

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 og Roby Thill

EUROPAEM EMF-retningslinjer 2016 for forebyggelse, diagnosticering og behandling af EMF-relaterede helbredsproblemer og sygdomme

ORIGINAL ENGELSK UDGAVE: DOI 10.1515/reveh-2016-0011

DANSK OVERSÆTTELSE: EHS Foreningen, superviseret af lægefaglig rådgiver John Jalving, Speciallæge i Almen Medicin, Lektor emeritus ved Syddansk Universitet

Abstract: Forekomsten af kroniske lidelser og sygdomme som er forbundet med ikke-specifikke symptomer er stigende. Udover kronisk stress i sociale og arbejdsmæssige miljøer er årsagen fysiske og kemiske eksponeringer i hjemmet, på arbejdspladsen og i fritiden eller de er medvirkende miljømæssige stressfaktorer, som den praktiserende læge såvel som andre personalegrupper i sundhedsvæsenet må være opmærksomme på. Det er i dag nødvendigt at tage "nye eksponeringer" som elektromagnetiske felter (EMF) i betragtning. Læger konfronteres i stadigt stigende grad med helbredsproblemer med uidentificerede årsager. Undersøgelser, empiriske observationer og beskrivelser fra patienter viser klart, at der er en forbindelse mellem EMF eksponering og helbredsproblemer. Individuel modtagelighed (sårbarhed) og miljøfaktorer overses ofte. Nye trådløse teknologier og tillægsprodukter er blevet indført uden sikkerhed for deres sundhedsmæssige bivirkninger, og det har givet nye helbredseffekter, hvilket medfører nye udfordringer for lægestanden og samfundet. For eksempel blev spørgsmålet om de såkaldte ikke-

termiske effekter og potentielle langsigtede virkninger af lavdosis eksponeringer stort set ikke undersøgt, før de nye teknologier blev indført. De mest almindelige elektromagnetiske felter eller EMF-kilder er radiofrekvent stråling (RF) (3 MHz og 300 GHz) der udsendes fra radio- og tv-antenner, Wi-Fi access points og routere, personbåret udstyr (f.eks. smartphones og tablets), trådløse telefoner og mobiltelefoner herunder fra deres mastesendere, ladestationer og bluetooth-enheder. Ekstremt lavfrekvente elektriske (ELF EF) og magnetfelter (ELF MF) (3 Hz og 3 kHz) udsendes fra elektriske ledninger, lamper og andre elapparater. Meget lavfrekvente elektriske felter (VLF EF) og magnetfelter (VLF MF) (3 kHz og 3 MHz) udsendes pga. overharmoniske svingninger og spændingsforstyrrelser i elnettet, skabt af f.eks. elledninger, lyspærer (som f.eks. lysstofrør, energi sparepærer), induktionskomfurer, transformere og andet elektronisk udstyr. Der er stærk evidens for, at langvarig eksponering for visse elektromagnetiske felter er en risikofaktor for sygdom så som visse kræftformer, Alzheimers sygdom og infertilitet hos mænd. Desuden anerkendes den nyopdagede sygdom elektromagnetisk hypersensitivitet (EHS) i stigende grad af sundhedsmyndigheder, handicapmyndigheder, sagsbehandlere, politikere såvel som af domstolene.

European Academy for Environmental Medicine (EUROPAEM) EMF arbejdsgruppe:

***Corresponding author: 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 og Hanns Moshhammer: Institute of Environmental Health, Medical University 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

Vi anbefaler, at EHS behandles klinisk som en del af gruppen af kroniske multisystemlidelser og sygdomme (CMI), men fortsat anerkender, at den bagvedliggende årsag er miljøet. I begyndelsen optræder EHS symptomer kun lejlighedsvist, men med tiden kan de stige til tage i såvel hyppighed som sværhedsgrad. Almindelige EHS symptomer omfatter hovedpine, koncentrationsvanskeligheder, søvnproblemer, depression, mangel på energi, udmattethed og influenzalignende symptomer. En omfattende medicinsk sygehistorie (anamnese), som bør inkludere alle symptomer og deres forekomster, i såvel tid og sted sammenholdt med deres forbindelse til EMF eksponering er nøglen til at kunne stille diagnosen. EMF eksponering fastslås normalt ved EMF opmålinger i hjemmet og på arbejdspladsen. Visse typer EMF eksponeringer kan fastslås ved at spørge ind til hvilke almindelige EMF-kilder der er. Det er meget vigtigt at tage den individuelle modtagelighed i betragtning. Den primære behandlingsmetode bør hovedsageligt fokusere på forebyggelse eller reduktion af EMF eksponering, dvs. reducere eller eliminere alle kilder til høj EMF eksponering i hjemmet og på arbejdspladsen. Reducering af EMF eksponering bør også omfatte offentlige steder og institutioner så som skoler, hospitaler, offentlig transport og biblioteker, så personer med EHS ikke forhindres i at bruge dem (dvs. opfylder kravet om tilgængelighed for mennesker med funktionsnedsættelser). Hvis en skadelig EMF eksponering reduceres tilstrækkeligt, har kroppen en mulighed for at restituere sig og EHS-symptomer kan formindskes eller endda helt forsvinde. Mange eksempler har vist, at sådanne tiltag er effektive. For at øge behandlingens effektivitet må den lange række af andre miljøfaktorer, som bidrager til kroppens samlede belastning, adresseres. Alt, hvad der understøtter homeostase vil øge en persons modstandskraft overfor sygdom og således også overfor de skadelige virkninger af eksponering for elektromagnetiske felter. Der er tiltagende evidens for, at EMF eksponering har en betydelig indvirkning på den oxidative og nitrosative reguleringskapacitet hos de berørte personer. Det kan også forklare, hvorfor niveauet af modtagelighed over for EMF eksponeringer kan forandre sig, og hvorfor symptomlisten som folk beskriver ifm. EMF eksponeringer er så lang. Ifølge vores aktuelle forståelse er den bedste behandling en tilgang der minimerer de skadelige virkninger af peroxynitrit – sådan som den i tiltagende grad bruges overfor multisystemlidelser og -sygdomme. Denne vejledning giver et overblik over den nuværende viden om EMF relaterede sundhedsrisici og rådgiver om diagnosticering, behandling og miljømæssige forholdsregler for tilgængelighed med henblik på forbedring og restitution af EHS personers helbred, såvel som udvikling af strategier for forebyggelse.

