefónu, príp. príznaky podobné chrípke po niekoľkohodinovej celotelovej expozícii EMP), až po ťažké, oslabujúce príznaky, ktoré výrazne narušujú fyzické a duševné zdravie. Je potrebné zdôrazniť, že v závislosti na individuálnom stave vnímavosti, sú príznaky EHS vyskytujú len občasne, ale v priebehu času sa môže zvýšiť ich početnosť a závažnosť. Na druhej strane, v prípade, že sa škodlivé expozície EMP dostatočne znížia, telo má šancu na zotavenie a príznaky EHS sa zmenšia alebo vymiznú.

Variácie zdravotných problémov v závislosti na čase, mieste a okolnostiach

Odpovede na otázky o tom, kedy a kde sa zdravotné problémy vyskytli alebo ustúpili a kedy a kde sa symptómy zhoršujú, príp. sú obzvlášť viditeľné, poskytujú len indikáciu. Mali by byť interpretované odborné (pre správne začlenenie medzi lokality/zdroje EMP a zdravotné problémy). Zvláštna pozornosť by mala byť venovaná relaxačným zónam a spálňam, z dôvodu dlhodobého vplyvu a zásadnej úlohy spánku - regenerácie.

Posúdenie určitých EMP expozícií, ktoré môžu byť vyhodnotené podľa dotazníka

Posúdenie expozície EMP zvyčajne začína určitými otázkami o obvyklých zdrojoch EMP. Bez ohľadu na to, či pacient má podozrenie na príčinu z expozície EMP, tieto otázky by mali byť použité na posúdenie súčasnej úrovne expozície, aspoň pre hrubý odhad. Je dôležité si uvedomiť, že iba určité typy expozície EMP možno hodnotiť pomocou otázok, akými sú používanie kompaktných žiariviek, mobilných telefónov a bezdrôtových telefónov. Detekcia iných typov expozície EMP, napríklad v lokalite miestneho RF vysielača alebo elektrických a magnetických polí z elektrického vedenia, všeobecne vyžaduje meranie. V zásade by otázky mali smerovať na zistenie možných expozícií EMP doma, v práci, na dovolenke apod., pričom treba brať do úvahy, že miera vystavenia sa EMP sa môže líšiť v rôznych úsekoch dňa, mesiaca, i roka.

Lekárske prehliadky a nálezy

Doposiaľ nemáme žiadne klinické nálezy špecifické pre EMP, čo je veľkou výzvou pre diagnostiku a diferenciálnu diagnostiku.

Jedna z metód, ktorá sa ukázala byť užitočná, je využiť poznatky spojené s diagnostikou stresu, ich ďalšie sledovanie a prehľadné hodnotenie. Základné diagnostické testy by mali vykonávané ako prvý krok, nasledované meraním expozície EMP ako druhý krok. Hlavná diagnostika by sa mala zamerať na skúmanie miery produkcie oxidov dusíka (nitrotyrozínu), mitochondriopatie (intracelulárnej ATP), oxidačného stresu lipidov peroxidácie (MDA-LDL), zápalu (TNF-alfa, IFN-gama-indukovateľný proteín 10 (IP-10), IL-1b, histamínu a melatonínu (pomeru melatonínu/kreatinínu v moči za 24h).

V nasledovnom kroku môžu byť vykonané ďalšie diagnostické testy. Vzhľadom na rozdiely v referenčných rozsahoch medzi laboratóriami a rôznymi postupmi vyšetrenia v rôznych krajinách, neuvádzame limity, ktoré by boli považované za relevantné v súvislosti s EHS. Odporúčame ich interpretovať v kontexte so zameraním sa nielen na hodnoty mimo rozsahu. Napríklad, ak sa niekoľko parametrov nachádza v blízkosti hranice normálnych rozmedzí, môže to byť pomôckou pre vytvorenie terapeutického alebo diagnostického záveru.

Funkčné testy

Základné diagnostické testy

- Krvný tlak a srdcová frekvencia (vo všetkých prípadoch pokojová srdcová frekvencia v dopoludňajších hodinách, v pokoji na lôžku) vrátane vlastnej kontroly, prípadne niekoľkokrát denne, v rôznych lokalitách, so značením si subjektívnej pohody po dobu jedného týždňa

Ďalšie diagnostické testy

- 24 h monitoring krvného tlaku (absencia nočného poklesu)
- 24 h monitoring EKG (diagnostika variability srdcového rytmu – HRV, diagnostika autonómneho nervového systému)
- ergometria počas fyzickej námahy
- domáce spánkové EEG

Laboratórne testy

Základné diagnostické testy

- Krv
 - ACTH (kortikotropín)
 - Bilirubín
 - Krvný obraz a diferenciálny krvný obraz

- Nitráty, močovina
- Cholesterol, LDL, HDL, triglyceridy
- Koenzým Q10 a pomer oxidovaného a totálneho koenzýmu Q10/total-Q10
- Kinázy kreatinínu (CK-MB, CK-MM)
- Vysoko citlivý C-reaktívny proteín (hs-CRP)
- Cystatín C (GFR)
- Elektrolyty
- Glukóza (nalačno)
- Feritín
- Glutatión S-transferáza (GST)
- Redukovaný glutatión (GSH)
- Glutatión peroxidáza (GPX)
- Glykovaný hemoglobín (HBA_{1c})
- Histamín a diaminoxidáza (DAO)
- IFN-gama-indukovateľný proteín 10 (IP-10)
- Interleukín-1 (napr. IL-1a, IL-1b)
- Intracelulárne ATP
- Pečeňové enzýmy (napr. ALT, AST, GGT, LDH, AP)
- Horčík
- Malondialdehyd (MDA)-LDL
- Nitrotyrozín (NTT)
- Draslík
- Prolaktín
- Selén
- Testosterón
- TSH
- T3, T4
- Tumorový nekrotický faktor alfa (TNF- α)
- Vitamín D3
- Zinok
- Štandardný moč
 - Leukocyty, erytrocyty, albumín, urobilinogén, pH, baktérie, glukóza, mikroalbumín
- Druhý ranný moč
 - Adrenalin
 - Dopamín
 - Noradrenalin
 - pomer Noradrenalin / Adrenalin
 - Serotonin
 - Beta-fenyletylamín (PEA)
- 24 h moč
 - 6-OH sulfát melatonínu
 - Kreatinín
 - pomer 6-OH sulfát melatonín / kreatinín
- Sliny
 - Kortizol (odber o 8:00, 12:00, 20:00h)

Ďalšie diagnostické testy

- Moč
 - Kovy (v závislosti od anamnézy, napr. ortuť, kadmium, olovo, arzén, hliník)
- Druhý ranný moč
 - Kyselina gama-aminomaslová (GABA)

- Glutamát
- Kryptopyrrol
- Sliny
 - Dehydroepiandrosterón DHEA (o 8:00, 20:00h)
 - Alfa-amyláza
- Krv
 - 8-Hydroxydeoxyguanozín (oxidácia DNA)
 - Biotín
 - Diferenciálny profil lipidov
 - Kyselina listová
 - Holotranskobolamín
 - Homocysteín
 - Interferón-gama (IFN- γ)
 - Interleukín-10 (IL-10)
 - Interleukín-17 (IL-17)
 - Interleukín-6 (IL-6)
 - Interleukín-8 (IL-8)
 - Intracelulárny glutatión (redoxná rovnováha)
 - Laktát, pyruvát, vrátane pomeru
 - Lipáza
 - NF-kappa B
 - Vitamín B6

Provokačné testy

Realizovateľné pomocou špeciálnych zariadení s použitím rôznych signálov, napr. DECT alebo Wi-Fi expozície (napríklad 20-60 min, v závislosti na individuálnej regulačnej kapacite, vnímavosti a pozorovanej odpovede)

- Variabilita srdcovej frekvencie (HRV) (diagnóza autonómneho nervového systému)
- Mikrocirkulácia
- Oxidačný stres (peroxidácia lipidov, malondialdehydov, oxo-LDL)
- Glukóza v plazme (u diabetikov)
- Analýza krvi (agregácie červených krviniek v Rouleaux forme, viskozita krvi, aktivita makrofágov, lýza bunkovej membrány červených krviniek)
- Videozáznam z chôdze a fotografie vzoriek písma pred a po provokácii u ľudí s neurologickými problémami a problémami s koordináciou jemnej alebo hrubej motoriky

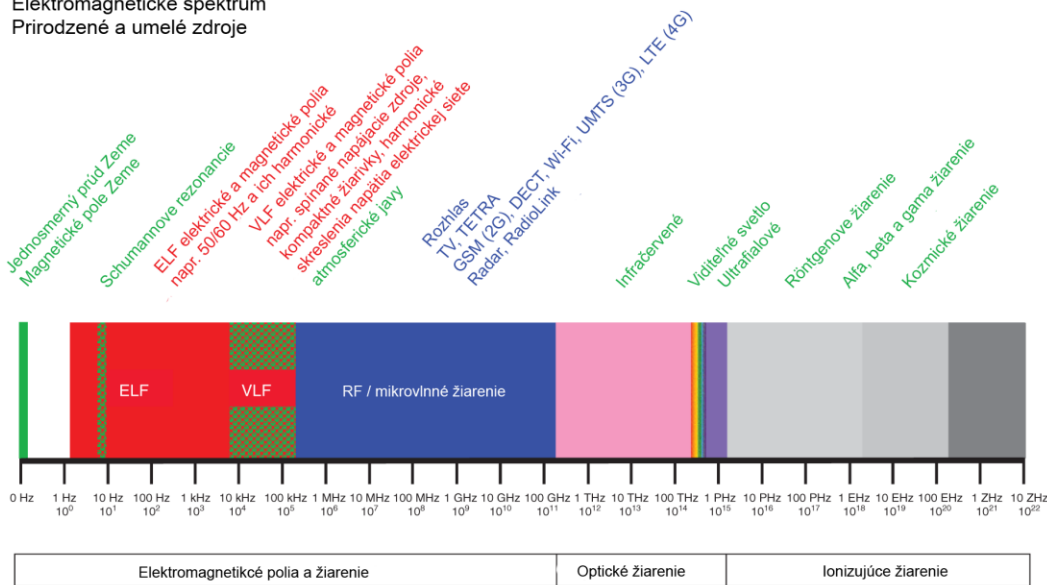
Individuálna vnímavosť

- Krv (genetické parametre a aktuálne funkcie)
- Glutatión S-transferáza M1 (GSTM1) - detoxikácia
- Glutatión S-transferáza T1 (GSTT1) - detoxikácia
- Superoxiddismutáza 2 (SOD2) - ochrana mitochondrií
- Katechol-O-metyltransferáza (COMT) - riadenie stresu

Meranie expozície EMP

Evolučný vývoj ľudského druhu sa konal v prítomnosti prirodzeného elektromagnetického spektra (zemské magnetické pole, zemské elektrické pole, atmosférické javy, Schumannove rezonancie). Jeho vplyvy boli súčasťou našej biosféry, spolu s obsahom kyslíka vo vzduchu alebo viditeľného svetelného spektra a boli začlenené do biologických funkcií (14).

Elektromagnetické spektrum
Prírodné a umelé zdroje



Obrázok 3: Rozloženie prírodného (zelená) a umelého (červená a modrá) elektromagnetického spektra

V dnešnej dobe sú takmer všetky neionizujúce časti elektromagnetického spektra plné umelých, technických zdrojov EMP, vďaka elektrifikácii a (bezdrôtovým) komunikačným technológiám, ale v nedotknutej prírode sa vyskytujú len veľmi zriedka (pozri obrázok 3). Meranie EMP a/alebo škody z jeho expozície obvykle nie sú pokryté zákonným zdravotným poistením. Všeobecne by sa mali posudzovať rôzne škály typov EMP expozície (statické polia, polia extrémne nízkych frekvencií - ELF, polia veľmi nízkych frekvencií - VLF, a rádiovlnové polia - RF).

- ELF magnetické polia môžu pochádzať napr. z transformátorov, trafostaníc, čistých prúdov v domácich elektrických rozvodoch, vodovodných potrubí a iných vodivých materiálov, z infražiaričov, vyhrievacích vankúšov a rôznych druhov diaľkového elektrického vedenia.

- ELF elektrické polia môžu pochádzať napr. z domovej elektroinštalácie, svietidiel a elektrických spotrebičov.

- VLF magnetické polia (tzv. "špinavá energia") a/alebo VLF elektrické polia (tzv. "špinavá elektrina") môžu byť emitované z elektronických zariadení, akými sú energeticky úsporné osvetlenie, elektronické transformátory, indukčné varné platne, frekvenčné meniče, stmievače osvetlenia alebo komunikačné zariadenia s prenosom dát cez elektrické rozvody (PLC), pripojené k elektrickej sieti. Tieto zariadenia používajú

prúd a/alebo napätie vo forme krátkych impulzov, ktoré produkujú harmonické a VLF prechody do elektrických obvodov a cez uzemnené obvody až do zeme.

- Medzi typické zdroje RF žiarenia patria napríklad bezdrôtové telefóny (DECT), bezdrôtové pripojenie na internet (Wi-Fi), mobilné telefóny a ich základňové stanice na budovách a stožiaroch, rozhlasové

a televízne vysielacie, Bluetooth prepojenia (nositeľné zariadenia), „inteligentné“ elektronické meradlá (plyn, voda, kúrenie, apod), radary (vojenské, letiskové, námorné, meteorologické) a mikrovlnné rúry.

Počas spánku je najdôležitejším bodom pre expozíciu regiónu hlavy a trupu, po nich všetky ostatné body s chronickou alebo vysokou expozíciou.

Meranie EMP by malo byť plánované a vykonávané špeciálne vyškolenými a skúsenými odborníkmi a vždy v súlade s príslušnými normami, napr. VDB smernicami nemeckého Zväzu odborníkov stavebnej biológie (257). Okrem výsledkov meraní by správa o meraní mala zahŕňať aj návrhy, ako v prípade potreby znížiť expozíciu.

Pre objasnenie niektorých otázok ohľadom ELF magnetických polí a rádiovlnových polí by mali byť merania vykonané osobnými dozimetrami s funkciou záznamu údajov. Po vykonaní merania by bolo vhodné konzultovať výsledky s lekárom, oboznámeným s problematikou EMP.

Smerné hodnoty EMP

Pri vyhodnocovaní výsledkov meraní EMP by sa v jednotlivých prípadoch mali brať do úvahy nasledujúce aspekty (27, 26):

- Individuálna citlivosť osoby, založená napr. na anamnéze traumy (elektrická, chemická, biologická a fyzikálna)
- Individuálna celková telesná záťaž osoby (napr. vystavenie hluku, chemickým látkam - neurotoxínom)
- Doba expozície EMP
- Expozícia EMP v priebehu noci a dňa
- Viacnásobná expozícia rôznym zdrojom elektromagnetického poľa
- Intenzita signálu: Watt/m² (W/m²), Volt/m (V/m), Ampér/m (A/m)
- Charakteristika signálu a jej zohľadnenie pri smerných hodnotách EMP - pozri prílohu 3 (258)
- Frekvencia
- Čas nábehu (ΔT) burstov, prechodových javov, atď.
- Frekvencia a pravidelnosť burstov, napríklad niektoré základňové stanice (8.3 Hz), Wi-Fi siete (9.7 Hz), DECT (100 Hz)
- Typ modulácie (frekvenčná modulácia, amplitúdová modulácia, fázová modulácia)

Bez ohľadu na odporúčania komisie ICNIRP, týkajúce sa konkrétnych akútnych účinkov, nasledujúce smerné hodnoty (tabuľka 1-3, 5 a 6) sa vzťahujú na citlivé miesta s dlhodobou expozíciou viac než 20 hodín týždenne (259). Sú založené na epidemiologických štúdiách (9, 10, 27, 221, 260-262), empirických pozorovaniach a príslušných meraniach v praxi (258, 263), ako aj na odporúčaní Seletun Statement (40) a Parlamentného zhromaždenia Rady Európy (42). Navrhnuté smerné hodnoty sú založené na vedeckých údajoch, vrátane preventívneho pohľadu a ich cieľom je pomôcť obnoviť zdravie a pohodu u už postihnutých pacientov. Všetky uvedené úrovne sa vzťahujú na intenzity pri expozícii celého tela.