Nøgleord: *forholdsregler for tilgængelighed, Alzheimer's, kræft, kroniske multisystem-sygdomme (CMI), diagnose, elektrisk, elektromagnetisk felt (EMF), elektromagnetisk hypersensitivitet (EHS), infertilitet, leukæmi, magnetisk, medicinsk retningslinje, nitrosativ stress, ikke-ioniserende, oxidativ stress, peroxynitrit, forebyggelse, stråling, statisk, terapi, behandling.*

Aktuel status vedr. den videnskabelige og politiske debat om EMF-relaterede helbredsproblemer set fra et medicinsk perspektiv

Indledning

Projektet 'The Environmental Burden of Disease in Europe' vurderede indflydelsen af ni miljø stressorer (benzen, dioxiner inklusiv furaner og dioxinlignende PCB'ere, passiv rygning, formaldehyd, bly, støj, ozon, partikler og radon) på befolkningens helbred i 6 lande (Belgien, Finland, Frankrig, Tyskland, Italien og Holland). Disse 9 miljø stressorer forårsagede 3-7% af den årlige sygdomsbyrde i de 6 europæiske lande (1).

Det tyske Bundespsychotherapeutenkammers (BPtK) undersøgelse viste, at forekomsten af psykiske forstyrrelser i Tyskland var yderligere steget og at især udbrændthed som en årsag til uarbejdsdygtighed, var øget 7 gange fra 2004 til 2011 (2). Endvidere var 42% af antallet af førtidspensioneringer i Tyskland i 2012 forårsaget af psykiske forstyrrelser med depression som førende diagnose (3). I Tyskland ligger recepter på psykofarmaka på tredjepladsen på listen over alle typer ordineret medicin (4).

Forbruget af methylphenidat (Ritalin, Medikinet, Concerta), et psykofarmaka ordineret som en behandling for Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD), især for små børn og unge, er steget alarmerende siden begyndelsen af 1990'erne. Ifølge statistikker fra det tyske institut for Lægemidler og Medicinsk Udstyr (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte), er antallet af recepter steget endnu mere dramatisk siden 2000 og nåede et højdepunkt i 2012. I 2013 blev der observeret et mindre fald i antallet af recepter (5). Det er bemærkelsesværdigt, at den hurtige stigning i brugen af methylphenidat falder sammen med den enorme udbredelse af mobil telekommunikation og anden relateret teknologi, og det udgør et forskningsmæssigt åbent spørgsmål.

I Tyskland blev antallet af tilfælde af arbejdsrelaterede funktionsnedsættelser og fraværdsdage pga. psykiske forstyrrelser mere end fordoblet i perioden 1994-2011 (6). I OECD-landene (Organisation Economic Cooperation and Development) er der indtruffet en kæmpe forandring i ud-

skrivelsen af antidepressiva, og generelt er der observeret en øget tendens. Socioøkonomisk status og terapeutiske standarder kan ikke helt forklare disse observationer (7). Funktionelle forstyrrelser som kronisk inflammation og ændringer i neurotransmitter funktioner forårsaget af miljøpåvirkninger er næsten ikke undersøgt.

Globalt ses en støt vækst i forekomsten af allergiske/astmatiske sygdomme, og hvor ca. 30-40% af verdens befolkningen nu er ramt af en eller flere allergiske/astmatiske tilstande (8).

Der er mistanke om, at miljøforhold såsom den stigende eksponering af befolkningen for elektromagnetiske felter (EMF), spiller en kausal rolle for EMF-relaterede helbreds-mæssige effekter (9-12), herunder eksponering for radiofrekvent stråling (RF), der stammer fra f.eks. trådløse telefoner (DECT), mobilmaster og mobiltelefoner (GSM, GPRS, UMTS, LTE), især smartphones, datakort til bærbare og notebook computere, trådløst LAN (Wi-Fi), trådløse og ikke trådløse kommunikationsbaserede intelligente målere, men også udsættelse for ekstremt lavfrekvente (ELF) elektriske felter (EF) og magnetfelter (MF), herunder "beskidt elektricitet", som opstår ved forstyrrelser i det elektriske net, kabler, apparater og andet elektriske udstyr. Dette bevirker nye udfordringer for både samfundet og det medicinske område.

Selvom man ikke kender de helt nøjagtige biofysiske og biokemiske mekanismer ved biologiske påvirkninger af EMF på niveauer med lav intensitet, er der gjort betydelige fremskridt gennem de sidste årtier, og der er mange data der indikerer, at disse mekanismer kan overlappe ved ELF og RF-effekter (13-18). I de følgende afsnit gives baggrundsinformation vedr. vigtige aspekter af EMF's biologiske påvirkninger. Dette skal imidlertid ikke forstås som en fuldstændig bevisgennemgang. Vi skelner ikke altid strengt mellem RF og ELF-felterne pga. det overfor nævnte overlap i biologiske mekanismer. Det skal også nævnes her, at meget specifikke eksponeringsbetingelser kan udløse biologiske reaktioner i ét individ, men ikke nødvendigvis i andre. Anekdotiske beretninger tyder imidlertid på, at en sådan individuel respons eller modtagelighed forstærkes over tid, hvormed intolerancen over for en bred vifte af andre eksponeringsforhold også forstærkes.

Kroniske lidelser og sygdomme karakteriseret af uspecifikke symptomer er stigende. Ud over kronisk stress i sociale og arbejdsmæssige omgivelser, er fysiske og kemiske eksponeringer i hjemmet, på arbejdspladsen og ved fritidsaktiviteter, kausale eller medvirkende miljømæssige årsagss faktorer, som både den praktiserende læge og alle andre medlemmer af sundhedsvæsenet må være opmærksomme på. Det er meget nødvendigt nu at tage de "nye eksponeringer" såsom EMF i betragtning, eller som angivet af Hedendahl et al. (19): "Det er på tide at betragte ELF EMF og RF EMF som miljøforurenende stoffer, der skal kontrolleres".

Erklæringer fra organisationer over hele verden vedr. EMF

Anbefalingerne fra Verdenssundhedsorganisationen (WHO) vedrørende ELF elektriske felter, magnetfelter og RF-stråling, der er udarbejdet af Den Internationale Kommission for Ikke-ioniserende Stråling (ICNIRP) (20, 21), er baseret på strømme induceret i kroppen (ELF) og termiske effekter (RF).

Termiske effekter defineres som effekter, der opstår fra forhøjede temperaturer pga. absorptionen af elektromagnetisk energi. Specific Absorption Rate (SAR) defineres som absorptionsmængden af elektromagnetisk energi i en masseenhed af biologisk væv. Den er proportional med den gradvise temperaturstigning i dette væv. Selvom en mærkbar temperaturstigning virkelig skal undgås, da det kan være forbundet med øjeblikkelige helbredsskadelige konsekvenser (vævsnekrose, hjerte-stress osv.), kan eksponeringer også være uden (målbar) temperaturstigning enten på grund af varmetab eller fordi eksponeringen er for lav til at kunne være forbundet med relevant opvarmning. Sidstnævnte eksponeringstype kaldes ikke-termisk. Biologiske og helbredsrelevante virkninger ved ikke-termiske niveauer er blevet påvist og diskuteret af mange forskergrupper over hele verden (9, 10, 22-24).

ICNIRP's anbefalinger blev antaget af EU i Europarådets anbefalinger fra 1999, uden at tage de langsigtede og ikke-termiske effekter blev taget i betragtning. Men det skal understreges, at på en international EMF konference i London (2008), beskrev Professor Paolo Vecchia, som var formand for ICNIRP fra 2004-2012, hvad eksponeringsretningslinjerne "ikke er". Han sagde: "*De er ikke påbudte opskrifter på sikkerhed*", "*de er ikke "det sidste ord" om emnet*", og "*de er ikke beskyttende mure for industrien eller andre*" (25).

For alle RF-baserede ikke-termiske EMF effekter gælder det, at SAR-værdien ikke er en hensigtsmæssig måleenhed for eksponering. I stedet bør sikkerhedsstandarder baseres på feltintensiteten eller effekt-tætheden (PD) i kombination med eksponeringens varighed (26, 14, 27). I modsætning til ICNIRP's retningslinjer, er de russiske sikkerhedsstandarder baseret på ikke-termiske RF effekter, som blev påvist af flere forskningsinstitutioner i det tidligere Sovjetunionen gennem årtiers undersøgelser af kroniske eksponeringer for RF (28, 29).

Det Internationale Agentur for Kræftforskning (IARC), et specialiseret agentur tilknyttet WHO men placeret i Lyon, har klassificeret ekstremt lavfrekvente magnetfelter (ELF MF) som mulig kræftfremkaldende for mennesker (Gruppe 2B) i 2002 (30) og radiofrekvent stråling i 2011 (24).

Det skal bemærkes, at der i de sidste 20 år, har været fremsat mere end 20 appeller og resolutioner om elektromagnetiske felter og sundhed af EMF forskere og læger.

Disse omfatter Wien EMF Resolutionen, Østrig 1998; Stewart Rapporten, UK 2000; Salzburg Resolutionen, Østrig 2000; Freiburg Appellen, Tyskland, 2002; Catania Resolutionen, Italien 2002; Irish Doctors' Environmental Association Statement, Irland, 2005; Helsinki Appellen, Finland 2005; Benevento Resolutionen, Italien 2006; Venedig Resolutionen, Italien 2008; Porto Alegre Resolutionen, Brasilien 2009; Den Russiske Nationale Komite for Ikke-ioniserende Strålingsbeskyttelse (RNCNIRP) Resolutionen, Rusland 2001; Internationale lægers appel, Europa 2012; samt The Standing Committee on Health rapport, Canada 2015 (31-34).

I august 2007 og december 2012 udgav BioInitiative Working Group, en international gruppe bestående af 29 eksperter med forskellige kompetencer, to banebrydende rapporter hhv. "BioInitiative 2007 / respektive 2012 - et rationale for en biologisk baseret offentlig eksponeringsstandard for elektromagnetiske felter (ELF og RF) ", redigeret af Cindy Sage og David O. Carpenter, der opfordrer til forebyggende foranstaltninger mod EMF eksponering baseret på tilgængelig videnskabelig dokumentation (9, 10). BioInitiative rapporterne er globale milepæle, hvad angår den omfattende gennemgang af biologiske virkninger og helbredseffekter ved lav intensitet elektromagnetisk stråling såvel som konklusioner og anbefalinger til offentligheden. BioInitiative Rapporten fra 2012 omfatter afsnit om evidensen for virkninger på: gen og protein ekspression, DNA, immunfunktion, neurologi og adfærd, blod-hjerne-barrieren, hjernetumorer og akustiske neurinomer, leukæmi, melatonin, Alzheimers, brystkræft, fertilitet og reproduktion, foster og neonatale lidelser, autisme, forstyrrelser pga. det modulerede signal, EMF medicinske lægemidler, terapeutiske virkninger samt afsnit om beskrivelse af problemerne, de eksisterende offentlige eksponeringsstandarder, evidens for standardernes utilstrækkelighed, forsigtighedsprincippet, eksempler på den globale folkesundhed, den vigtigste videnskabelige evidens og anbefalinger i forhold til folkesundheden samt et sammendrag til offentligheden og konklusioner.

Eftersom EMF for det meste bliver overset som en helbredsrisiko, sammenlignede Det Europæiske Miljøagentur (EEA) risikoen for ikke-ioniserende stråling (EMF) med andre miljørisici, så som asbest, benzen og tobak, og anbefalede indtrængende, at man implementerer en forsigtighedstilgang til EMF (35). Denne anbefaling blev bekræftet og uddybet mere omfattende i yderligere publikationer i 2011 og 2013 (36, 37).

I en udtalelse fra september 2008 anbefalede Europa-Parlamentet med reference til BioInitiative Rapporten, at EMF-grænseværdierne, som Europarådet fastsatte i 1999 på baggrund af ICNIRP's vejledning, blev reviderede (38). Dette blev yderligere styrket i Europa-Parlamentets resolution fra april 2009 (39).