Magnetické polia extrémne nízkej frekvencie (ELF MP)

Špecifikácia merania

Frekvenčný rozsah: 50/60 Hz z elektrickej siete a to až do 2 kHz, 16.7 Hz u železničných systémov v Rakúsku, Nemecku, Švajčiarsku, Švédsku a Nórsku, 400 Hz v lietadle

Typ merania: Magnetická indukcia alebo magnetický tok [T; mT; μ T; nT]

Sonda: izotropická sonda magnetického poľa (v troch ortogonálnych osiach)

Režim detektora: RMS (efektívna hodnota)

Objekt merania: Lôžko: krátkodobé merania naprieč priestorom na spanie; Pracovisko: krátkodobé merania v celom pracovnom priestore (napr. poloha v sede).

Dlhodobé merania: napr. bod v blízkosti hlavy/trupu na lôžku alebo na pracovisku

Doba merania: Krátkodobé meranie pre určenie zdroja poľa. Dlhodobé merania počas spánku a pracovnej smeny

Základ pre hodnotenie: dlhodobé merania: maximum (MAX) a aritmetický priemer (AVG)

Preventívne smerné hodnoty

V oblastiach, kde ľudia trávajú dlhšiu dobu (>4 h denne), znížte expozíciu ELF magnetických polí na čo najnižšiu úroveň alebo pod úroveň preventívnych orientačných hodnôt, uvedených v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Preventívne smerné hodnoty pre ELF magnetické polia.

Magnetické polia (ELF)	Denná expozícia	Nočná expozícia	Citlivá populácia
Aritmetický priemer (AVG)	100 nT (1 mG) ^{1,2,3}	100 nT (1 mG) ^{1,2,3}	30 nT (0.3 mG) ⁵
Maximum (MAX)	1000 nT (10 mG) ^{2,4}	1000 nT (10 mG) ^{2,4}	300 nT (3 mG) ⁵

¹) BioInitiative (9, 10); ²) Oberfeld (262); ³) Seletun Statement (40), ⁴) NISV (264), ⁵) preventívny prístup – faktor 3 (intenzita poľa); viď tiež IARC z roku 2002 (30), Blank a Goodman (17) a TCO Development (265).

Špecifické dopady smernice pre lôžkovú časť

Vyššia frekvencia než je frekvencia elektrickej siete pri 50/60 Hz a jej jednoznačných harmonických by mala byť hodnotená kritickejšie. Pozri tiež preventívne smerné hodnoty pre VLF frekvenčný rozsah nižšie. Pokiaľ je to možné, sieťový prúd (50/60 Hz) a trakčný prúd (16.7 Hz) by mal byť posudzovaný samostatne, ale následne hodnoty sčítané (kvadratický priemer). Dlhodobé merania je potrebné vykonávať najmä v noci, ale aspoň po dobu 24 hodín.

Elektrické polia extrémne nízkej frekvencie (ELF EP)

Špecifikácia merania

Frekvenčný rozsah: 50/60 Hz z elektrickej siete a to až do 2 kHz, 16.7 Hz u železničných systémov v Rakúsku, Nemecku, Švajčiarsku, Švédsku a Nórsku

Typ merania: Elektrické pole [V/m] bez uzemneného potenciálu

Sonda: izotropická sonda elektrického poľa (v troch ortogonálnych osiach)

Režim detektora: RMS (efektívna hodnota)

Objekt merania: Lôžko: deväť bodov naprieč priestorom na spanie; Pracovisko: v celom pracovnom priestore (napr. v sede tri alebo šesť bodov)

Doba merania: Bodové meranie posúdia expozíciu aj identifikáciu zdroja poľa. Vzhľadom k tomu, že expozície elektrického poľa sa vo frekvenčnom pásme ELF zvyčajne nemerajú, dlhodobé merania nie sú potrebné

Základ pre hodnotenie: bodové merania (MAX) v miestach expozície

Preventívne smerné hodnoty

V oblastiach, kde ľudia trávajú dlhšiu dobu (>4 h denne), znížte expozíciu ELF elektrických polí na čo najnižšiu úroveň alebo pod úroveň preventívnych orientačných hodnôt, uvedených v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Preventívne smerné hodnoty pre ELF elektrické polia.

Elektrické polia (ELF)	Denná expozícia	Nočná expozícia	Citlivá populácia
Maximum (MAX)	10 V/m ^{1,2)}	1 V/m ²⁾	0.3 V/m ³⁾

¹⁾ NCRP Draft Recommendations on EMF Exposure Guidelines: Option 2, 1995 (261); ²⁾ Oberfeld (262); ³⁾ preventívny prístup - faktor 3 (intenzita poľa); viď tiež TCO Development (265).

Špecifické dopady smernice pre lôžkovú časť

Vyššia frekvencia než je frekvencia elektrickej siete pri 50/60 Hz a jej jednoznačných harmonických by mala byť hodnotená kritickejšie. Pozri tiež preventívne smerné hodnoty pre VLF frekvenčný rozsah nižšie.

Rádiofrekvenčné polia (RF EMP)

Špecifikácia merania

Frekvenčný rozsah: Rozhlasové a televízne vysielacie, napr. AM rozhlas (150 kHz – 30 MHz), FM rozhlas (100 MHz), DAB+ (200 MHz), DVBT (500 - 800 MHz), základňové stanice telekomunikačných služieb, napr. TETRA (400 MHz), GSM (900 a 1800 MHz), UMTS (2100 MHz), LTE (800, 1800, 2500 - 2700 MHz), mobilné telefóny (800, 900, 1700, 2500 MHz), bezdrôtové telefóny a ich základňové stanice, napr. DECT (1900), prístupové body Wi-Fi a klienti, Bluetooth, mikrovlnné rúry (2400 a 5100 - 5800 MHz), WiMAX (3400 - 3600 MHz). Uvedené frekvencie v MHz odkazujú na európske pásma.

Typ merania: Zvyčajne elektrické pole [V/m], prepočítané hodnoty hustoty radiačného toku [W/m²; mW/m²; μW/m²]; pre prepočet jednotiek pozri tabuľku 4.

Sonda: izotropická, bikónická alebo logaritmicko-periodická smerová anténa

Režim detektora: detektor špičiek (PEAK) s podržaním maxima

Objekt merania: Expozícia v jednotlivých bodoch naprieč lôžkom a pracoviskom

Doba merania: Zvyčajne ide o krátkodobé merania na identifikáciu zdrojov RF poľa (napr. akustická analýza) a hľadanie maximálnej intenzity

Základ pre hodnotenie: špecifické frekvenčné meranie alebo špecifické bodové meranie intenzít (peak detektor s max hold) signálov na príslušných miestach expozície (napr. spektrálnym analyzátorom alebo detektorom s pásmovou priepustou)

Preventívne smerné hodnoty pre vybrané RF zdroje

V oblastiach, kde ľudia trávajú dlhšiu dobu (>4 h za deň), minimalizujte vystavenie sa rádiovým frekvenčným žiareniam na čo najnižšiu úroveň alebo pod úroveň preventívnych orientačných hodnôt uvedených v tabuľke 3. Merané kmity by mali byť posudzované podľa jednotlivých prípadov. Špecifické smerné hodnoty berú do úvahy charakteristiky času nábehu signálu (ΔT) a pravidelnú "pulzáciu" (258). Poznámka: Pravouhlé signály vykazujú krátke časy nábehu a skladajú sa zo širokého spektra frekvencií. Hustota prúdu, indukovaného v ľudskom tele,

sa zväčšuje s rastúcou frekvenciou v približne lineárnom vzťahu (266).

Tabuľka 3: Preventívne smerné hodnoty pre rádiovým frekvenčné a mikrovlnné žiarenie.

Zdroj RF (MAX PEAK)	Denná expozícia	Nočná expozícia	Citlivá populácia ¹⁾
Rozhlasové vysielanie (FM)	10000 μW/m ²	1000 μW/m ²	100 μW/m ²
TETRA	1000 μW/m ²	100 μW/m ²	10 μW/m ²
DVBT	1000 μW/m ²	100 μW/m ²	10 μW/m ²
GSM (2G) 900/1800 MHz	100 μW/m ²	10 μW/m ²	1 μW/m ²
DECT (bezdrôtový telefón)	100 μW/m ²	10 μW/m ²	1 μW/m ²
UMTS (3G)	100 μW/m ²	10 μW/m ²	1 μW/m ²
LTE (4G)	100 μW/m ²	10 μW/m ²	1 μW/m ²
GPRS (2.5G) s PTCCH* (8.33 Hz impulzy)	10 μW/m ²	1 μW/m ²	0.1 μW/m ²
DAB+ (10.4 Hz impulzy)	10 μW/m ²	1 μW/m ²	0.1 μW/m ²
Wi-Fi (2.4/5.6 GHz (9.7 Hz impulzy))	10 μW/m ²	1 μW/m ²	0.1 μW/m ²

* PTCCH, packet timing advance control channel
BioInitiative (9, 10); Kundi a Hutter (260); Leitfaden Senderbau (221); PACE (42); Seletun Statement (40). ¹⁾ preventívny prístup - faktor 3 (intenzita poľa) = faktor 10 (výkonová hustota radiačného toku); pozri tiež IARC 2013 (24) a Margaritis a kol. (267).

Tabuľka 4: Konverzia jednotiek intenzity rádiovým frekvenčných polí.

Jednotky	mW/m ²	10	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
Intenzity	μW/m ²	10000	1000	100	10	1	0.1
RF polí	μW/cm ²	1	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
	V/m	1.9	0.6	0.19	0.06	0.019	0.006

Magnetické polia v rozsahu VLF (VLF MP)

Špecifikácia merania

Frekvenčný rozsah: 3 kHz-3 MHz. Meranie špecifických frekvencií (spektrálny analyzátor / EMF meter), napr. "špinavej energie" na elektrickom rozvoze, dátovej komunikácie prostredníctvom elektrického rozvodu (PLC), vysielateľov rádiových identifikácií (RFID), kompaktných žiaroviek (CFL)

Typ merania: Intenzita magnetického poľa [A/m], prepočítané hodnoty magnetickej indukcie [T;mT;μT;nT]

Sonda: izotropická alebo anizotropická sonda pre magnetické polia

Režim detektora: RMS (efektívna hodnota)

Objekt merania: Expozičné body na lôžku a na pracovisku

Doba merania: Krátkodobé merania pre identifikáciu zdroja poľa.

Dlhodobé merania počas spánku a pracovnej zmeny

Základ pre hodnotenie: Dlhodobé merania: detektor RMS, aritmetický priemer a maximum na príslušných miestach expozície

Poznámka: Ak je zistená zvýšená expozícia, odporúčame použiť analyzátor kvality elektrickej energie (napr. osciloskopy) a pokúsiť sa nájsť zdroj „špinavej energie“.

Preventívne smerné hodnoty

V oblastiach, kde ľudia trávajú dlhšiu dobu (>4 h za deň), obmedzte kontakt s magnetickými poľami VLF pásma na čo najnižšiu úroveň alebo pod úroveň preventívnych orientačných hodnôt uvedených v tabuľke 5.

Tabuľka 5: Preventívne smerné hodnoty pre VLF magnetické polia.

Magnetické polia (VLF)	Denná expozícia	Nočná expozícia	Citlivá populácia
Aritmetický priemer (AVG)	1 nT (0.01 mG) ¹⁾	1 nT (0.01 mG) ¹⁾	0.3 nT (0.003 mG) ²⁾
Maximum (MAX)	10 nT (0.1 mG) ¹⁾	10 nT (0.1 mG) ¹⁾	3 nT (0.03 mG) ²⁾

¹⁾ Hustota prúdu indukovaného v ľudských telových tkanivách sa zväčšuje s rastúcou frekvenciou približne v lineárnom vzťahu (266). Preto by odporúčané hodnoty magnetického poľa vo frekvenčnom rozsahu VLF mali byť nižšie, než sú odporúčané hodnoty pre magnetické polia frekvenčného pásma 50/60 Hz. Napríklad pre 100 nT RMS by mali byť 100/100 = 1 nT. Pre vysvetlenie, prečo 100 nT (AVG) a 1 μ T (MAX) pozri sekciu ELF magnetických polí. ²⁾ Preventívny prístup – faktor 3 (intenzita poľa); pozri tiež TCO Development (265).

Elektrické polia v rozsahu VLF (VLF EP)

Špecifikácia merania

Frekvenčný rozsah: 3 kHz-3 MHz. Meranie špecifických frekvencií (spektrálny analyzátor / EMF meter), napr. "špinavej elektriny" na elektrickom rozvode, dátovej komunikácie prostredníctvom elektrického rozvodu (PLC), vysielateľov rádiovkej identifikácie (RFID), kompaktných žiaroviek (CFL)

Typ merania: Intenzita elektrického poľa [V/m]

Sonda: Izotropická, bikónická, logaritmicko-periodická sonda elektrického poľa

Režim detektora: RMS (aritmetický priemer)

Objekt merania: Expozičné body na lôžku a na pracovisku

Doba merania: Krátkodobé meranie pre identifikáciu zdroja poľa.

Dlhodobé merania počas spánku a pracovnej zmeny

Základ pre hodnotenie: Dlhodobé merania: aritmetický priemer expozície na významných bodoch v priestore

Poznámka: Ak je zistená zvýšená expozícia, odporúčame použiť analyzátory kvality elektrickej energie (napr. osciloskopy) a pokúsiť sa nájsť zdroj „špinavej energie“.

Preventívne smerné hodnoty

V oblastiach, kde ľudia trávajú dlhšiu dobu (>4 h za deň), obmedzenie kontaktu s elektrickými poľami VLF pásma na čo najnižšiu úroveň alebo pod úroveň preventívnych orientačných hodnôt uvedených v tabuľke 6.

Tabuľka 6: Preventívne smerné hodnoty pre VLF elektrické polia.

Elektrické pole (VLF)	Denná expozícia	Nočná expozícia	Citlivá populácia
Aritmetický priemer (AVG)	0.1 V/m ¹⁾	0.01 V/m ¹⁾	0.003 V/m ²⁾

¹⁾ Hustota prúdu indukovaného v ľudských telových tkanivách sa zväčšuje s rastúcou frekvenciou približne v lineárnom vzťahu (266). Preto by odporúčané hodnoty elektrického poľa vo frekvenčnom rozsahu VLF mali byť nižšie, než sú odporúčané hodnoty pre elektrické polia frekvenčného pásma 50/60 Hz. Napríklad pre 10 V/m by mali byť 10/100 = 0.1 V/m. Pre vysvetlenie, prečo 10 V/m a 1 V/m pozri sekciu ELF elektrických polí. ²⁾ Preventívny prístup – faktor 3 (intenzita poľa); pozri tiež TCO Development (265).

Redukcia a prevencia expozície EMP

Po konzultácii s odborníkom je vhodné vylúčiť alebo obmedziť expozície EMP z dôvodu:

- ochrany a zníženia rizika pre individuálne a verejné zdravie,
- identifikácie súvislostí so zdravotnými ťažkosťami,
- liečby zdravotných problémov vzťahujúcich sa na expozíciu EMP.

Z celého množstva možných príčin relevantných EMP expozícií opisujú tieto smernice len niekoľko príkladov. Ďalšie informácie možno nájsť napríklad v publikáciách "Možnosti minimalizácie expozície EMF/RF a statických polí v kancelárskom prostredí" (268) a "Elektrosmog im Alltag" (269). Podrobné informácie o fyzikálnych vlastnostiach a meraní EMP je možné nájsť v publikácii Virnich (270); pokiaľ ide o zníženie expozície rádiovfrekvencného žiarenia (RF EMP) v domácnostiach a kanceláriách, pozri Pauli a Moldan (271).