På et møde i november 2009 i Seletun, Norge, vedtog et videnskabeligt panel en samstemmende resolution, som anbefaler forbyggende og sikkerhedsmæssige foranstaltninger, som øjeblikkeligt er påkrævede i betragtning af den eksisterende evidens for potentielle globale sundhedsrisici pga. EMF eksponering (40). Udover generelle og specifikke anbefalinger, f.eks. for brug af mobil og trådløs telefoni, anbefalede panelet grænseværdier for eksponering for ELF-magnetfelter og radiofrekvent stråling. Panelet udtalte: "De anbefalede numeriske grænseværdier tager ikke hensyn til følsomme befolkningsgrupper (EHS, immun-kompromitterede personer, fostre, børn under udvikling, ældre, mennesker som får medicin osv.). Vi anbefaler derfor en anden og justeret sikkerhedsmargin, der ligger væsentligt lavere end de nuværende grænseværdier for EMF eksponering."

Siden 2007 har Sundhedsministeriet i Østrig anbefalet en forebyggende indsats ved at reducere eksponeringsniveauer fra RF-enheder, som kan føre til langvarig eksponering af mennesker, med mindst en faktor 100 under de vejledende niveauer i Europa-Kommissionens retningslinjer og har samtidigt udstedt regler for, hvordan man kan reducere den individuelle eksponering for RF-stråling fra mobiltelefoner (41).

I maj 2011 vedtog Europarådet rapporten "De potentielle farer ved elektromagnetiske felter og deres virkninger på miljøet" (42). Europarådet anbefalede at dets medlemsstater indfører en række præventive foranstaltninger for at beskytte mennesker og miljø, især mod højfrekvente felter, såsom: "*At der iværksættes alle rimelige foranstaltninger for at reducere eksponering for elektromagnetiske felter, især for radiofrekvenser fra mobiltelefoner og særligt i forhold til børn og unge der synes at have størst risiko for at få tumorer i hovedet*" eller "*at man særligt er opmærksom på "elektrosensitive" personer, der lider af et syndrom med intolerance over for elektromagnetiske felter og at man indfører særlige foranstaltninger for at beskytte dem, herunder opretter strålingsfrie områder, der ikke er dækket af trådløse netværk*".

Da det anerkendes at patienter bliver negativt påvirkede af EMF eksponering, udgav det Amerikanske Akademi for Miljømedicin (AAEM) anbefalinger vedr. EMF-eksponering i juli 2012. AAEM opfordrede læger til at tage EMF eksponering i betragtning ved diagnosticering og behandling samt at erkende, at EMF eksponering "*kan være en bagvedliggende årsag til patientens sygdomsproces*" (43). Siden 2014 har den Belgiske regering forbudt reklamering for mobiltelefoner til børn under 7 år, og har krævet at Specific Absorption Rate (SAR) for mobiltelefoner skal anføres. Desuden skal der opsættes tydelige advarsler på salgsstederne, som instruerer brugerne i brugen af headsets og minimering af eksponeringen (44).

I januar 2015 vedtog det franske parlament en omfattende lovgivning, som beskytter offentligheden mod overeksponering.

nering for elektromagnetiske bølger/stråling. Blandt andet blev det vedtaget at forbyde Wi-Fi i vuggestuer (dagpleje og børnehaver) for børn under 3 år, og at Wi-Fi i underskolen kun må tændes specifikt i timerne for børn under 11 år. Offentlige steder hvor der er Wi-Fi skal klart og tydeligt oplyse dette ved skiltning. I butikker hvor mobiltelefoner sælges skal SAR-værdien vises klart og tydeligt. For fremtiden skal alle annoncer for mobiltelefoner indeholde forslag til, hvordan brugere kan reducere RF-stråling mod hovedet ved f.eks. at bruge headsets. Data om lokale EMF eksponeringsværdier skal gøres lettere tilgængelige for offentligheden, bl.a. ved landsdækkende kort over transmitterplacering. Den franske regering skal også inden for et år fremlægge en rapport vedr. elektromagnetisk hypersensitivitet til parlamentet (45).

I februar 2016 underskrev 220 videnskabsmænd fra 42 lande en international appel rettet til FN og WHO, der opfordrer til beskyttelse mod eksponering fra ikke-ioniserende elektromagnetiske felter. Appellen adresserer de videnskabeligt påviste helbredseffekter, og de til dato utilstrækkelige internationale retningslinjer og grænseværdier (ICNIRP), samt WHO's anvendelse af dem. Desuden blev der henstillet til, at 9 punkter blev opfyldt, herunder at: *"Offentligheden fuldt ud bliver informeret om de potentielle helbredsrisici fra elektromagnetisk energi og bliver oplyst om strategier for hvordan man kan reducere skader"* og at: *"læger bliver uddannet i de biologiske effekter af elektromagnetisk energi og får træning i at behandle patienter med elektromagnetisk følsomhed."* (46).

I september 2015 blev en international videnskabelig erklæring om elektromagnetisk hypersensitivitet og Multiple Chemical Sensitivity udgivet af Den Videnskabelige Komité i forbindelse med den 5. Paris Appeal Congress, som fandt sted den 18. maj 2015 på Royal Academy of Medicine i Bruxelles, Belgien.

Den opfordrer nationale og internationale agenturer og organisationer til at anerkende EHS og multipel chemical sensitivity (MCS) som sygdomme, og opfordrer særligt WHO til at inkludere EHS og MCS i den internationale sygdomsklassifikation (ICD). Den anmoder også nationale og internationale agenturer og organisationer til at vedtage enkle præventive forholdsregler, at informere offentligheden, og at udnævne reelt uafhængige ekspertgrupper til at vurdere disse helbredsrisici baseret på videnskabelig objektivitet, hvilket ikke er tilfældet i dag (47).

EMF og kræft

Bortset fra nogle ganske få undersøgelser i erhvervsmæssig sammenhæng begyndte den epidemiologiske EMF forskning i 1979, da Wertheimer og Leeper publicerede deres undersøgelse af forbindelsen mellem nærhed til strømforsyning via stærkstrømsledninger (ELF MF) ind til

boligerne og forekomsten af børnecancer (især leukæmi og hjernetumorer) (48). Samtidig studerede Robinette et al dødeligheden i en kohorte af koreanske krigsveteraner, uddannet på militære radarstationer (RF) i begyndelsen af 1950'erne (49). Begge studier fandt indikationer på øgede risici og indledte en ny æra af studier af helbredsrelaterede virkninger ved eksponering for EMF.

ELF MF

I de følgende år blev der publiceret et stort antal undersøgelser om forbindelsen mellem børneleukæmi og ekstremt lavfrekvente magnetfelter (ELF MF). Imidlertid så resultaterne ud til at være divergerende, indtil der i år 2000 blev gennemført to sammenlignende analyser af tidligere undersøgelser (50, 51), der viste en meget lille indikation for divergens og som påviste en stigning i risikoen for leukæmi ved øgede gennemsnitlige eksponeringsniveauer. Dette resultat var særligt signifikant for eksponeringsniveauer på over 0,3 eller 0,4 uT sammenlignet med et gennemsnit på under 0,1 uT, men uden angivelse af en tærskel. På baggrund af disse resultater klassificerede det Internationale Agentur for Kræftforskning (IARC) i 2002 ELF MF som en gruppe 2B (mulig) kræftfremkaldende agens (30). Til denne gruppe hører bl.a. bly, DDT, svejserøg og tetraklorkulstof.

Siden da er der gennemført yderligere epidemiologiske undersøgelser, der gav stort set de samme resultater (52, 53). Den eneste undersøgelse til dato vedr. sammenspillet mellem gener og miljø ifm. eksponering for elektrisk strømfrekvens MF, viste en signifikant øget påvirkning af børn med polymorfi i et DNA-reparerende gen (54). I en gennemgang af børneleukæmi og ELF MF konkluderede Kundi, at der er tilstrækkelig evidens fra epidemiologiske studier for en forhøjet risiko for børneleukæmi ved eksponering for magnetfelter ved strømstyrkefrekvenser MF, som ikke kan tilskrives tilfældigheder, bias eller sammenblanding. Derfor bør sådanne eksponeringer ifølge IARC's regler klassificeres som en gruppe 1 (klart) kræftfremkaldende for mennesker (55).

BioInitiative rapporten fra 2012 (56) erkærede: *"Børn, som har leukæmi og som er i bedring har dårligere overlevelsescrocenter, hvis deres ELF-eksponering i hjemmet (eller hvor de nu befinder sig i deres rekonvalescensperiode) er mellem 1 mG (0,1 uT) og 2 mG (0,2 uT) ifølge en undersøgelse og over 3 mG (0,3 uT) ifølge en anden undersøgelse"* (56).

RF

Der er identificeret adskillige mekanismer, som kan være ansvarlige for kræftfremkaldende effekter af RF (23). An-

tallet af epidemiologiske undersøgelser vedr. RF var meget sparsomme inden den generelle stigning i eksponeringen for mobil telekommunikation og anden relateret teknologi og kun få af disse undersøgelser var blevet gennemført i nærheden af radiosendere, radarstationer, erhvervsmæssig eksponering og radioamatører.

Efter indførelse af digital mobiltelefoni er antallet af brugere af mobiltelefoner steget dramatisk, og i 1990'erne blev det anbefalet, at udføre epidemiologiske studier med fokus på intrakranielle tumorer. Siden den første publikation i 1999 af en svensk gruppe under ledelse af Professor Lennart Hardell (57) er der offentliggjort ca. 40 studier. Størstedelen af disse studier undersøgte hjernetumorer, men også i spytkirtel tumorer, uveale melanomer, ondartede hudmelanomer, nervehindetumorer, testikelkræft og lymfekræft. Mange af disse undersøgelser er ikke entydige, fordi eksponeringens varighed er for kort. Imidlertid havde to undersøgelsesserier: den internationale Interphone undersøgelse, der blev gennemført i 13 lande og Hardell gruppens svenske studier, vist en signifikant andel af folk, der havde været mobiltelefonbrugere gennem lang tid, og disse studier kunne i princippet bruges til risikovurdering. I 2011 klassificerede IARC radiofrekvente elektromagnetiske felter (RF) som Gruppe 2B kræftfremkaldende baseret på evidens fra epidemiologiske studier og dyreforsøg (24). Siden da har yderligere studier bekræftet antagelsen om en kausal sammenhæng mellem brug af mobiltelefon og kræft (58-60). Hardell og Carlberg (61) konkluderede, at RF EMF burde klassificeres som definitivt kræftfremkaldende for mennesker (IARC Gruppe 1). Evidensen for en kausal sammenhæng mellem langvarig brug af mobiltelefon og trådløs telefon og risikoen for gliomer er steget yderligere: I 2014 viste et studie af Carlberg og Hardell (62) signifikant nedsat overlevelse hos patienter med multiform glioblastom (astrocytom klasse IV) og anvendelsen af trådløse telefoner, og i 2015 viste en anden sammenlignende analyse af Hardell og Carlberg (63) det samme ved at inkludere latensperioder på >25 år.

At også andre tumorer kan være relateret til EMF eksponering er eksemplificeret ved observation af kvinder, som har båret deres mobiltelefoner i bh'en gennem længere perioder og senere har udviklet brystkræft på dette sted (64).

Italiens Højesteret stadfæstede en tidligere dom, afsagt af den civile appellinstans i Brescia (nr. 614 af 10. december 2009), som fastslog, at National Institute for Workmen's Compensation (INAIL) skulle kompensere en arbejdstager, der havde udviklet en tumor i hovedet pga. langvarig og intens brug af mobiltelefoner på jobbet. Sagen drejede sig om et ipsilateralt neurinom på trigeminusnerven hos en person, der erhvervsmæssigt havde været eksponeret i >10 år i >15.000 timer med mobile og trådløse telefoner. Retten anerkendte, at *"det er sandsynligt (kvalificeret*

sandsynlighed), at RF har en rolle, som i det mindste er en medvirkende årsag til oprindelsen og udviklingen af den tumor, som personen led af" (65).