Vo väčšine prípadov bude nutná konzultácia s odborníkom (napr. kvalifikovaným EMF/RF inžinierom/poradcom) a/alebo elektrikárom, ktorý bude schopný poučiť osoby o možných opatreniach pre zníženie expozície EMP.

Zníženie expozície EMP - prvé kroky

Ako prvý krok (aj ako preventívne opatrenie) odporúčame odstrániť alebo znížiť typické EMP expozície, čo môže pomôcť zmierniť zdravotné problémy v priebehu niekoľkých dní alebo týždňov. Navrhujeme nasledovné opatrenia:

Prevencia expozície z rádiovfrekvencného žiarenia (RF EMP)

- Mobilným telefón / smartfón alebo bezdrôtový telefón používajte len na krátke volania; ak je to možné, použite funkciu hlasitého hovoru alebo vzduchovú hands-free sadu.
- Mobilný telefón / smartfón nenoste blízko pri tele.
- Deaktivujte u smartfónov všetky nepodstatné aplikácie, ktoré spôsobujú periodické expozície.
- Kedykoľvek je to možné, ponechajte mobilné telefóny / smartfóny v režime „v lietadle“ alebo deaktivujte mobilné dátové prenosy, Wi-Fi, Bluetooth a Near Field Communication (NFC) v nastaveniach telefónu.
- Odpojte napájanie všetkých základňových staníc bezdrôtových telefónov DECT. Telefóny DECT s takzvaným "ECO Mode" alebo "nulovými

emisiami" sú odporúčané len podmienene, nakoľko expozícia pri telefonovaní je stále prítomná. Odporúčame používať "tradičné" káblové telefóny.

- Odpojte napájanie všetkých prístupových bodov Wi-Fi alebo Wi-Fi routerov. Veľká časť LAN Ethernet routerov a modemov je dnes vybavená dodatočnou Wi-Fi technológiou. Kontaktujte poskytovateľa zariadenia a požiadajte o deaktiváciu Wi-Fi. Zvyčajne je tak možné urobiť on-line podľa pokynov poskytovateľa.
- V prípade externých zdrojov RF žiarenia, obývacie izby – a obzvlášť spálne – by mali byť situované na odvrátenej strane od zdroja.
- Ak je to možné, vyhnite sa používaniu prístupu k internetu cez elektrické rozvody (dLAN) a namiesto toho použite káblový Ethernet (LAN).
- Nevystavujte sa zbytočne rádiovým frekvenciám žiareniu z bezdrôtových zariadení (akými sú napr. bezdrôtové „Bluetooth“ slúchadlá, tlačiarne, klávesnice, myši, „smart wereables“ (nositeľné náramky, hodinky a šperky), systémy domáceho kina, smart-meracie zariadenia spotreby tepla, vody, elektriny a plynu, detské pestúnky a počítačové herné konzoly) doma, v kanceláriách a v autách.
- Nevystavujte sa energeticky úspornému osvetleniu (kompaktné žiarivky a tiež niektoré LED žiarovky generujú vysokofrekvenčné prechodové napätia). Tieto typy lúčov môžu byť ľahko nahradené klasickými alebo halogénovými žiarovkami, pokiaľ nebude komerčne dostupné kvalitné, energeticky úsporné osvetlenie.

Prevenca expozície z elektrických a magnetických polí nízkych frekvencií (ELF EMP)

- Presuňte lôžko alebo stôl ďalej od napájacích káblov a elektrického vedenia v stenách. Odporúčaná minimálna vzdialenosť od steny je 30cm (1 ft).
- Keďže magnetické pole môže ľahko prechádzať cez steny, uistite sa, že bezprostredne pod alebo nad lôžkom alebo vo vedľajšej miestnosti nie sú umiestnené žiadne zdroje magnetických polí.
- Ďalším jednoduchým doplnkovým opatrením je odpojenie napájacieho elektrického okruhu v spálni (vypnutím ističa alebo poistky alebo pomocou automatického odpojovača) počas nočného spánku; vyskúšajte to v testovacej fáze, napríklad na 2 týždne. Všeobecne platí, že toto opatrenie nie je vždy úspešné, pretože obvody susedných miestností môžu tiež prispieť k vyšším úrovňam intenzity elektrického poľa. Meranie

intenzít elektrického poľa ELF pomôže určiť, ktoré ističe musia byť vypnuté. Výhody tohto riešenia by mali prevýšiť riziko potenciálnych nehôd; z tohto dôvodu odporúčame mať pri sebe vreckové svietidlo.

- Vypnite napájanie všetkých nepodstatných elektrických obvodov, prípadne v celom byte alebo dome.
- Vyhnite sa používaniu elektrickej vyhrievacej deky počas spánku; vypnutie nestačí, je nutné odpojiť ju z elektrickej zásuvky.
- Vyhnite sa dlhším expozíciám v blízkosti bežiacich elektromotorov a transformátorov pod napätím. Udržujte minimálnu vzdialenosť 1.5 m (5 ft); ak je možné merať veľkosť magnetických polí, vytvorte si bezpečný odstup na základe týchto meraní.

Prevenca expozície zo statických magnetických a elektrických polí

- Spite na lôžku a matraci bez kovu.
- Vyhnite sa spánku v blízkosti železných materiálov (radiátor, oceľ, železo, apod.)
- Nosenie syntetického odevu a obuvi s gumenou podrážkou so súčasným zamedzením pravidelného kontaktu so zemou môže spôsobovať hromadenie statickej elektriny. Bavlnené oblečenie a obuv s koženou podrážkou riešia tento nedostatok.

Zníženie expozície EMP – následný postup

Ďalší postup predstavujú merania EMP a zmierňujúce opatrenia. Typickými príkladmi sú:

- Meranie elektrického poľa na lôžku. Na základe výsledkov meraní inštalujte automatické dopytové odpojovače na obvody, ktoré zvyšujú expozíciu.
- Meranie elektrického poľa na všetkých ostatných miestach, kde sa doma alebo v práci zdržiavate dlhšiu dobu. Ak preferujete svietidlá, ktoré sa používajú v blízkosti tela, mali by mať prírodný elektrický kábel tienový a kovovú konštrukciu spoľahlivo uzemnenú. Najmä u stavieb z ľahkej konštrukcie (drevo, sadrokartónové dosky) možno budú musieť byť elektroinštalácie bez uzemnenia (dvojvodičové vedenie) nahradené uzemneným elektrickým vedením (trojvodičové vedenie) alebo tienovým elektrickým vedením. V osobitných prípadoch bude nutné, aby boli v celej budove inštalované tienové vedenia a tienové zásuvky a vypínače.
- Meranie magnetického poľa v blízkosti lôžka, napr. počas 24 hodín. Ak sa zistí čistý prúd, svedčí to o zlej alebo poruchovej elektroinštalácii, uzemnení budovy s nežiadúcimi magnetickými poľami.

Nainštalujte do obvodu prúdový chránič (RCD) alebo obvod prerušovača zemnej ochrany (GFCI), aby sa zabránilo úrazu elektrickým prúdom.

- Meranie rádiových frekvencií žiarenia a zmiernenie vysokých úrovní expozície pomocou inštalácie špecifických RF tieniacich materiálov na dotknuté steny, okná, dvere, stropy a podlahy. Vo viacpodlažných stavbách (bytovky, výškové budovy, apod.) môže blízkosť susedov výrazne prispieť k domácej expozícii.
- Meranie „špinavej elektriny/špinavej energie“ (elektrických a magnetických polí vo frekvenčnom pásme VLF) a identifikácia zdrojov s cieľom ich odstránenia. Ak to nie je možné, je v núdzovom prípade možné použiť vhodné sieťové filtre v súlade s existujúcou elektroinštaláciou.

Diagnostika

V súčasnosti je nutné rozlišovať EHS a iné, s EMP súvisiace zdravotné problémy, akými sú niektoré druhy rakoviny, Alzheimerova choroba, ALS, mužská neplodnosť, apod., ktoré by mohli byť vyvolané, podporované alebo zhoršujúce sa s expozíciou EMP. Výskum EHS a ďalších zdravotných problémov súvisiacich s EMP je do značnej miery založený na komplexnej anamnéze, zameranej najmä na koreláciu medzi výskytom zdravotných problémov a časom, miestom a okolnosťami expozície EMP, rovnako ako progresie symptómov za určitý čas a individuálnej citlivosti. Navyše, na podporu stanovenia diagnózy slúži aj meranie expozície EMP a výsledky ďalších diagnostických testov (laboratórnych testov a kardiovaskulárneho systému). Okrem toho by všetky ostatné možné príčiny mali byť vylúčené, pokiaľ je to možné.

V roku 2000 bol Radou ministrov severovýchodných štátov (Fínsko, Švédsko a Nórsko) prijatý nasledovný nekonkrétny ICD-10 kód pre EHS: v kapitole XVIII, (*Príznaky, znaky a abnormálne klinické a laboratórne funkčné vyšetrenia, kód R68.8*) "Iné špecifikované všeobecné príznaky a znaky" (Nordic ICD-10 Adaptation, 2000) (272).

Pokiaľ ide o aktuálnu Medzinárodnú klasifikáciu ochorení (MKCH), ICD-10-WHO 2015, tu sa uvádza nasledovné:

- A. Elektromagnetická precitlivosť (EHS): pre používanie existujúcich diagnostických kódov pre rôzne príznaky **plus** kód R68.8 "Iné špecifikované všeobecné príznaky a znaky" **plus** kód Z58.4 "Expozícia zo žiarenia" a/alebo Z57.1 "Rezidentské expozície zo žiarenia."
- B. Zdravotné problémy súvisiace s EMP (okrem EHS): pre používanie existujúcich diagnostických kódov pre rôzne ochorenia/príznaky **plus** kód Z58.4 "Expozície zo žiarenia" a/alebo Z57.1 "Rezidentské expozície zo žiarenia."

Pokiaľ ide o ďalšie aktualizácie ICD, s plánom zverejnenia v roku 2018 (ICD-11, WHO), odporúčame:

- A. Vytvorenie ICD kódov pre všetky environmentálne vyvolané chronické multisystémové ochorenia (CMI), akými sú viacnásobná chemická citlivosť (MCS), chronický únavový syndróm (CFS), fibromyalgia (FM) a elektromagnetická precitlivosť (EHS) na základe ich klinických a patologických opisov (187, 192).
- B. Pridanie textu do kapitoly XIX (*Poranenia, otravy a iné následky vonkajších príčin (T66-T78)*) tak, aby zahŕňal/rozlišoval účinky EMP (statické magnetické pole, statické elektrické pole, ELF magnetické pole, ELF elektrické pole, VLF magnetické pole, VLF elektrické pole a rádiových frekvencií žiarenie), infračerveného žiarenia, viditeľného svetla, UV žiarenia a ionizujúceho žiarenia.
- C. Rozšírenie kapitoly XXI (*Faktory ovplyvňujúce zdravotný stav a kontakt so zdravotníckymi službami (Z00-Z99)*) tak, aby zahŕňala/rozlišovala faktory, akými sú EMP (statické magnetické pole, statické elektrické pole, ELF magnetické pole, ELF elektrické pole, VLF magnetické pole, VLF elektrické pole, rádiových frekvencií žiarenie), infračervené žiarenie, viditeľné svetlo, UV žiarenie a ionizujúce žiarenie.

Liečba pacienta, vrátane sanácie jeho životného prostredia

Primárny spôsob liečby by sa mal zamerať najmä na prevenciu alebo zníženie vystavenia sa EMP, čo znamená zredukovanie alebo odstránenie všetkých zdrojov EMP doma i na pracovisku. Zníženie expozície EMP by malo byť medzi prvoradými cieľmi i na školách, v nemocniciach, vo verejnej doprave, na verejných miestach, v knižniciach, apod. s cieľom umožniť osobám s EHS nerušené užívanie. Mnoho príkladov potvrdzuje, že tieto opatrenia sa ukázali ako účinné, najmä v kontexte k celkovej telesnej záťaži z iných environmentálnych vplyvov.

Spolu s redukciami EMP môžu/musia byť posúdené aj ostatné faktory. Medzi ne patrí vyvážená homeostáza z dôvodu posilnenia „odolnosti“ voči EMP. Pribúdajú dôkazy o tom, že hlavný účinok EMP na človeka je v znížení kapacity oxidačnej a nitrosatívnej regulácie. Táto hypotéza tiež vysvetľuje pozorovania meniacej sa citlivosti EMP a veľké množstvo príznakov hlásených pri expozícii EMP. Na základe v súčasnosti dostupných poznatkov sa zdá byť vhodné odporučiť liečebný prístup pre multisystémové ochorenia, ktorý si kladie za cieľ minimalizovať nežiaduce účinky peroxydusitanu. Opatrenia, ktoré zlepšujú imunitný systém a znižujú stres,

v kombinácii s detoxikáciou podporujú rekonvalescenciu z EHS.

Je potrebné zdôrazniť, že psychoterapia má rovnaký význam ako u iných ochorení. Výrobky, ktoré sú ponúkané vo forme rôznych platničiek, prívěskov a podobne, údajne schopné "neutralizovať" alebo "harmonizovať" elektrosmog, by mali byť hodnotené s veľkou zdržanlivosťou. Psychická záťaž, vyplývajúca z absencie pochopenia alebo podpory zo strany rodiny, priateľov a lekárov, môže zhoršiť príznaky EHS, podobne ako stres z expozície. Pre rýchle zotavenie je terapiu potrebné aplikovať na telo, myseľ a dušu jednotlivca.

Zhráme si dostupné a vhodné liečebné opatrenia, v závislosti na konkrétnom prípade:

Zníženie expozície EMP

Malo by ísť o všetky typy expozície EMP, relevantné pre človeka a to najmä počas spánku a pri práci - pozri kapitolu "Zníženie expozície EMP – prvé kroky". Pre viac informácií pozri napr. "Možnosti minimalizácie expozície EMF/RF/statických polí v kancelárskom prostredí" (268) a "Elektrosmog im Alltag" (269).

Liečba environmentálnou medicínou

Čo sa týka EHS, doposiaľ nebola zavedená žiadna špecifická liečba. Nasledujúce state obsahujú odporúčania na základe kombinácií skúseností autorského tímu. Odporúčania môžu byť považované buď za pokus o obnovenie plnej kapacity regulácie u pacientov, alebo za všeobecné poradenstvo pre zdravý životný štýl (ktorému by mohla a mala byť prispôbená kultúrna a individuálna situácia pacienta) alebo za cielenejší prístup na adresu špecifických problémov EHS jednotlivcov na základe skúseností tímu.

Pre optimálne liečebné opatrenia a prístup je nutné posúdiť kontrolované klinické štúdie. Aktuálne dáta ukazujú, že funkčné deficity, ktoré sa môžu vyskytovať u pacientov s EHS, zodpovedajú tým, ktoré môžeme nájsť u CMI, napr. u MCS, CFS a FM. Cieľom liečby je regulácia fyziologickej dysfunkcie, zistenej diagnostickými postupmi (pozri kapitolu 2 "Lekárske prehliadky a nálezy"). Hlavný terapeutický cieľ zahŕňa všeobecné postupy, adjuvantné (pomocné) postupy a osobitnú liečbu. Tá je náročná a vyžaduje špeciálne znalosti a skúsenosti v oblasti klinickej environmentálnej medicínskej liečby. Hlavné terapeutické ciele zahŕňajú tieto metódy:

- Kontrola celkovej telesnej záťaže

Okrem zníženia expozície EMP je indikované zníženie celkovej telesnej záťaže zo strany rôznych látok znečisťujúcich životné prostredie (doma, na pracovisku, v škole, apod.), potravinových aditív a dentálnych materiálov.

- Redukcia oxidačného a/alebo nitrosatívneho stresu

Reaktívne formy kyslíka (ROS) a reaktívne formy dusíka (RNS) sú prirodzené voľné radikály produkované v bunkách. Fagocyty zaručujú rovnováhu medzi produkciou voľných radikálov a rýchlosťou ich eliminácie. Medzi endogénne a exogénne fagocyty patrí mnoho biologicky významných zlúčenín s antioxidačnou funkciou (AO). Medzi endogénne AO radíme enzymatické AO (katalázy, glutatión peroxidázy, glutatión reduktázy, superoxid dismutázy) a ne-enzymatické AO (bilirubín, feritín, melatonín, glutatión, metalotionín, N-acetylcysteín (NAC), NADH, NADPH, thioredoxín, 1,4-bezoquinín, ubichinón, kyselina močová). Interagujú s exogénnymi nekalorickými a/alebo syntetickými AO (karotenoidy, retinoidy, flavonoidy, polyfenoly, glutatióny, kyselina askorbová, tokoferoly). Komplex regulácie a využitie týchto látok je terapeutickou výzvou (232, 273).

- Regulácia črevnej dysfunkcie

Endogénne a exogénne fagocyty sa správajú synergeticky a udržiavajú redoxnú homeostázu. Nekalorické alebo prírodné antioxidanty hrajú preto dôležitú úlohu pre stabilizáciu tejto interakcie.

Liečba „leaky gut“ syndrómu (nerozpoznanej dlhodobej diagnózy), neznášanlivosti potravín a potravinovej alergie je nevyhnutnou podmienkou pre udržanie redoxnej homeostázy (274) a tiež vyžaduje špeciálne znalosti a skúsenosti.

- Optimalizácia výživy

Bioaktívne jedlo je hlavným zdrojom antioxidačných zložiek, akými sú vitamín C, vitamín E, NAC, karotenoidy, koenzým Q10, kyselina lipoová, lykopén, selén a flavonoidy (275, 276). Napríklad, aby sa zabránilo peroxidácii lipidov, je nutná regenerácia vitamínu E pomocou glutatiónu alebo vitamínu C. Nekalorické antioxidanty môžu mať priaznivý vplyv na redoxný systém, ak sú prítomné v dostatočnej koncentrácii (273). Kyselina lipoová pôsobí priamo alebo nepriamo ako lapač voľných radikálov, vrátane čistého kyslíka, superoxidu, peroxylových radikálov a radikálov rozkladu peroxydusitanu (232). Bolo dokázané, že počet voľných elektrónov u stopových prvkov určuje, ako veľmi sú účinné. U biopotravín je počet voľných elektrónov vyšší než u bežne vyrábaných produktov (277). Najmä v prípade potravinovej intolerancie je nutná vysoká miera substitúcie stopových prvkov vo forme doplnkov.

- Regulácia (tichého) zápalu

Zvýšené hladiny oxidu dusnatého a reakcie s peroxidom vždy vedú k zvýšeným úrovňam peroxytriatov, ktoré indukujú hladiny ROS viac než iné látky (NO/ONOO-

cykly). V dôsledku toho sa aktivuje nukleárny faktor κB (NF- κB), vyvolávajúci zápalové cytokíny, napr. nekrotizačný nádorový faktor α (TNF- α), interleukín-1 β (IL-1 β), interleukín-6 (IL 6), interleukín-8 (IL-8) a interferón γ (IFN- γ), aktivujúci rôzne NO syntázy (232). Tokoferoly (278, 279), karotenoidy v nízkych koncentráciách (280), vitamín C (281, 282), NAC (283), kurkumín (284), resveratrol (285, 286) a flavonoidy (287) dokážu prerušiť túto zápalovú kaskádu v rôznych miestach.

- Normalizácia mitochondriálnej funkcie

Mitochondriálna funkcia môže byť narušená dvoma spôsobmi. 1) vysoké množstvo voľných radikálov môže blokovat' produkciu adenosíntrifosfátu (ATP), čo vedie k bolesti svalov a únave. 2) v prípade tichého (tlejúceho) zápalu je o 25% zvýšený dopyt po energii (236), čo spôsobuje vysokú spotrebu ATP. V tomto prípade sú NADH, L-karnitín a Q10 nevyhnutné činitele pre syntézu ATP. Vzhľadom na nedostatok ATP, regulácia stresu je znížená katecholamínmi, obzvlášť norepinefrínom (NE), pretože katabolizmus NE pomocou S-adenozylmetionínu je závislý na ATP (288-290). Okrem toho riadenie stresu spôsobuje vysoký dopyt po foláte, vitamíne B6 a metylkobalamíne. Genetické polymorfizmy COMT a MTHFR ovplyvňujú individuálnu potrebu týchto látok (244, 291).

- Detoxikácia

Hromadenie environmentálnych toxínov tvorí u ľudí individuálny profil rôznych anorganických a organických chemikálií, ktoré spôsobujú celkové zaťaženie organizmu (292). Spomedzi anorganických látok hrajú dominantnú úlohu kovy a ich soli a môžu mať význam u pacientov s EHS. Elementárna ortuť (Hg) a ďalšie ťažké kovy ako olovo (Pb) sa hromadia v mozgu (293), a to najmä počas dlhodobej nízkej expozície. Môžu mať toxické účinky a môžu vyvolať rôzne reakcie imunitného systému (294, 295). Vzhľadom k tomu, že neexistuje žiadna konkrétna účinná látka pre všeobecnú detoxikáciu chemikálií, existujú dve skupiny látok s viacerými špecifickými účinkami, ktoré môžu byť použité pre detoxikáciu kovov:

1. Látky s nešpecifickými fyziologickými účinkami: glutatión, NAC, kyselina lipoová, vitamín C a selén.
2. Chelatačné činidlá pre detoxikáciu kovov (296-298): najdôležitejšie chelatačné činidlá sú tiosíran sodný 10%, DMPS (2,3-dimér-kapto-1-propansulfonová kyselina), DMSA (mesodimérkaptojantarová kyselina), a EDTA (2,22,23,232-étán-1,2-diyldinitrotetraacetová kyselina). Je potrebné poznamenať, že tieto látky by mali byť použité iba tak, ako určia odborníci v tejto konkrétnej oblasti.

- Adjuvantná terapia

1. Voda

Z dekontaminačných dôvodov je potrebné zvýšiť príjem vysoko kvalitnej pitnej vody s nízkym obsahom minerálov a bez CO₂. Množstvo by sa malo pohybovať v rozmedzí od 2.5 do 3 litrov (10-12 8-oz šálok) denne.

2. Svetlo

Väčšina ľudí v strednej a severnej Európe trpí nedostatkom vitamínu D. Jedným z dôležitých faktorov je dostatočná expozícia dennému svetlu od jari do jesene. V tejto dobe je však nutné zachovať patričnú prevenciu aktinickému poškodeniu kože (z nadmernej UV expozície). Okrem prirodzeného slnečného svetla, svetelná terapia a terapia laserom nízkej úrovne môže podporovať hojenie, zmierňovať zápal, podporovať krvný obeh a výrobu bunkového ATP.

3. Sauna

Sauny a terapeutické hypertermie patria medzi adjuvantnú liečbu detoxikáciou u takmer všetkých xenobiotických (cudzorodých) látok. Tieto terapie musia byť vykonávané starostlivo, nakoľko dochádza k interakciám s detoxikačnými liekmi. Sauna napomáha regenerácii tetrahydrobiopterínu z dihydrobiopterínu, ktorý je nevyhnutný pre metabolizmus katecholamínov a serotonínu (299). Nie všetky sauny sú si však podobné. Odporúčané sú tradičné sauny alebo infrasauny s nízkymi expozíciami nízkofrekvenčných elektrických a magnetických polí, kde sa nepoužívajú toxické lepidlá a chemicky ošetrené drevo.

4. Kyslík

Časť pacientov s EHS trpí mitochondriálnou dysfunkciou. Pomáha im dostatočný prísun čistého kyslíka. Nakoľko aj hypoxia aj hyperbarický kyslík môžu produkovať oxidačný stres, hyperbarická terapia kyslíkom by mala byť vykonaná iba vtedy, ak sú pacienti súčasne krytí dostatočnou antioxidantovou liečbou.

5. Cvičenie

Optimálne množstvo cvičení je diskutabilné. Ergometria by mala posúdiť fyzickú kapacitu človeka za účelom stanovenia individuálneho cvičebného režimu. Skúsenosti environmentálnej medicíny ukazujú, že u chorých by sa aeróbne cvičenie nemalo preháňať. Všeobecne sa odporúča začať s pracovnou záťažou 20-30 wattov, končiť so záťažou 60-70 wattov. Cvičenie na ergometri umožňuje lepšiu kontrolu spotreby energie v porovnaní s chôdzou alebo behom. Výsledkom pol hodinového výkonu by nemala byť únava.

6. Spánok

U pacientov s EHS sú problémy so spánkom veľmi časté. Poruchy spánku sú spojené so znížením hladiny melatonínu. V prípade chronického zápalu, aktivácia IDO (indolamín-2,3-dioxygenázy) znižuje produkciu serotonínu a ten na druhej strane tiež znižuje hladiny melatonínu. Expozície EMP by mohli blokovat'

parasympatické aktivity, zatiaľ čo sympatické aktivity pretrvávajú. Pokiaľ ide o poruchy spánku, akákoľvek liečba musí sledovať patogénne príčiny. Optimálny spánok je nutný pre úsporu energie a pre reguláciu funkcií imunitného a neuroendokrinného systému.

7. Ochrana pred modrým svetlom

Vlnové dĺžky viditeľného svetla pod 500 nm sa nazývajú "modré svetlo". Nízke dávky modrého svetla môžu zvýšiť pocit pohody, ale väčšie množstvo môže byť škodlivé pre oči. V dennom svetle sú škodlivé účinky "modrého svetla" vyvažované regeneračným účinkom červeného a infračerveného obsahu. Rastúce využívanie elektronických zdrojov svetla - napríklad žiaroviek a kompaktných žiaroviek (CFL), počítačových monitorov, notebookov, tabletov, smartfónov s LED podsvietením a niektorých LED žiaroviek - zvyšuje našu expozíciu "modrým svetlom", ktoré na tejto úrovni hrá úlohu podozrivého vo vývoji vekom podmienenej makulárnej degenerácie, cirkadiálnych vychýlení a potláčaním produkcie melatonínu, ktorý je spojený so zvýšeným rizikom porúch spánku, obezity, cukrovky, depresie, ischemického srdcového ochorenia, mŕtvice, rakoviny apod. Dlhodobé vystavenie sa umelému "modrému svetlu", najmä vo večerných hodinách, by malo byť z tohto dôvodu obmedzené. Pomôcť by mohli antioxidanty, najmä melatonín (300, 301) a filtre modrého svetla obrazoviek (302-304).

8. Expozícia prirodzenému elektromagnetickému poľu Zeme

V mestských a urbanizovaných oblastiach je väčšina ľudí kompletne odpojená od prírodného uzemnenia / magnetických poľí Zeme. Používame gumené podrážky na topánkach, nosíme syntetické oblečenie, jazdíme v kovových škatuliach s gumenými kolesami a žijeme a pracujeme v betónových budovách, ktoré sú prestúpené umelými elektromagnetickými poľami a žiarením. Trávením času v lese, chôdzou naboso po pláži, ležaním na tráve, sedením na skalách alebo prechádzkami po daždi pomáhame uzemniť naše telo a vyvážiť často rozšírené kladne nabitú ióny, ktoré sú pripisované zlému zdraviu.

Zubné lekárstvo

Stomatológia pracuje s toxickými a imunoreaktívnymi materiálmi (napr. ortuť, oxid olovnatý, zlato a titán). Environmentálne zubné lekárstvo požaduje, aby sa tieto materiály nepoužívali (305-308). Odstránenie toxických dentálnych materiálov musí prebiehať za maximálnych bezpečnostných podmienok (vyhnúť sa vdýchnutiu!). Indikáciou môže byť eliminácia z tela, najmä ťažkých kovov. Všeobecne platí, že endoprotetické materiály by mali byť inertné vzhľadom na imunoreaktivitu. Podľa našich súčasných poznatkov by oxid zirkoničitý mal byť neutrálnym materiálom. U stomatológa bude však

potrebné vyhnúť sa mechanickému poškodeniu takto ošetrovaného povrchu.

Imunotoxické kovy vykazujú podobnú patofyziológiu s ohľadom na oxidačný stres, mitochondriopatiu a zápal.

Životný štýl

Životný štýl môže zahŕňať vyvážené cvičenia, výživu, redukciu návykových látok, zmeny spánkových návykov, atď. a opatrenia na znižovanie stresu (redukciu všeobecného stresu a pracovného stresu), ako aj spôsoby, ako zvýšiť odolnosť voči stresu napr. pomocou autogénneho tréningu, jógy, progresívnej svalovej relaxácie, dýchacích techník, meditácie, tai chi a qigong.

Liečba príznakov

Ak sa podarí identifikovať a eliminovať príčiny, je vyvážená liečba príznakov odôvodnená. Avšak je nanajvýš dôležité si uvedomiť, že práve redukcia príznakov môže osobu ohroziť zvýšenou expozíciou EMP, čím sa vytvára možný budúci, dlhodobý účinok na zdravie, vrátane neurologického poškodenia a rakoviny. Ošetrojúci lekár čelí veľmi náročnej etickej úlohe, kde musí poukázať na súvisiace riziká – ideálne vyváženým spôsobom - pre daného pacienta. Z etického hľadiska je liečba príznakov, samozrejme, veľmi dobrý štart poskytujúci okamžitú úľavu, ale - bez súbežného zníženia expozície, zafatuje a úpravy životného štýlu – sa to môže ukázať v dlhodobom horizonte ako kontraproduktívne. Pre konvenčne vyškoleného lekára sa to môže javiť ako úplne nový spôsob uvažovania, ale je to jediný spôsob, ako u chronických multisystémových ochorení (CMI) a EHS úspešne a efektívne zmierniť symptómy a dosiahnuť úplné klinické zotavenie. Hoci na začiatku nie sú známe príčiny, v tejto fáze je už dôležité poskytnúť radu, ako znížiť expozíciu EMP a ďalších environmentálnym stresom, aby sa zabránilo ďalším škodám a podporilo skoré zotavenie.

Referencie

1. Hanninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, et al. Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environ Health Perspect* 2014;122(5):439–46.
2. Bundespsychotherapeutenkammer. BPTK-Studie zur Arbeitsunfähigkeit – Psychische Erkrankungen und Burnout [Internet]. Berlin (DE): Bundespsychotherapeutenkammer, 2012:29. Report 2012. Available at: http://www.bptk.de/uploads/media/20120606_AU-Studie-2012.pdf.
3. Bundespsychotherapeutenkammer. BPTK-Studie zur Arbeitsunfähigkeit – Psychische Erkrankungen und gesundheitsbedingte Frühverrentung [Internet]. Berlin (DE): Bundespsychotherapeutenkammer, 2013:66. Report 2013. Available at: http://www.bptk.de/uploads/media/20140128_BPTK-Studie_zur_Arbeits-und_Erwerbsunfaehigkeit_2013_1.pdf.