Mange moderne apparater udsender EMF i forskellige frekvensområder samtidigt. F.eks. skaber mobiltelefoner EMF i frekvensområderne RF, VLF og ELF og også et statisk magnetfelt; Se (23) for en gennemgang. Derfor er det vigtigt at kigge på en kombineret eksponering ved vurdering af sundhedseffekter.

Genotoksiske effekter

De genotoksiske effekter af EMF der vedrører DNA-skader, mutationer, chromatinstruktur og DNA-reparation er for nylig blevet revideret af Henry Lai i BioInitiative Rapporten (66) og af IARC-Arbejdsgruppen i vurderingen af RF kræftfremkaldelse (24). Generelt fandt omkring halvdelen af de foreliggende undersøgelser genotoksicitet (positive rapporter), selv om andre studier ikke gjorde (negative rapporter) (23). Det skal bemærkes, at der blev rapporteret et lignende forhold mellem positive og negative RF-studier ved andre biologiske virkninger (67-69). Den indlysende årsag til denne mulige uoverensstemmelse er EMF effekternes store afhængighed af en række fysiske og biologiske parametre, som varierede signifikant fra undersøgelse til undersøgelse. Denne afhængighed gjaldt for såvel ELF- (70-72) og RF-virkninger (24, 27).

Blandt andre parametre er der i lymfocytter hos mennesker rapporteret om individuel variation i kromatins reaktion på ELF, hvilket kunne tyde på en stærkere reaktion i celler hos EHS personer (72). Den samme forskergruppe udførte sammenlignende studier vedr. genotoksicitet med celler fra EHS personer og omhyggeligt matchede kontrolpersoner (73-75). Man undersøgte lymfocytreaktionen på RF fra GSM-mobiltelefoner (915 MHz) og strømstyrkefrekvente magnetfelter (50 Hz) (73). 53BP1-proteinet, som medvirker i dannelsen af DNA-reparations foci ved dobbeltstrenget DNA-brud (DSB), blev analyseret ved immunfarvning in situ. Eksponering ved enten 915 MHz eller 50 Hz kondenserede kromatin signifikant og forhindrede dannelsen af DNA-reparations foci. De EMF inducerede reaktioner i lymfocytter fra henholdsvis raske og overfølsomme donorer lignede, men var ikke identisk med stressreaktionen fremkaldt af varmekok. Effekten af GSM på kromatin og DNA reparations foci i lymfocytter fra EHS personer blev yderligere bekræftet (74, 75). Selv om der blev iagttaget individuel variation, afhang effekten af RF fra mobiltelefoner stærkt af bærebeltefrekvensen/frekvenskanalen (74-77). Uanset celletype (menneskelige lymfocytter, fibroblaster eller stamceller) var effekter ved 905 MHz/ GSM kanal 74 på DNA-reparations foci og kromatin konsekvent lavere, sammenlignet med effekten

ved 915 MHz/GSM kanal 124. Data viste også stærkere effekter ved eksponering over for RF fra UMTS mobilstråling ved en frekvens på 1947,4 MHz. Disse data gav evidens for, at forskellige frekvenskanaler ved forskellige typer mobil kommunikationsteknologier bør testes separat i provokationsstudier med EHS personer. På trods af at der sås mindre forskelle, blev der observeret meget lignende ELF/RF effekter i celler fra EHS personer og matchede kontrolpersoner. Det er sandsynligt, at de kompenserende reaktioner på et mere komplekst niveau i den biologiske organisering såsom reaktioner i væv, organer og organsystemer, er mindre effektive hos personer med EHS, og derved forudsættes en stærkere forbindelse mellem den cellulære respons på EMF og overfølsomheds-symptomer (EHS).

Neurologiske effekter af EMF

Neurologiske og adfærdsmæssige effekter var blandt de tidligste forskningsemner vedr. potentielle effekter af ELF samt RF elektromagnetiske felter (78, 79). Hvad angår epidemiologisk evidens, rapporterede Haynal og Regli allerede i 1965 – altså over ti år før Wertheimer og Leepers skelsættende publikation (48) – en næsten fire gange højere forekomst af en historik hos patienter med elektroingeniør arbejde og med amyotrof lateral sklerose (ALS) end i kontrolgruppen (80).

Man har studeret funktionelle, morfologiske og biokemiske forandringer på celle-, vævs- og organismeniveau så vel som adfærdsmæssige ændringer under eksperimentelle forhold, og epidemiologien har vurderet forbindelsen mellem erhvervsmæssig og boligsmæssig eksponering for elektromagnetiske felter og neurodegenerative sygdomme så vel som neurologiske symptomer.

Forskningen har vist, at elektromagnetiske felter (RF og ELF) har skadelige virkninger på hjernens neuroner og hjernens funktion (81). Epidemiologisk forskning har også vist forhøjet risiko for Alzheimers og demens, ved erhvervsmæssig og boligsmæssig eksponering for ELF.

Neurologiske effekter af radiofrekvent stråling

Tidlige studier af RF er vanskelige at vurdere, fordi beskrivelserne af eksponeringsforhold ofte er for utilstrækkelige til, at man kan udlede de relevante dosimetriske mængder. Så tidligt som i 1932 rapporterede Schliephake (82) om effekter, som han betragtede som ikke-termiske: *”Der optræder fænomener, der ligner dem vi er vant til at se hos neurasthenikere: udtalt udmattethed om dagen og alligevel urolig søvn om natten, i begyndelsen ejendommelige trækninger i pande og hovedbund, efterfulgt af ho-*

vedpine, som bliver værre og værre, indtil det uudholdelige. Hertil kommer en tendens til depressivt humør, uro og nervøsitet.” Sådanne symptomer, som ikke er ulig dem, der senere sammenfattes som mikrobølge- eller radiobølgesygge-syndromet, har man fundet i en betydelig procentdel af eksponerede arbejdstagere i Sovjetunionen (83) og også hos individer, der har vist sig at være elektrohyper-sensitive (se nedenfor).