4. Fritze J. Psychopharmaka-Verordnungen: Ergebnisse und Kommentare zum Arzneiverordnungsreport 2011. Psychopharmakotherapie 2011;18:245–56.
5. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. Erstmals seit 20 Jahren kein Anstieg beim Methylphenidat-Verbrauch [Internet]. Bonn (DE): Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2014 Apr 1. Pressemitteilung Nummer 05/14; Available at: <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/mitteil2014/pm05-2014.html>.
6. Badura B, Ducki A, Schroder H, Klose J, Meyer M, editors. Fehlzeiten-Report 2012. Berlin, Heidelberg (DE): Springer Verlag, 2012:528pp.
7. OECD. Health at a Glance 2013: OECD Indicators [Internet]. Paris (FR): OECD Publishing, 2013:212 p. DOI: 10.1787/health_glance-2013-en. Available at: http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en.
8. Pawankar R, Canonica GW, Holgate ST, Lockey RF, editors. WAO White book on Allergy 2011–2012 [Internet]. Milwaukee, WI (US): World Allergy Organization, 2013:228. Available at: <http://www.worldallergy.org/UserFiles/file/WAO-White-Book-on-Allergy.pdf>.
9. BioInitiative Working Group, Sage C, Carpenter DO, editors. BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF) at www.bioinitiative.org, August 31, 2007.
10. BioInitiative Working Group, Sage C, Carpenter DO, editors. BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Radiation at www.bioinitiative.org, December 31, 2012.
11. Levitt B, Lai H. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. *Environ Rev* 2010;18:369–95.
12. Pall ML. Scientific evidence contradicts findings and assumptions of Canadian safety panel 6: microwaves act through voltage-gated calcium channel activation to induce biological impacts at non-thermal levels, supporting a paradigm shift for microwave/lower frequency electromagnetic field action. *Rev Environ Health* 2015;30(2):99–116.
13. Binhi VN. Magnetobiology: Underlying Physical Problems. San Diego: Academic Press, 2002:1–473.
14. Binhi VN. Principles of electromagnetic biophysics (in Russian). Moscow (RU): Fizmatlit, 2011:1–571.
15. Georgiou CD. Oxidative stress-induced biological damage by low-level EMFs: mechanism of free radical pair electron spin-polarization and biochemical amplification. In: Giuliani L, Soffritti M, editors. Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter. Bologna (IT): Ramazzini institute, 2010. *European Journal of Oncology – Library Vol. 5*, pp 63–113. Available at: <http://www.icems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNH11B49KH.DTL>.
16. Pall ML. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *J Cell Mol Med* 2013;17(8):958–65.
17. Blank M, Goodman R. Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology* 2009;16(2–3):71–8.
18. Blackman C. Cell phone radiation: evidence from ELF and RF studies supporting more inclusive risk identification and assessment. *Pathophysiology* 2009;16(2–3):205–16.
19. Hedendahl L, Carlberg M, Hardell L. Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession. *Rev Environ Health* 2015;30(4):209–15.
20. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics* 1998;74(4):494–522.
21. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys* 2010;99(6):818–36.
22. Belyaev I. Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects. In: Markov M, editor. *Electromagnetic fields in biology and medicine*. Boca Raton, London, New York: CRC Press 2015:49–68.
23. Belyaev I. Electromagnetic field effects on cells and cancer risks from mobile communication. In: Rosch PJ, editor. *Bioelectromagnetic and subtle energy medicine*, 2nd ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2015:517–39.
24. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer (IARC), 2013:480. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 102. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/>.
25. Vecchia P. ICNIRP and international standards. London (GB): Conference EMF and Health, 2008:28. Available at: http://archive.radiationresearch.org/conference/downloads/021145_vecchia.pdf.
26. Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL. Evaluation of specific absorption rate as a dosimetric quantity for electromagnetic fields bioeffects. *PLoS One* 2013;8(6):e62663.
27. Belyaev I. Dependence of non-thermal biological effects of microwaves on physical and biological variables: implications for reproducibility and safety standards [Internet]. In: Giuliani L, Soffritti M, editors. *Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter*. Bologna (IT): Ramazzini institute, 2010. *European Journal of Oncology – Library Vol. 5*, pp 187–218. Available at: <http://www.icems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNH11B49KH.DTL>.
28. Grigoriev YG, Stepanov VS, Nikitina VN, Rubtcova NB, Shafirkin AV, et al. ISTC Report. Biological effects of radiofrequency electromagnetic fields and the radiation guidelines. Results of experiments performed in Russia/Soviet Union. Moscow: Institute of Biophysics, Ministry of Health, Russian Federation, 2003.
29. SanPiN 2.2.4/2.1.8. Radiofrequency electromagnetic radiation (RF EMR) under occupational and living conditions. Moscow: Minzdrav. [2.2.4/2.1.8.055–96] 1996.
30. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer (IARC), 2002:445. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, VOL 80. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol80/>.
31. Oberfeld G. Precaution in Action – Global Public Health Advice Following BioInitiative 2007. In Sage C, Carpenter DO, editors. *BioInitiative Report 2012: A Rationale for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)*, 2012. Available at: <http://www.bioinitiative.org>.
32. International Commission for electromagnetic safety (ICEMS), Resolutions. Available at: <http://www.icems.eu/resolution.htm>.
33. Radiofrequency electromagnetic radiation and the health of Canadians. Report of the Standing Committee on Health, JUNE 2015, Parliament of Canada, Ottawa, Ontario. Available at: <http://www.parl.gc.ca/content/hoc/Committee/412/HESA/Reports/RP8041315/hesarp13/hesarp13-e.pdf>.
34. Havas M. International expert’s Perspective on the Health Effects of Electromagnetic Fields (EMF) and Electromagnetic Radiation (EMR) [Internet]. Peterborough, ON, (CD): 2011 June 11 (updated 2014 July). Available at: <http://www.magdahavas.com/international-experts-perspective-on-the-health-effects-of-electromagnetic-fields-emf-and-electromagnetic-radiation-emr/>.

35. European Environmental Agency. Radiation risk from everyday devices assessed [Internet]. Copenhagen (DK): 2007 Sept 17. Available at: <http://www.eea.europa.eu/highlights/radiationrisk-from-everyday-devices-assessed>.
36. European Environmental Agency. Health risks from mobile phone radiation – why the experts disagree [Internet]. Copenhagen (DK): 2011 Oct 12. Available at: <http://www.eea.europa.eu/highlights/health-risks-from-mobile-phone>.
37. European Environmental Agency. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation [Internet]. Copenhagen (DK): 2013 Jan 23. EEA Report No 1/2013. Available at: <http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>.
38. EU Parliament. Report on health concerns associated with electromagnetic fields. Brussels (BE): Committee on the Environment, Public Health and Food Safety of the European Parliament. Rapporteur: Frederique Ries (2008/2211(INI)) [Internet]. Available at: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A6-2009-0089+0+DOC+PDF+V0//EN>.
39. EU Parliament. European Parliament resolution of 2 April 2009 on health concerns associated with electromagnetic fields [Internet]. Brussels (BE): European Parliament, 2009 Apr 2. Available at: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2009-0216+0+DOC+XML+V0//EN>.
40. Fragopoulou A, Grigoriev Y, Johansson O, Margaritis LH, Morgan L, et al. Scientific panel on electromagnetic field health risks: consensus points, recommendations, and rationales. *Environ Health* 2010;25(4):307–17.
41. Gesichtspunkte zur aktuellen gesundheitlichen Bewertung des Mobilfunks. Empfehlung des Obersten Sanitätsrates. Ausgabe 05/14; Bundesministerium für Gesundheit. Vienna (AT). Available at: http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/1/9/2/CH1238/CMS1202111739767/mobilfunk_osr_empfehlungen.pdf.
42. Council of Europe – Parliamentary Assembly. The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment. Resolution, Doc. 1815, Text adopted by the Standing Committee, acting on behalf of the Assembly, on 27 May 2011 [Internet]. Available at: <http://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-en.asp?fileid=17994&lang=en>.
43. Dean AL, Rea WJ. American Academy of Environmental Medicine Recommendations Regarding Electromagnetic and Radiofrequency Exposure [Internet]. Wichita, KS (US): Executive Committee of the American Academy of Environmental Medicine, 2012 July 12. Available at: <https://www.aeonline.org/pdf/AAEMEMFmedicalconditions.pdf>.
44. Federal Public Service (FPS) Health, Food Chain Safety and Environment. Mobile phones and children-New regulation for the sale of mobile phones as of 2014 [Internet]. Brussels (BE): Federal Public Service (FPS) Health, Food Chain Safety and Environment, 2016 Jan 12. Available at: <http://www.health.belgium.be/en/mobile-phones-and-children>.
45. Assemblée Nationale. PROPOSITION DE LOI relative à la sobriété, à la transparence, à l'information et à la concertation en matière d'exposition aux ondes électromagnétiques. Paris (FR): Assemblée Nationale, France, 2015 Jan 29. Available at: <http://www.assemblee-nationale.fr/14/pdf/ta/ta0468.pdf>.
46. Blank M, Havas M, Kelley E, Lai H, Moskowitz JM. International EMF Scientist Appeal [Internet]. 2015 May 11. Available at: <https://www.emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>.
47. International Scientific Declaration on Electromagnetic Hypersensitivity and Multiple Chemical Sensitivity. Following the 5th Paris Appeal Congress that took place on the 18th of May, 2015 at the Royal Academy of Medicine, Brussels, Belgium. Available at: <http://appel-de-paris.com/wp-content/uploads/2015/09/Statement-EN.pdf>.
48. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979;109(3):273–84.
49. Robinette CD, Silverman C, Jablon S. Effects upon health of occupational exposure to microwave radiation (radar). *Am J Epidemiol* 1980;112:39–53.
50. Ahlbom A, Day N, Feychting M, Roman E, Skinner J, et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 2000;83(5):692–8.
51. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. *Epidemiology* 2000;11(6):624–34.
52. Kheifets L, Ahlbom A, Crespi CM, Draper G, Hagihara J, et al. Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 2010;103(7):1128–35.
53. Zhao L, Liu X, Wang C, Yan K, Lin X, et al. Magnetic fields exposure and childhood leukemia risk: a meta-analysis based on 11,699 cases and 13,194 controls. *Leuk Res* 2014;38(3):269–74.
54. Yang Y, Jin X, Yan C, Tian Y, Tang J, et al. Case-only study of interactions between DNA repair genes and low-frequency electromagnetic fields in childhood acute leukemia. *Leuk Lymphoma* 2008;29(12):2344.
55. Kundi M. Evidence for childhood cancers (Leukemia). In: Sage C, Carpenter DO, editors. *The BioInitiative Report 2012. A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)*, 2012, <http://www.bioinitiative.org/>.
56. Sage C. Summary for the public. In: Sage C, Carpenter DO, editors. *The BioInitiative Report 2012. A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)*, 2012. Available at: <http://www.bioinitiative.org>.
57. Hardell L, Nasman A, Pahlson A, Hallquist A, Hansson Mild K. Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case-control study. *Int J Oncol* 1999;15(1):113–6.
58. Coureau G, Bouvier G, Lebailly P, Fabbro-Peray P, Gruber A, et al. Mobile phone use and brain tumours in the CERENAT case-control study. *Occup Environ Med* 2014;71(7):514–22.
59. Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Mild KH. Case-control study of the association between malignant brain tumours diagnosed between 2007 and 2009 and mobile and cordless phone use. *Int J Oncol* 2013;43(6):1833–45.
60. Hardell L, Carlberg M, Soderqvist F, Mild KH. Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997–2003 and 2007–2009 and use of mobile and cordless phones. *Int J Oncol* 2013;43(4):1036–44.
61. Hardell L, Carlberg M. Using the Hill viewpoints from 1965 for evaluating strengths of evidence of the risk for brain tumours associated with use of mobile and cordless phones. *Rev Environ Health* 2013;28:97–106.
62. Carlberg M, Hardell L. Decreased survival of glioma patients with astrocytoma grade IV (glioblastoma multiforme) associated with long-term use of mobile and cordless phones. *Int J Environ Res Public Health* 2014;11(10):10790–805.
63. Hardell L, Carlberg M. Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma – Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997–2003 and 2007–2009. *Pathophysiology* 2015;22(1):1–13.
64. West JG, Kapoor NS, Liao SY, Chen JW, Bailey L, et al. Multifocal breast cancer in young women with prolonged contact between their breasts and their cellular phones. *Case Rep Med* 2013;2013:354682.
65. Levis AG, Gennaro V, Garbisa S. Business bias as usual: the case of electromagnetic pollution. In: Elsner W, Frigato P, Ramazzotti P, editors. *Social Costs Today. Institutional Economics and Contemporary Crises*. London and New York: Routledge (Taylor & Francis Group), 2012:225–68.

66. Lai H. Genetic Effects of Non-Ionizing Electromagnetic Fields Bioinitiative 2012: A Rationale for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF). Sage C and Carpenter DO. <http://www.bioinitiative.org/>: 1-59.
67. Huss A, Egger M, Hug K, Huwiler-Muntener K, Roosli M. Source of funding and results of studies of health effects of mobile phone use: systematic review of experimental studies. *Cien Saude Colet* 2008;13(3):1005-12.
68. Apollonio F, Liberti M, Paffi A, Merla C, Marracino P, et al. Feasibility for microwaves energy to affect biological systems via nonthermal mechanisms: a systematic approach. *IEEE Trans Microw Theory Tech* 2013;61(5):2031-45.
69. Cucurachi S, Tamis WL, Vijver MG, Peijnenburg WJ, Bolte JF, et al. A review of the ecological effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF). *Environ Int* 2013;51:116-40.
70. Belyaev IY, Alipov YD, Harms-Ringdahl M. Effects of weak ELF on E-coli cells and human lymphocytes: role of genetic, physiological, and physical parameters. In: Bersani F, editor. *Electricity and magnetism in biology and medicine*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publ, 1999:481-4.
71. Belyaev IY, Alipov ED. Frequency-dependent effects of ELF magnetic field on chromatin conformation in *Escherichia coli* cells and human lymphocytes. *Biochim Biophys Acta* 2001;1526(3):269-76.
72. Sarimov R, Alipov ED, Belyaev IY. Fifty hertz magnetic fields individually affect chromatin conformation in human lymphocytes: dependence on amplitude, temperature, and initial chromatin state. *Bioelectromagnetics* 2011;32(7):570-9.
73. Belyaev IY, Hillert L, Protopopova M, Tamm C, Malmgren LO, et al. 915 MHz microwaves and 50 Hz magnetic field affect chromatin conformation and 53BP1 foci in human lymphocytes from hypersensitive and healthy persons. *Bioelectromagnetics* 2005;26(3):173-84.
74. Markova E, Hillert L, Malmgren L, Persson BR, Belyaev IY. Microwaves from GSM Mobile Telephones Affect 53BP1 and gamma-H2AX Foci in Human Lymphocytes from Hypersensitive and Healthy Persons. *Environ Health Perspect* 2005;113(9):1172-7.
75. Belyaev IY, Markova E, Hillert L, Malmgren LO, Persson BR. Microwaves from UMTS/GSM mobile phones induce long-lasting inhibition of 53BP1/g-H2AX DNA repair foci in human lymphocytes. *Bioelectromagnetics* 2009;30(2):129-41.
76. Sarimov R, Malmgren LO, Markova E, Persson BR, Belyaev IY. Nonthermal GSM microwaves affect chromatin conformation in human lymphocytes similar to heat shock. *IEEE Trans Plasma Sci* 2004;32(4):1600-8.
77. Markova E, Malmgren LOG, Belyae IY. Microwaves from mobile phones inhibit 53BP1 focus formation in human stem cells more strongly than in differentiated cells: possible mechanistic link to cancer risk. *Environ Health Perspect* 2010;118(3):394-9.
78. World Health Organization (WHO). Radiofrequency and microwaves. *Environmental Health Criteria* 16, Geneva (CH): WHO, 1981. Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc016.htm>.
79. World Health Organization (WHO). Extremely low frequency (ELF) fields. *Environmental Health Criteria* 35, Geneva (CH): WHO, 1984. Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc35.htm>.
80. Haynal A, Regli F. Zusammenhang der amyotrophischen Lateralsklerose mit gehauften Elektrotraumata [Amyotrophic lateral sclerosis associated with accumulated electric injury]. *ConfinNeurol* 1964;24:189-98.
81. Şahin A, Aslan A, Baş O, İkinici A, Ozyılmaz C, et al. Deleterious impacts of a 900-MHz electromagnetic field on hippocampal pyramidal neurons of 8-week-old Sprague Dawley male rats. *Brain Res* 2015;1624:232-8.
82. Schliephake E. Arbeitsergebnisse auf dem Kurzwellengebiet [Work results in the area of short waves]. *Dtsch Med Wochenschr* 1932;58(32):1235-41.
83. Sadchikova MN. State of the nervous system under the influence of UHF. In: Letavet AA, Gordon ZV, editors. *The biological action of ultrahigh frequencies*. Moscow: Academy of Medical Sciences, 1960:25-9.
84. Von Klitzing L. Low-frequency pulsed electromagnetic fields influence EEG of man. *Phys Medica* 1995;11:77-80.
85. Reiser H, Dimpfel W, Schober F. The influence of electromagnetic fields on human brain activity. *Eur J Med Res* 1995;1(1):27-32.
86. Roschke J, Mann K. No short-term effects of digital mobile radio telephone on the awake human electroencephalogram. *Bioelectromagnetics* 1997;18(2):172-6.
87. Hietanen M, Kovalta T, Hamalainen AM. Human brain activity during exposure to radiofrequency fields emitted by cellular phones. *Scand J Work Environ Health* 2000;26(2):87-92.
88. Croft R, Chandler J, Burgess A, Barry R, Williams J, et al. Acute mobile phone operation affects neural function in humans. *Clin Neurophysiol* 2002;113(10):1623-32.
89. Kramarenko AV, Tan U. Effects of high-frequency electromagnetic fields on human EEG: a brain mapping study. *Int J Neurosci* 2003;113(7):1007-19.
90. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Curcio G, Fini R, et al. Mobile phone emission modulates interhemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms. *Eur J Neurosci* 2007;25(6):1908-13.
91. Vecchio F, Babiloni C, Ferreri F, Buffo P, Cibelli G, et al. Mobile phone emission modulates inter-hemispheric functional coupling of EEG alpha rhythms in elderly compared to young subjects. *Clin Neurophysiol* 2010;121(2):163-71.
92. Vecchio F, Buffo P, Sergio S, Iacoviello D, Rossini PM, et al. Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of α rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans. *Clin Neurophysiol* 2012;123(1):121-8.
93. Perentos N, Croft RJ, McKenzie RJ, Cvetkovic D, Cosic I. The effect of GSM-like ELF radiation on the alpha band of the human resting EEG. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2008;1:5680-3.
94. Trunk A, Stefanics G, Zentai N, Kovacs-Balint Z, Thuroczky G, et al. No effects of a single 3G UMTS mobile phone exposure on spontaneous EEG activity, ERP correlates, and automatic deviance detection. *Bioelectromagnetics* 2013;34(1):31-42.
95. Ghosn R, Yahia-Cherif L, Hugueville L, Ducorps A, Lemarchal JD, et al. Radiofrequency signal affects alpha band in resting electroencephalogram. *J Neurophysiol* 2015;113(7):2753-9.
96. Roggeveen S, van Os J, Viechtbauer W, Lousberg R. EEG changes due to experimentally induced 3G mobile phone radiation. *PLoS One* 2015;10(6):e0129496.
97. Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Effects of microwaves emitted by cellular phones on human slow brain potentials. *Bioelectromagnetics* 1998;19(6):384-7.
98. Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Microwaves emitted by cellular telephones affect human slow brain potentials. *Eur J Appl Physiol* 2000;81(1-2):18-27.
99. Hladky A, Musil J, Roth Z, Urban P, Blazkova V. Acute effects of using a mobile phone on CNS functions. *Cent Eur J Public Health* 1999;7(4):165-7.
100. Hamblin DL, Wood AW, Croft RJ, Stough C. Examining the effects of electromagnetic fields emitted by GSM mobile phones on human event-related potentials and performance during an auditory task. *Clin Neurophysiol* 2004;115(1):171-8.
101. Yuasa K, Arai N, Okabe S, Tarusawa Y, Nojima T, et al. Effects of thirty minutes mobile phone use on the human sensory cortex. *Clin Neurophysiol* 2006;117:900-5.
102. Bak M, Dudarewicz A, Zmysłony M, Sliwinska-Kowalska M. Effects of GSM signals during exposure to event related potentials (ERPs). *Int J Occup Med Environ Health* 2010;23(2):191-9.
103. Maganioti AE, Hountala CD, Papageorgiou CC, Kyprianou MA, Rabavilas AD, et al. Principal component analysis of the P600