Eksperimentel forskning på mennesker var sparsom før indførelsen af den digitale mobiltelefoni. Siden de tidligste undersøgelser (84, 85) af hjernens elektriske aktivitet, er der indsamlet en stor mængde evidens, der indikerer subtile ændringer i CNS-funktion efter og under kortvarig eksponering af forskellige typer RF. De eksperimentelle undersøgelser drejede sig overvejende om effekter på EEG spændingsspektra (f.eks. 86-96), event-relaterede potentialer (ERP) (f.eks. 97-104), søvn (f.eks. 105-119) og kognitiv funktion (f.eks. 120-131). Enkelte undersøgelser ved brug af PET-scanning drejede sig om virkninger på glukosemetabolismen (132, 133) og blodgennemstrømning i forskellige områder af hjernen (134, 135). Dyreforsøg omfattede en lang række adfærdsmæssige aspekter, lige fra indlæring og hukommelse (f.eks. 136-141) til angstrelateret adfærd (142).

Centralnervesystemets reaktion på RF er ikke begrænset til tilstedeværelse af eksponering, men vedvarer nogen tid efter eksponeringen, hvilket gør en blanding af korttids undersøgelser uinformative. Hvor man bliver eksponeret kan være relevant under visse omstændigheder, men ofte er effekter bilaterale efter unilateral eksponering, hvilket tyder på involvering af subkortikale strukturer. Virkninger på søvn kan afhænge af individuelle karakteristika, hvilket førte til den konklusion, at modstridende resultater ikke er en stærk evidens imod effekter (113). Pulserende RF er mere effektiv end kontinuerlige bølger, men der er nogen evidens for betydningen af eksponeringskarakteristika, herunder RF-feltets sammenkobling og dets modulering.

I 2012 opdateringen af BioInitiative Rapporten opsummerede Henry Lai den eksperimentelle evidens således (143): *”Næsten alle dyreforsøg rapporterede om effekter, mens flere af studierne med mennesker rapporterede om ingen effekter end om effekter. Dette kan skyldes flere mulige faktorer: (a) Mennesker er mindre modtagelige end gnave overfor effekterne af RFR. (b) Det kan være vanskeligere at foretage undersøgelser af mennesker end af dyr, da det generelt er lettere at kontrollere variable og sammenblandende faktorer i dyreforsøg. (c) I dyrestudierne var den akkumulerede eksponeringsvarighed generelt længere, og undersøgelserne blev udført efter eksponeringen, hvorimod eksponeringerne i undersøgelserne af mennesker generelt foregik af en gang og at tests blev foretaget under eksponeringen. Det rejser spørgsmålet om, hvorvidt effekterne af RFR er kumulative”.*

Neurologiske effekter af ekstremt lavfrekvente elektromagnetiske felter (ELF EMF)

Neurofysiologiske undersøgelser af ELF EMF blev gennemført allerede i 1970'erne. Undersøgelser af hjernevæv fra kyllinger og katte (f.eks. 144-146) afslørede effekter af svage ELF EMF og ELF modulerede RF felter, som afhang af intensitet og frekvens (de såkaldte vindueseffekter). Adey foreslog i 1981 (147), at effekter skyldes en primær interaktion af EMF på cellemembranens overflade, som fremkalder en kaskade af intracellulære processer. Denne tidlige indsigt er blevet bekræftet af nyere studier af forskellige transmitter-receptorer i hjernen, såsom N-methyl-D-aspartat receptorer, og dopamin- og serotonin-receptorer (f.eks. 148-151). Nogle af disse nyere undersøgelser rapporterer også om såvel frekvens vindueseffekter som om intensitets vindueseffekter på nervesystemets udvikling hos rotter (152).

Adfærdsmæssige effekter af ELF EMF er blevet studeret på temmelig højt niveau i 1970'erne og 1980'erne (f.eks. 153, 154), mens de nyere undersøgelser omfatter lav-niveau eksponering og de støtter, at der sker adfærdsmæssige effekter på forskellige kompleksitetsniveauer. Disse omfatter: ændringer i bevægelsesaktivitet (f.eks. 148, 149, 155, 156), angst (f.eks. 157-159) og depressionslignende adfærd (160, 161). *"Eftersom man har observeret forskellige adfærdsmæssige effekter under forskellige eksponeringsforhold hos forskellige dyrearter og ved forskellige testparadigmer, leverer disse undersøgelser den stærkeste evidens for, at eksponering for ELF EMF kan påvirke nervesystemet"*. (Lai, 2012, BioInitiative Rapporten, afsnit 9, Evidens for effekter på neurologi og adfærdseffekter, 143). Også på mennesker, blev der rapporteret om effekter ved lave niveauer (f.eks. 162-164).

Neurodegenerative sygdomme

Den mest udbredte af de neurodegenerative sygdomme er Alzheimers, som skønsmæssigt omfattede 45 millioner patienter i hele verden i 2015, efterfulgt af Parkinsons, Huntingtons, amyotrofisk lateral sklerose (ALS) samt andre motor-neurologiske sygdomme (MND). Til dato er disse sygdommes patofysiologi ufuldstændigt forstået. Ved mange af disse sygdomme spiller atypiske proteinsammensætninger, mitokondriel dysfunktion og programmeret celledød en rolle, ligesom man har opdaget visse genetiske forandringer. Da nogle af disse forandringer kan være en konsekvens af oxidativ stress (se nedenfor), ødelæggelse af calcium homøostase og forstyrrelse af intracellulære signalveje, er det en teoretisk mulighed, at EMF kan bidrage til risikoen for disse sygdomme. Siden 1980'erne er der gennemført mere end 30 epidemiologiske undersøgelser, der vurderer den potentielle sammen-

hæng mellem eksponering for ELF EMF og neurodegenerative sygdomme. I de senere år er adskillige metaanalyser blevet publiceret.