- waveform: RF and gender effects. *Neurosci Lett* 2010;478(1):19–23.
104. Trunk A, Stefanics G, Zentai N, Bacskay I, Felinger A, et al. Lack of interaction between concurrent caffeine and mobile phone exposure on visual target detection: an ERP study. *Pharmacol Biochem Behav* 2014;124:412–20.
 105. Mann K, Roschke J. 1996. Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. *Neuropsychobiology* 1996;33(1):41–7.
 106. Borbely AA, Huber R, Graf T, Fuchs B, Gallmann E, et al. Pulsed high-frequency electromagnetic field affects human sleep and sleep electroencephalogram. *Neurosci Lett* 1999;275(3):207–10.
 107. Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, et al. Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG. *Neuroreport* 2000;11(15):3321–5.
 108. Huber R, Treyer V, Borbely AA, Schuderer J, Gottselig JM, et al. Electromagnetic fields, such as those from mobile phones, alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG. *J Sleep Res* 2002;11:289–95.
 109. Huber R, Schuderer J, Graf T, Jutz K, Borbely AA, et al. Radio frequency electromagnetic field exposure in humans: Estimation of SAR distribution in the brain, effects on sleep and heart rate. *Bioelectromagnetics* 2003;24(4):262–76.
 110. Regel SJ, Tinguely G, Schuderer J, Adam M, Kuster N, et al. Pulsed radio-frequency electromagnetic fields: dose-dependent effects on sleep, the sleep EEG and cognitive performance. *J Sleep Res* 2007;16(3):253–8.
 111. Fritzer G, Goder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, et al. Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects. *Bioelectromagnetics* 2007;28(4):316–25.
 112. Lowden A, Akerstedt T, Ingre M, Wiholm C, Hillert L, et al. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phonerelated symptoms. *Bioelectromagnetics* 2011;32(1):4–14.
 113. Loughran SP, McKenzie RJ, Jackson ML, Howard ME, Croft RJ. Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: rethinking the problem. *Bioelectromagnetics* 2012;33(1):86–93.
 114. Schmid MR, Loughran SP, Regel SJ, Murbach M, Bratic Grunauer A, et al. Sleep EEG alterations: effects of different pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. *J Sleep Res* 2012;21(1):50–58.
 115. Schmid MR, Murbach M, Lustenberger C, Maire M, Kuster N, et al. Sleep EEG alterations: effects of pulsed magnetic fields versus pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields. *J Sleep Res* 2012;21(6):620–9.
 116. Nakatani-Enomoto S, Furubayashi T, Ushiyama A, Groiss SJ, Ueshima K, et al. Effects of electromagnetic fields emitted from W-CDMA-like mobile phones on sleep in humans. *Bioelectromagnetics* 2013;34(8):589–8.
 117. Lustenberger C, Murbach M, Durr R, Schmid MR, Kuster N, et al. Stimulation of the brain with radiofrequency electromagnetic field pulses affects sleep-dependent performance improvement. *Brain Stimul* 2013;6(5):805–11.
 118. Lustenberger C, Murbach M, Tushaus L, Wehrle F, Kuster N, et al. Inter-individual and intra-individual variation of the effects of pulsed RF EMF exposure on the human sleep EEG. *Bioelectromagnetics* 2015;36(3):169–77.
 119. Danker-Hopfe H, Dorn H, Bolz T, Peter A, Hansen ML, et al. Effects of mobile phone exposure (GSM 900 and WCDMA/UMTS) on polysomnography based sleep quality: An intra- and inter-individual perspective. *Environ Res* 2015;145:50–60.
 120. Preece AW, Iwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, et al. Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. *Int J Radiat Biol* 1999;75(4):447–56.
 121. Koivisto M, Revonsuo A, Krause C, Haarala C, Sillanmaki L, et al. Effects of 902 MHz electromagnetic field emitted by cellular telephones on response times in humans. *Neuroreport* 2000;11(2):413–5.
 122. Edelstyn N, Oldershaw A. The acute effects of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *Neuroreport* 2002;13(1):119–21.
 123. Lee TM, Lam PK, Yee LT, Chan CC. The effect of the duration of exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on human attention. *Neuroreport* 2003;14(10):1361–4.
 124. Curcio G, Ferrara M, De Gennaro L, Cristiani R, D'Inzeo G, et al. Time-course of electromagnetic field effects on human performance and tympanic temperature. *Neuroreport* 2004;15(1):161–4.
 125. Schmid G, Sauter C, Stepanyk R, Lobentanz IS, Zeitlhofer J. No influence on selected parameters of human visual perception of 1970 MHz UMTS-like exposure. *Bioelectromagnetics* 2005;26(4):243–50.
 126. Cinel C, Boldini A, Russo R, Fox E. Effects of mobile phone electromagnetic fields on an auditory order threshold task. *Bioelectromagnetics* 2007;28(6):493–6.
 127. Luria R, Eliyahu I, Hareuveny R, Margalio M, Meiran N. Cognitive effects of radiation emitted by cellular phones: the influence of exposure side and time. *Bioelectromagnetics* 2009;30(3):198–204.
 128. Leung S, Croft RJ, McKenzie RJ, Iskra S, Silber B, et al. Effects of 2G and 3G mobile phones on performance and electrophysiology in adolescents, young adults and older adults. *Clin Neurophysiol* 2011;122(11):2203–16.
 129. Mortazavi SM, Rouintan MS, Taeb S, Dehghan N, Ghaffarpanah AA, et al. Human short-term exposure to electromagnetic fields emitted by mobile phones decreases computer-assisted visual reaction time. *Acta Neurol Belg* 2012;112(2):171–5.
 130. Wallace D, Eltiti S, Ridgewell A, Garner K, Russo R, et al. Cognitive and physiological responses in humans exposed to a TETRA base station signal in relation to perceived electromagnetic hypersensitivity. *Bioelectromagnetics* 2012;33(1):23–39.
 131. Sauter C, Eggert T, Dorn H, Schmid G, Bolz T, et al. Do signals of a hand-held TETRA transmitter affect cognitive performance, well-being, mood or somatic complaints in healthy young men? Results of a randomized double-blind cross-over provocation study. *Environ Res* 2015;140:85–94.
 132. Volkow ND, Tomasi D, Wang GJ, Vaska P, Fowler JS, et al. Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism. *JAMA* 2011;305(8):808–13.
 133. Kwon MS, Vorobyev V, Kannala S, Laine M, Rinne JO, et al. GSM mobile phone radiation suppresses brain glucose metabolism. *J Cereb Blood Flow Metab* 2011;31(12):2293–301.
 134. Huber R, Treyer V, Schuderer J, Berthold T, Buck A, et al. Exposure to pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields affects regional cerebral blood flow. *Eur J Neurosci* 2005;21(4):1000–6.
 135. Aalto S, Haarala C, Bruck A, Sipila H, Hamalainen H, et al. Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *J Cereb Blood Flow Metab* 2006;26(7):885–90.
 136. Sienkiewicz ZJ, Blackwell RP, Haylock RG, Saunders RD, Cobb BL. Low-level exposure to pulsed 900 MHz microwave radiation does not cause deficits in the performance of a spatial learning task in mice. *Bioelectromagnetics* 2000;21(3):151–8.
 137. Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A, Stylianopoulou F, Koussoulakos SL, et al. Whole body exposure with GSM 900 MHz affects spatial memory in mice. *Pathophysiology* 2010;17(3):179–87.
 138. Aldad TS, Gan G, Gao XB, Taylor HS. Fetal radiofrequency radiation exposure from 800–1900 MHz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice. *Sci Res* 2012;2:312.
 139. Sharma A, Sisodia R, Bhatnagar D, Saxena VK. Spatial memory and learning performance and its relationship to protein synthesis of Swiss albino mice exposed to 10 GHz microwaves. *Int J Radiat Biol* 2013;90(1):29–35.

140. Shirai T, Imai N, Wang J, Takahashi S, Kawabe M, et al. Multigenerational effects of whole body exposure to 2.14-GHz W-CDMA cellular phone signals on brain function in rats. *Bioelectromagnetics* 2014;35(7):497–511.
141. Hu S, Peng R, Wang C, Wang S, Gao Y, et al. Neuroprotective effects of dietary supplement Kang-fu-ling against highpower microwave through antioxidant action. *Food Funct* 2014;5(9):2243–51.
142. Sokolovic D, Djordjevic B, Kocic G, Babovic P, Ristic G, et al. The effect of melatonin on body mass and behaviour of rats during an exposure to microwave radiation from mobile phone. *Bratisl Lek Listy* 2012;113(5):265–9.
143. Lai H. Neurological effects of non-ionizing electromagnetic fields. In: Sage C, Carpenter DO, editors. *The bioinitiative report 2012, a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF)*, 2012. Available at: <http://www.bioinitiative.org>.
144. Adey WR. Evidence for cooperative mechanisms in the susceptibility of cerebral tissue to environmental and intrinsic electric fields. In: Schmitt FO, Schneider DN, Crothers DM, editors. *Functional linkage in biomolecular systems*. New York: Raven Press, 1975:325–42.
145. Bawin SM, Sheppard AR, Adey WR. Possible mechanisms of weak electromagnetic field coupling in brain tissue. *Bioelectrochem Bioenerg* 1978;5:67–76.
146. Blackman CF, Benane SG, Kinney LS, Joines WT, House DE. Effects of ELF fields on calcium ion efflux from brain tissue in vitro. *Radiat Res* 1982;92:510–20.
147. Adey WR. Tissue interactions with nonionizing electromagnetic fields. *Physiol Rev* 1981;61(2):435–514.
148. Shin EJ, Jeong JH, Kim HJ, Jang CG, Yamada K, et al. Exposure to extremely low frequency magnetic fields enhances locomotor activity via activation of dopamine D1-like receptors in mice. *J Pharmacol Sci* 2007;105(4):367–71.
149. Shin EJ, Nguyen XK, Nguyen TT, Pham DT, Kim HC. Exposure to extremely low frequency magnetic fields induces fos-related antigen-immunoreactivity via activation of dopaminergic D1 receptor. *Exp Neurobiol* 2011;20(3):130–6.
150. Wang LF, Li X, Gao YB, Wang SM, Zhao L, et al. Activation of VEGF/Flk-1-ERK pathway induced blood-brain barrier injury after microwave exposure. *Mol Neurobiol* 2015;52(1): 478–91.
151. Ravera S, Bianco B, Cugnoli C, Panfoli I, Calzia D, et al. Sinusoidal ELF magnetic fields affect acetylcholinesterase activity in cerebellum synaptosomal membranes. *Bioelectromagnetics* 2010;31(4):270–6.
152. Fournier NM, Mach QH, Whissell PD, Persinger MA. Neurodevelopmental anomalies of the hippocampus in rats exposed to weak intensity complex magnetic fields throughout gestation. *Int J Dev Neurosci* 2012;30(6):427–33.
153. Gavalas RJ, Walter DO, Hamner J, Adey WR. Effect of low-level, low-frequency electric fields on EEG and behavior in Macaca nemestrina. *Brain Res* 1970;18:491–501.
154. Anderson LE, Phillips ED. Biological effects of electric fields: an overview. In: Gandolfo M, Michaelson S, Rindi A, editors. *Biological effects and dosimetry of static and ELF electromagnetic fields*. New York: Plenum Press, 1984.
155. Balassa T, Szemerszky R, Bardos G. Effect of short-term 50 Hz electromagnetic field exposure on the behavior of rats. *Acta Physiol Hung* 2009;96(4):437–48.
156. Dimitrijević D, Savić T, Anđelković M, Prolić Z, Janać B. Extremely low frequency magnetic field (50 Hz, 0.5 mT) modifies fitness components and locomotor activity of *Drosophila subobscura*. *Int J Radiat Biol* 2014;90(5):337–43.
157. He LH, Shi HM, Liu TT, Xu YC, Ye KP, et al. Effects of extremely low frequency magnetic field on anxiety level and spatial memory of adult rats. *Chin Med J (Engl)* 2011;124(20):3362–6.
158. Korpinar MA, Kalkan MT, Tuncel H. The 50 Hz (10 mT) sinusoidal magnetic field: effects on stress-related behavior of rats. *Bratisl Lek Listy* 2012;113(9):521–4.
159. Salunke BP, Umathe SN, Chavan JG. Involvement of NMDA receptor in low-frequency magnetic field-induced anxiety in mice. *Electromagn Biol Med* 2014;33(4):312–26.
160. Szemerszky R, Zelena D, Barna I, Bardos G. Stress-related endocrinological and psychopathological effects of short- and long-term 50Hz electromagnetic field exposure in rats. *Brain Res Bull* 2010;81(1):92–9.
161. Kitaoka K, Kitamura M, Aoi S, Shimizu N, Yoshizaki K. Chronic exposure to an extremely low-frequency magnetic field induces depression-like behavior and corticosterone secretion without enhancement of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in mice. *Bioelectromagnetics* 2013;34(1):43–51.
162. Stevens P. Affective response to 5 microT ELF magnetic field-induced physiological changes. *Bioelectromagnetics* 2007;28(2):109–14.
163. Ross ML, Koren SA, Persinger MA. Physiologically patterned weak magnetic fields applied over left frontal lobe increase acceptance of false statements as true. *Electromagn Biol Med* 2008;27(4):365–71.
164. Nishimura T, Tada H, Guo X, Murayama T, Teramukai S, et al. A 1- μ T extremely low-frequency electromagnetic field vs. Sham control for mild-to-moderate hypertension: a double-blind, randomized study. *Hypertens Res* 2011;34(3):372–7.
165. Huss A, Koeman T, Kromhout H, Vermeulen R. Extremely low frequency magnetic field exposure and parkinson's disease—a systematic review and meta-analysis of the data. *Int J Environ Res Public Health* 2015;12(7):7348–56.
166. Zhou H, Chen G, Chen C, Yu Y, Xu Z. Association between extremely low-frequency electromagnetic fields occupations and amyotrophic lateral sclerosis: a meta-analysis. *PLoS One* 2012;7(11):e48354.
167. Vergara X, Kheifets L, Greenland S, Okusuzyan S, Cho YS, et al. Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and neurodegenerative disease: a meta-analysis. *J Occup Environ Med* 2013;55(2):135–46.
168. Kundi M, Hutter HP. Umwelthygienische Bewertung des Berichtes zur Bestimmung der Feldstärken niederfrequenter magnetischer Wechselfelder im Bereich der 110 kV Hochspannungsleitung im Siedlungsbereich der Gemeinde Kottlingbrunn von Dr.-Ing. Dietrich Moldan vom 20.8.2014 [Internet]. Kottlingbrunn(AT): Gemeinde Kottinbrunn, 2014:69–104. Available at: www.kottlingbrunn.or.at/system/web/GetDocument.aspx?fileid=972861.
169. Stam R. Electromagnetic fields and the blood-brain barrier. *Brain Res Rev* 2010;65(1):80–97.
170. Nittby H, Brun A, Stromblad S, Moghadam MK, Sun W, et al. Nonthermal GSM RF and ELF EMF effects upon rat BBB permeability. *Environmentalist* 2011; 31(2):140–8.
171. Salford LG, Nittby H, Persson BRR. Effects of electromagnetic fields from wireless communication upon the blood-brain barrier. In: Sage C, Carpenter DO. *The BioInitiative Report 2012: A Rationale for a Biologically based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF)*. Available at: <http://www.bioinitiative.org/>: 1–52.
172. Zhou JX, Ding GR, Zhang J, Zhou YC, Zhang YJ, et al. Detrimental effect of electromagnetic pulse exposure on permeability of in vitro blood-brain-barrier model. *Biomed Environ Sci* 2013;26(2):128–37.
173. Tang J, Zhang Y, Yang L, Chen Q, Tan L, et al. Exposure to 900 MHz electromagnetic fields activates the mcp-1/ERK pathway and causes blood-brain barrier damage and cognitive impairment in rats. *Brain Res* 2015;1601:92–101.
174. Masuda H, Hirota S, Ushiyama A, Hirata A, Arima T, et al. No dynamic changes in blood-brain barrier permeability occur in developing rats during local cortex exposure to microwaves. *In Vivo* 2015;29(3):351–7.
175. Sage C. Summary table 1-1. In: Sage C, DO Carpenter (editors.), *The BioInitiative Report 2012: a rationale for a biologically-based*

- public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF), 2012. Available at: <http://www.bioinitiative.org/>.
176. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertil Steril* 2008;89(1):124–8.
 177. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, et al. Effect of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMF) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro study. *Fertil Steril* 2009;92(4):1318–25.
 178. Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med* 2007;14(1):169–72.
 179. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One* 2009;4(7):e6446.
 180. Fejes I, Zavacki Z, Szollosi J, Koloszar Daru J, Kovacs L, et al. Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl* 2005;51(5):385–93.
 181. Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM, King BV. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int J Androl* 2005;28(3):171–9.
 182. Kumar S, Behari J, Sisodia R. Impact of Microwave at X-Band in the aetiology of male infertility. *Electromagnetic Electromagn Biol Med* 2012;31(3):223–32.
 183. Aitken RJ, Koopman P, Lewis SEM. Seeds of concern. *Nature* 2004;432(7013):48–52.
 184. Erogul O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, et al. Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: an in vitro study. *Arch Med Res* 2006;37(7):840–3.
 185. Dasdag S. Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. *Urol Res* 1999;27(3):219–23.
 186. Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, et al. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril* 2007;88(4):957–64.
 187. Otitoloju AA, Obe IA, Adewale OA, Otubanjo OA, Osunkalu VO. Preliminary study on the reduction of sperm head abnormalities in mice, *Mus musculus*, exposed to radiofrequency radiations from global system for mobile communication base stations. *Bull Environ Contam Toxicol* 2010;84(1):51–4.
 188. Behari J, Kesari KK. Effects of microwave radiations on reproductive system of male rats. *Embryo Talk* 2006;1(Suppl 1):81–5.
 189. Neutra RR, Hristova L, Yost M, Hiatt RA. A nested case-control study of residential and personal magnetic field measures and miscarriages. *Epidemiology* 2002;13(1):21–31.
 190. Li DK, Odouli R, Wi S, Janevic T, Golditch I, et al. A populationbased prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. *Epidemiology* 2002;13(1):9–20.
 191. Roosli M, Moser M, Baldinini Y, Meier M, Braun-Fahrlander C. Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure – a questionnaire survey. *Int J Hyg Environ Health* 2004;207(2):141–50.
 192. Huss A, Kuchenhoff J, Bircher A, Heller P, Kuster H, et al. Symptoms attributed to the environment—a systematic interdisciplinary assessment. *Int J Hyg Environ Health* 2004;207(3):245–54.
 193. Huss A, Kuchenhoff J, Bircher A, Niederer M, Tremp J, et al. Elektromagnetische Felder und Gesundheitsbelastungen – Interdisziplinäre Fallabklarungen im Rahmen eines umweltmedizinischen Beratungsprojektes. *Umweltmed Forsch Prax* 2005;10(1):21–8.
 194. Hagstrom M, Auranen J, Ekman R. Electromagnetic hypersensitive Finns: symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. *Pathophysiology* 2013;20(2):117–22.
 195. Schreier N, Huss A, Roosli M. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed* 2006;51(4):202–9.
 196. Huss A, Roosli M. Consultations in primary care for symptoms attributed to electromagnetic fields—a survey among general practitioners. *BMC Public Health* 2006;6:267.
 197. Ausfeld-Hafter B, Manser R, Kempf D, Brandli I. Komplementärmedizin. Eine Fragebogenerhebung in schweizerischen Arztpraxen mit komplementärmedizinischem Diagnostik- und Therapieangebot. Studie im Auftrag vom Bundesamt für Umwelt. Universität Bern. Kollegiale Instanz für Komplementärmedizin (KIKOM) [Internet]. Bern (CH): Bundesamt für Umwelt. 2006 Oct 5. Available at: <https://www.diagnose-funk.org/publikationen/artikel/detail&newsid=720>.
 198. Leitgeb N, Schrottner J, Bohm M. Does “electromagnetic pollution” cause illness? An inquiry among Austrian general practitioners. *Wien Med Wochenschr* 2005;155(9–10):237–41.
 199. Kato Y, Johansson O. Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: a questionnaire survey. *Pathophysiology* 2012;19(2):95–100.
 200. Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, et al. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *Int J Occup Environ Health* 2010;16(3):263–7.
 201. Carpenter DO. The microwave syndrome or electrohypersensitivity: historical background. *Rev Environ Health* 2015;30(4):217–22.
 202. World Health Organization. Factsheet Nr. 296, Elektromagnetische Felder und Öffentliche Gesundheit – Elektromagnetische Hypersensitivität (Elektrosensibilität) [Internet]. Genf (CH): WHO, 2005 Dec. Available at: http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/ehs_fs_296_german.pdf.
 203. Tresidder A, Bevington M. Electrosensitivity: sources, symptoms, and solutions. In: Rosch PJ, editor. *Bioelectromagnetic and subtle energy medicine*, 2nd ed. Boca Raton, FL, (USA): CRC Press, Taylor & Francis Group Version Date: 20141107, ISBN-13: 978-1-4822-3320-9 (eBook – PDF).
 204. Genuis SJ, Lipp CT. Electromagnetic hypersensitivity: fact or fiction? *Sci Total Environ* 2012;414:103–12.
 205. Johansson O, Liu P-Y. “Electrosensitivity”, “electrosupersensitivity” and “screen dermatitis”: preliminary observations from on-going studies in the human skin. In: Simunic D, editor. *Proceedings of the COST 244: Biomedical Effects of Electromagnetic Fields – Workshop on Electromagnetic Hypersensitivity*. Brussels/Graz: EU/EC (DG XIII) 1995:52–57.
 206. Johansson O, Gangi S, Liang Y, Yoshimura K, Jing C, et al. Cutaneous mast cells are altered in normal healthy volunteers sitting in front of ordinary TVs/PCs – results from open-field provocation experiments. *J Cutan Pathol* 2001;28(10):513–9.
 207. Belpomme D, Campagnac C, Irigaray P. Reliable disease biomarkers characterizing and identifying electrohypersensitivity and multiple chemical sensitivity as two etiopathogenic aspects of a unique pathological disorder. *Rev Environ Health* 2015;30(4):251–71.
 208. Regel SJ, Negovetic S, Roosli M, Berdinas V, Schuderer J, et al. UMTS base station-like exposure, well-being, and cognitive performance. *Environ Health Perspect* 2006;114(8):1270–5.
 209. Zwamborn APM, Vossen SHJA, van Leersum BJAM, Ouwens MA, Makel WN. Effects of global communication system radiofrequency fields on well being and cognitive functions of human subjects with and without subjective complaints. The Hague (NL): TNO Physics and Electronics Laboratory, 2003 Sept, 86p. TNOreport FEL-03-C148. Available at: https://www.salzburg.gv.at/gesundheit/ Documents/tno-fel_report_03148_definitief.pdf.
 210. Eltiti S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, et al. Does short-term exposure to mobile phone base station signals increase symptoms in individuals who report sensitivity to

- electromagnetic fields? A double-blind randomized provocation study. *Environ Health Perspect* 2007;115(11):1603–8.
211. McCarty DE, Carrubba S, Chesson AL, Frilot C, Gonzalez-Toledo E, et al. Electromagnetic hypersensitivity: evidence for a novel neurological syndrome. *Int J Neurosci* 2011;121(12):670–6.
 212. Havas M, Marrongelle J, Pollner B, Kelley E, Rees CR, et al. Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from 2.4 GHz cordless phone affects autonomic nervous system [Internet]. In: Giuliani L, Soffritti M, editors. Non-thermal effects and mechanisms of interaction between electromagnetic fields and living matter. Bologna (IT): Ramazzini institute, 2010. *European Journal of Oncology – Library Vol. 5*. pp 187–218. Available at: <http://www.icems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNHJ1B49KH.DTL>.
 213. Havas M. Radiation from wireless technology affects the blood, the heart, and the autonomic nervous system. *Rev Environ Health* 2013;28(2–3):75–84.
 214. Tuengler A, von Klitzing L. Hypothesis on how to measure electromagnetic hypersensitivity. *Electromagn Biol Med* 2013;32(3):281–90.
 215. Klitzing L. Einfluss elektromagnetischer Felder auf kardiovaskuläre Erkrankungen. *umwelt medizin gesellschaft* 2014;27(1):17–21.
 216. Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M. Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex. *Pathol Biol (Paris)* 2002;50(6):369–73.
 217. Navarro EA, Segura J, Portoles M, Gomez-Perretta de Mateo C. The microwave syndrome: a preliminary study in Spain. *Electromagn Biol Med* 2003;22(2–3):161–9.
 218. Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M. Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med* 2006;63(5):307–13.
 219. Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, et al. Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology* 2007;28(2):434–40.
 220. Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, et al. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med* 2009;66(2):118–23.
 221. Molla-Djafari H, Witke J, Poinstingl G, Brezansky A, Hutter HP, et al. Leitfaden Senderbau -Vorsorgeprinzip bei Errichtung, Betrieb, Um- und Ausbau von ortsfesten Sendeanlagen. Wien (AT): Ärztinnen und Ärzte für eine gesunde Umwelt e.V. (Hrsg.), 2014 Oct. 2. Auflage, 42 p. Available at: www.aegu.net/pdf/Leitfaden.pdf.
 222. Milham S, Stetzer D. Dirty electricity, chronic stress, neurotransmitters and disease. *Electromagn Biol Med* 2013;32(4):500–7.
 223. Blackman C. Evidence for disruption by the modulating signal. In: Sage C, Carpenter DO, editors. *The BioInitiative report 2007: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF)*, 2007. Available at: <http://www.bioinitiative.org/>.
 224. Belyaev I. Evidence for disruption by modulation: role of physical and biological variables in bioeffects of non-thermal microwaves for reproducibility, cancer risk and safety standards. In: Sage C, Carpenter DO, editors. *BioInitiative report 2012: a rationale for a biologically based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF)*, 2012. Available at: <http://www.bioinitiative.org/>.
 225. Matronchik AI, Belyaev IY. Mechanism for combined action of microwaves and static magnetic field: slow non uniform rotation of charged nucleoid. *Electromagn Biol Med* 2008;27:340–54.
 226. Binhi VN, Alipov YD, Belyaev IY. Effect of static magnetic field on E. coli cells and individual rotations of ion-protein complexes. *Bioelectromagnetics* 2001;22(2):79–86.
 227. Premiere reconnaissance d'un handicap du à l'électrosensibilité en France. *Le Monde fr avec AFP* | 25.08.2015. Available at: http://www.lemonde.fr/planete/article/2015/08/25/premiere-reconnaissance-en-justice-d-unhandicap-du-a-l-electrosensibilite_4736299_3244.html.
 228. Abelous D. France has its first radiation-free refuge in the Drome [Internet]. *EURRE/Drome (FR): Agence France Presse (AFP)*, 2009 Oct 9. Available at: http://www.next-up.org/pdf/AFP_France_has_its_first_radiation_free_refuge_in_the_Drome_09_10_2009.pdf.
 229. Ecoforma. Mit einem schadstofffreiem Haus gegen Schlafprobleme [Internet]. Sarleinsbach (AT): Ecoforma, 2014 Sept 9. Available at: <http://www.ecoforma.co.at/holzbau-ecobaulehrbaustelle/>.
 230. Friedmann J, Kraus S, Hauptmann Y, Schiff Y, Seger R. Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. *Biochem J* 2007;405(3):559–68.
 231. Simko M. Cell type specific redox status is responsible for diverse electromagnetic field effects. *Curr Med Chem* 2007;14(10):1141–52.
 232. Pall ML. Explaining “Unexplained Illnesses”: disease paradigm for chronic fatigue syndrome, multiple chemical sensitivity, fibromyalgia, post-traumatic stress disorder, Gulf War Syndrome, and others. New York, NY (US), London (GB): Harrington Park Press/Haworth Press, 2007, ISBN 978-0-7890-2388-9.
 233. Bedard K, Krause KH. The NOX Family of ROS-Generating NADPH oxidases: physiology and pathophysiology. *Physiol Rev* 2007;87(1):245–313.
 234. Pacher P, Beckman JS, Liaudet L. Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. *Physiol Rev* 2007;87(1):315–424.
 235. Desai NR, Kesari KK, Agarwal A. Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reprod Biol Endocrinol* 2009;7:114.
 236. Straub RH, Cutolo M, Buttgerit F, Pongratz G. Energy regulation and neuroendocrine-immune control in chronic inflammatory diseases. *J Intern Med* 2010;267(6):543–60.
 237. Gye MC, Park CJ. Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system. *Clin Exp Reprod Med* 2012;39(1):1–9.
 238. Yakymenko I, Tsybulin O, Sidorik E, Henshel D, Kyrylenko O, et al. Oxidative mechanisms of biological activity of lowintensity radiofrequency radiation. *Electromagn Biol Med* 2015;19:1–16.
 239. Consoles C, Merla C, Marino C, Benassi B. Electromagnetic fields, oxidative stress, and neurodegeneration. *Int J Cell Biol* 2012;2012:683897.
 240. Pall ML. Microwave frequency electromagnetic fields (EMFs) produce widespread neuropsychiatric effects including depression. *J Chem Neuroanat* 2015. pii: S0891-0618(15)00059-9. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2015.08.001. [Epub ahead of print].
 241. Erdal N, Gurgul S, Tamer L, Ayaz L. Effects of long-term exposure of extremely low frequency magnetic field on oxidative/nitrosative stress in rat liver. *J Radiat Res* 2008;49(2):181–7.
 242. De Luca C, Thai JC, Raskovic D, Cesareo E, Caccamo D, et al. Metabolic and genetic screening of electromagnetic hypersensitive subjects as a feasible tool for diagnostics and intervention. *Mediat Inflamm* 2014;2014:924184.
 243. Myhill S, Booth NE, McLaren-Howard J. Chronic fatigue syndrome and mitochondrial dysfunction. *Int J Clin Exp Med* 2009;2(1):1–16.
 244. Muller KE. Stressregulation und Mitochondrienfunktion. *Zs f Orthomol Med* 2012;1:1–13.
 245. Buchner K, Eger H. Veränderung klinisch bedeutsamer Neurotransmitter unter dem Einfluss modulierter hochfrequenter Felder – Eine Langzeiterhebung unter lebensnahen Bedingungen. *umwelt medizin gesellschaft* 2011;24(1):44–57.
 246. Hill HU, Huber W, Muller KE. Multiple-Chemikalien-Sensitivität (MCS) – Ein Krankheitsbild der chronischen Multisystemerkrankungen, umweltmedizinische, toxikologische

- und sozialpolitische Aspekte. Aachen (DE): Shaker-Verlag, 2010 Apr, 3rd edition, 500p. ISBN: 978-3-8322-9046-7.
247. Redmayne M, Johansson O. Could myelin damage from radiofrequency electromagnetic field exposure help explain the functional impairment electrohypersensitivity? A review of the evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2014;17(5):247–58.
 248. Von Baehr V. Rationelle Labordiagnostik bei chronisch entzündlichen Systemerkrankungen. *umwelt medizin gesellschaft* 2012;25(4):244–7.
 249. Warnke U, Hensinger P. Steigende. "Burn-out"-Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks. *umwelt-medizingesellschaft* 2013;26(1):31–8.
 250. Havas M. Dirty electricity elevates blood sugar among electrically sensitive diabetics and may explain brittle diabetes. *Electromagn Biol Med* 2008;27(2):135–46.
 251. Herbert MR, Sage C. Autism and EMF? Plausibility of a pathophysiological link – Part I. *Pathophysiology* 2013;20(3):191–209.
 252. Herbert MR, Sage C. Autism and EMF? Plausibility of a pathophysiological link part II. *Pathophysiology* 2013;20(3):211–34.
 253. Eskander EF, Estefan SF, Abd-Rabou AA. How does long term exposure to base stations and mobile phones affect human hormone profiles? *Clin Biochem* 2012;45(1–2):157–61.
 254. Steiner E, Aufderreggen B, Bhend H, Gilli Y, Kalin P, et al. Erfahrungen des Pilotprojektes „Umweltmedizinisches Beratungsnetz“ des Vereins Aerztinnen und Aerzte für Umweltschutz (AeFU). *Therapeutische Umschau* 2013;70(12):739–45.
 255. Hagstrom M, Auranen J, Johansson O, Ekman R. Reducing electromagnetic irradiation and fields alleviates experienced health hazards of VDU work. *Pathophysiology* 2012;19(2):81–7.
 256. Oberfeld G. Die Veränderung des EMF Spektrums und ihre Folgen. In: *Baubiologische EMF-Messtechnik*. München, Heidelberg (DE): Huthig and Pflaum Verlag, 2012. ISBN 1438-8707.
 257. Berufsverband Deutscher Baubiologen. VDB-Richtlinien, Physikalische Untersuchungen, Band 1: Furth (DE): Verlag ANBUS eV, 2006. 2nd edition. ISBN 3-9808428-6-X.
 258. Virnich M. Gutachten über die messtechnische Untersuchung der Charakteristik von Funksignalen [Internet]. Salzburg (AT): Land Salzburg, 2015 Jun 26, 141p. Available at: <https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/technik.aspx>.
 259. Bundesamt für Umwelt. Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) [Internet]. Bern (CH): Bundesamt für Umwelt, 2010 Mar 4. Available at: <http://www.bafu.admin.ch/elektromog/13893/15175/15257/index.html?lang=de>.
 260. Kundi M, Hutter HP. Mobile phone base stations – Effects on wellbeing and health. *Pathophysiology* 2009;16(2–3):123–35.
 261. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP). Draft Report of NCRP Scientific Committee 89-3 on Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields [Internet]. 1995 Jun 13. Available at: https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/Documents/ncrp_draft_recommendations_on_emf_exposure_guidelines_1995.pdf.
 262. Oberfeld G. Prufkatalog des Fachbereiches Umweltmedizin für das Vorhaben 380kV Freileitung von St. Peter a. H. zum Umspannwerk Salzach Neu (Salzburgleitung) der Verbund-Austrian Power Grid AG. [Internet] Salzburg (AT): Land Salzburg, 2006 Feb 27. Available at: <https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/Documents/Umweltmedizin-Sbg.pdf>.
 263. Baubiologie Maes/Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit (IBN). Building Biology Evaluation Guidelines for Sleeping Areas (SBM-2015). Neuss, Rosenheim (DE): Baubiologie Maes, IBN., 2015 May, 3p. Available at: <http://www.baubiologie.de/site/wp-content/uploads/richtwerte-2015-englisch.pdf>.
 264. Der Schweizerische Bundesrat. Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999 [Internet]. Bern (CH): Der Schweizerische Bundesrat, 2012 Jul 1. Available at: <https://www.admin.ch/opc/de/classifiedcompilation/19996141/index.html>.
 265. TCO Certified Displays 7.0-11 November 2015 [Internet]. TCO Development. Available at: <http://tcodevelopment.com/files/2015/11/TCO-Certified-Displays-7.0.pdf>.
 266. Vignati M, Giuliani L. Radiofrequency exposure near highvoltage lines. *Environ Health Perspect* 1997;105(Suppl 6): 1569–73.
 267. Margaritis LH, Manta AK, Kokkaliaris KD, Schiza D, Alimisis K et al. Drosophila oogenesis as a bio-marker responding to EMF sources. *Electromagn Biol Med* 2014;33(3):165–89.
 268. Gustavs K. Options to minimize non-ionizing electromagnetic radiation exposures (EMF/RF/Static fields) in office environments [Internet]. Victoria, BC (CA): Katharina Consulting, 2008 Nov 14. Available at: http://www.katharinaconsulting.com/s/2008_Gustavs_Low_EMF_Office_Environment.pdf.
 269. Oberfeld G, Gutbier J. Elektromog im Alltag [Internet]. Stuttgart (DE): Diagnose Funk, 2013 Nov 10, 44p. Available at: <https://www.salzburg.gv.at/gesundheitsseiten/infoblaetter.aspx>.
 270. Virnich M. Baubiologische EMF-Messtechnik – Grundlagen der Feldtheorie, Praxis der Feldmesstechnik. München, Heidelberg (DE): Huthig & Pflaum Verlag, 2012. ISBN 1438-8707.
 271. Pauli P, Moldan D. Reduzierung hochfrequenter Strahlung im Bauwesen: Baustoffe und Abschirmmaterialien. Furth (DE): Hrsg. Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V., Verlag ANBUS e.V. 2015. ISBN 978-3-9814025-9-9.
 272. Levy F, Wannag A, editors. Nordic adaptation of classification of occupationally related disorders (diseases and symptoms) to ICD-10 [Internet]. Oslo (NO): Nordic council of ministers, 2000, 53p. DIVS: 2000:839, ISBN: 92-893-0559-2. Available at: http://www.nordclass.se/ICD-10_Nordic%20Occupational_2000.pdf.
 273. Bansal M, Kaushal N. Oxidative stress mechanisms and their modulation. New Delhi (IN): Springer, 2014:167.
 274. Brostoff J, Challacombe S. Food allergy and intolerance. London (GB): Balliere Tindall, 1987.
 275. Andre CM, Larondelle Y, Eners D. Dietary antioxidants and oxidative stress from a human and plant perspective, a review. *Curr Nutr Food Sci* 2010;6(1):2–12.
 276. Bouayed J, Bohn T. Exogenous antioxidants-double edged swords in cellular redox state; health beneficial effects at physiological doses versus deleterious effects at high doses. *Oxid Med Cell Longev* 2010;3(4):228–37.
 277. Hoffmann W, Staller B. Prävention durch richtige Ernährung. *umwelt medizin gesellschaft* 2012;25(2):115–7.
 278. Suzuki YJ, Packer L. Inhibition of NFκB activation by vitamin E derivatives. *Biochem Biophys Res Commun* 1993;193(1):277–83.
 279. Zingg JM. Modulation of signal transduction by vitamin E. *Mol Aspects Med* 2007;28(5–6):481–506.
 280. Yeh SL, Wang HM, Chen PY, Wu TC. Interaction of s-Carotin and flavonoids on the secretion of inflammatory mediators in an in vitro system. *Chem Biol Interact* 2009;179(2–3): 386–93.
 281. Carcamo JM, Pedraza A, Borquez-Ojeda O, Golde DW. Vitamin C suppresses TNF alpha-induced NF kappa B activation by inhibiting I kappa B alpha phosphorylation. *Biochemistry* 2002;41(43):12995–3002.
 282. Carcamo JM, Pedraza A, Borquez-Ojeda O, Zhang B, Sanchez R, et al. Vitamin C is a kinase inhibitor: dehydroascorbic acid inhibits IκappaBα phosphorylation. *Mol Cell Biol* 2004; 24(15):6645–52.
 283. Kyaw M, Yoshizumi M, Tsuchiya K, Suzuki Y, Abe S, et al. Antioxidants inhibit endothelin-1 (1-31)-induced proliferation of vascular smooth muscle cells via the inhibition of

- mitogenactivated protein (MAP) kinase and activator protein-1 (AP-1). *Biochem Pharmacol* 2002;64(10):1521–31.
284. Lubbad A, Oriowo MA, Khan I. Curcumin attenuates inflammation through inhibition of TLR-4 receptor in experimental Colitis. *Mol Cell Biochem* 2009;322(1–2): 127–35.
285. Woo JH, Lim JH, Kim YH, Soh SI, Min DS, et al. Resveratrol inhibits phorbol myristate acetate-induced matrix metalloproteinase-9 expression by inhibiting JNK and PKC delta signal transduction. *Oncogene* 2004;23(10):1845–53.
286. Nonn L, Duong D, Pechl DM. Chemopreventive anti-inflammatory activities of curcumin and other phytochemicals mediated by MAP kinase phosphatase-5 in prostata cells. *Carcinogenesis* 2007;28(6):1188–96.
287. Khan N, Mukhtar H. Multitargeted therapy of cancer by green tee polyphenols. *Cancer Lett* 2008;269(2):269–80.
288. Roskoski R. *Biochemistry*. Philadelphia, PA, USA: W.B. Saunders Company, 1996:530pp.
289. Devlin TM, editor. *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlations*, 5th ed. New York, NY (US): Wiley-Liss, 2002.
290. Rassow J, Hauser K, Netzker, Deutzmann R. *Biochemie*. 2nd ed. Stuttgart (DE): Thieme, 2008:872pp.
291. Muller KE. Genetische Polymorphismen der Catechol-OMethyltransferase (COMT). *umwelt medizin gesellschaft* 2007;20(4):282–8.
292. Rea WJ. *Chemical Sensitivity, Vol. 2: Sources of Total Body Load*, 1st ed. Boca Raton, FL (US): CRC Press/Lewis Publishers, 1994:569pp.
293. Schafer SG, Elsenhans B, Forth W, Schumann K. Metalle. In: Marquardt H, Schafer SG, editors. *Lehrbuch der Toxikologie*. Heidelberg (DE): Spektrum Akademischer Verlag, 1997:504–49pp.
294. Goyer RA, Cherian GM, editors. *Toxicology of Metals*. Berlin, Heidelberg (DE): Springer-Verlag, 1995:467pp.
295. Muller KE. *Immunttoxikologie der Metalle*. *umwelt medizin gesellschaft* 2004;17(4):299–301.
296. Aposian HV, Malorino RM, Gonzales-Ramirez D, Zuniga-Charles M, Xu Z, et al. Mobilization of heavy metals by newer, therapeutically useful chelating agents. *Toxicology* 1995;97(1–3):23–38.
297. Flora SJ, Pachauri V. Chelation in Metal Intoxication. *Int J Environ Res Public Health* 2010;7(7):2745–88.
298. Jennrich P. Detoxifikation von Schwermetallen. *umwelt medizin gesellschaft* 2012;25(4):24–7.
299. Pall ML. Do sauna therapy and exercise act by raising the availability of tetrahydrobiopterin? *Med Hypotheses* 2009;73(4):610–3.
300. Rozanowska M, Jarvis-Evans J, Korytowski W, Boulton ME, Burke JM, et al. Blue-light induced reactivity of retinal age pigment. In vitro generation of oxygen-reactive species. *J Biol Chem* 1995;270(32):18825–30.
301. Tolentino M, Morgan G. Popularity of electronic devices, “greener” light bulbs increases blue light exposure. *Pri Care Optometry News* 2012;18–9.
302. van der Lely S, Frey S, Garbazza C, Wirz-Justice A, Jenni OG, et al. Blue blocker glasses as a countermeasure for alerting effects of evening light-emitting diode screen exposure in male teenagers. *J Adolesc Health* 2015;56(1):113–9.
303. Narimatsu T, Negishi K, Miyake S, Hirasawa M, Osada H, et al. Blue light-induced inflammatory marker expression in the retinal pigment epithelium-choroid of mice and the protective effect of a yellow intraocular lens material in vivo. *Exp Eye Res* 2015;132:48–51.
304. Nishi T, Saeki K, Obayashi K, Miyata K, Tone N, et al. The effect of blue-blocking intraocular lenses on circadian biological rhythm: protocol for a randomised controlled trial (CLOCK-IOL colour study). *BMJ Open* 2015;5(5):e007930.
305. Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H, Haley B. Mercury and autism: accelerating evidence? *Neuro Endocrinol Lett* 2005;26(5):439–46.
306. Mutter J, Naumann J, Guethlin C. Comments on the article “the toxicology of mercury and its chemical compounds” by Clarkson and Magos (2006). *Crit Rev Toxicol* 2007;37(6):537–49; discussion 551–2.
307. Mutter J, Curth A, Naumann J, Deth R, Walach H. Does inorganic mercury play a role in Alzheimer’s disease? A systematic review and an integrated molecular mechanism. *J Alzheimers Dis* 2010;22(2):357–74.
308. Geier DA, King PG, Sykes LK, Geier MR. A comprehensive review of mercury provoked autism. *Indian J Med Res* 2008;128(4):383–411.

Doplnkový materiál: vid’ prílohy