Vedrørende Parkinsons sygdom er der spinkel evidens for en årsagssammenhæng (165). Med hensyn til ALS opsummerer Zhou et al. (166) deres resultater således: *"Selv om der er potentielle begrænsninger pga. studiers udvælgelsesmetode, misklassifikation af eksponering og sammenblandingseffekter i de individuelle studier i denne metaanalyse, tyder vores data på en lille, men signifikant øget ALS-risiko blandt dem med et erhverv der er forbundet med relativt høje ELF EMF eksponeringsniveauer"*. En gennemgang af Vergara et al kom til en anden konklusion (167): *Vores resultater understøtter ikke MF (magnetfelter) som forklaring på den observerede sammenhæng mellem erhverv og MND"*. Denne uoverensstemmelse kan løses ved at skelne mellem forskellige resultatvurderingsmetoder (forekomst-, prævalens- eller dødelighedsdata) og mulighed for misklassifikation pga. eksponeringsdatas brug af forskellige kilder. Hvis disse faktorer tages i betragtning, er der en konsistent sammenhæng mellem erhvervsmæssig ELF EMF eksponering og ALS/MND, og også de få studier vedr. eksponering i hjemmet er i overensstemmelse med en øget risiko ved eksponering for MF (168).

Blodhjernebarriere

Al udveksling mellem blod og hjerne reguleres strengt af blodhjernebarrieren (BBB). BBB forhindrer passage af forskellige molekyler fra blodet ind i hjernen og vice versa. En stigning i normal lav BBB gennemtrængelighed for hydrofile og ladede molekyler kan potentielt være skadelig. Mens data vedr. ELF effekter er meget sparsomme, har flere forskningsgrupper undersøgt om RF påvirker BBB. Disse data er for nylig blevet gennemgåede (169-171). Selv om enkelte BBB studier rapporterede om negative data tydede andre studier på – inklusive gentagne rotteundersøgelser fra Leif Salford og Bertil Perssons svenske gruppe – at RF fra mobiltelefoner kan påvirke BBB under bestemte eksponeringsforhold (171). Nyere undersøgelser, som viser EMF effekter ved specifikke eksponeringsforhold (150, 172, 173), og ingen effekter på BBB ved andre forhold (174), er i overensstemmelse med denne vurdering.

EMF og infertilitet og reproduktion

Infertilitets- og reproduktionslidelser stiger. På baggrund af BioInitiative rapporten (175), kan det konkluderes, at hos mænd, der bruger – og især dem der opbevarer en

mobiltelefon, PDA og/eller personsøger i deres bælte eller lomme – kan der påvises skadelige virkninger på sædens kvalitet, mobilitet og patologi. Brugen af mobiltelefoner, eksponering for mobiltelefonstråling eller opbevaring af mobiltelefonen tæt på testiklerne hos mænd påvirker sædcellernes antal, mobilitet, levedygtighed og struktur (176-184). Dyreforsøg har påvist oxidative og DNA-skader, patologiske forandringer i testiklerne på dyr, nedsat mobilitet og levedygtighed i sædceller samt andre skadelige forhold i hanners kønsceller (182, 185-188).

Der findes også nogle studier vedr. ugunstige fødselsresultater for EMF-eksponerede kvinder. Et case-kontrolstudie (189) og et populationsbaseret kohortestudie (190) fra Californien viste en sammenhæng mellem abort og den maksimale værdi målt med et magnetfelt-dosimeter, som blev båret på kroppen gennem et døgn.

Elektromagnetisk hypersensitivitet (EHS)

Et stigende antal mennesker bliver kontinuerligt bestrålet i deres dagligdag med stigende niveauer af en kombination af statisk elektricitet, ELF og VLF (meget lave frekvenser, normalt fra 3 kHz til 3 MHz, i generelle termer fra 3 kHz til 30 kHz) elektriske felter, magnetfelter og RF elektromagnetiske felter. Disse eksponeringer er fra forskellige signalmønstre, intensiteter og tekniske apparater i varierende tidsrum. Alle disse felter sammenfattes som EMF, i daglig tale kaldet ”elektrosmog”.

Nogle historiske eksempler på EHS fra så tidligt som 1932 (82, 83) er nævnt i kapitlet ”Neurologiske effekter af radiofrekvent stråling”.

En spørgeskemaundersøgelse fra Schweiz i 2001, som var henvendt til personer, der tillægger specifikke helbredsproblemer EMF eksponering, led 58% af de 394 respondenter af søvnproblemer eller søvnforstyrrelser, 41% af hovedpine, 19% af nervøsitet, 18% af udmattethed, og 16% af koncentrationsbesvær. Respondenterne tillagde deres symptomer f.eks. mobilmaster (74%), mobiltelefoner (36%), trådløse telefoner (29%) og højspændingsledninger (27%). To tredjedele af de adspurgte havde truffet foranstaltninger for at reducere deres symptomer, flest ved at undgå eksponering (191).

I 2001 blev 63 personer, som tillagde deres helbredsproblemer miljøeksponeringer, rådgivet i et tværfagligt miljømedicinsk pilotprojekt i Basel. En tværfaglig ekspertgruppe vurderede de individuelle symptomer ved en medicinsk psykologisk-psykiatrisk og miljømæssig undersøgelse, inklusive besøg og miljømæssige målinger i hjemmet. Med hensyn til de 25 personer med EHS, fastslog ekspertgruppen, at hos 1/3 af dem var mindst ét symptom relateret til elektrosmog, selvom EMF eksponeringen lå inden for de schweiziske grænseværdier. De konkludere-

de, at patienter med EHS skulle rådgives medicinsk, psykologisk og miljømæssigt (192, 193).

En spørgeskemaundersøgelse af finner (n = 206), som beskrev sig selv som lidende af elektromagnetisk hypersensitivitet (EHS), afslørede, at de mest almindelige symptomer var relateret til nervesystemet: stress (60%), søvnforstyrrelser (59%) og træthed (57%). De kilder, som oftest blev angivet for at have udløst EHS var: personlige computere (51%) og mobiltelefoner (47%). For 76% af deltagerne hjalp det helt eller delvist på deres symptomer, når de reducerede eller helt undgik de elektromagnetiske felter (EMF) (194).

En repræsentativ telefonundersøgelse (n = 2048; alder > 14 år) fra Schweiz i 2004 viste en hyppighed på 5% (95% CI 4%-6%), der havde symptomer, som kunne tilskrives elektrosmog, såkaldt EHS. I n = 107 EHS personer var de mest almindelige symptomer søvnproblemer (43%), hovedpine (34%) og koncentrationsbesvær (10%). Det var bemærkelsesværdigt, at kun 13% konsulterede egen læge. Personer med en tidligere historik med symptomer der kunne henføres til EMF angav, at de havde ”slukket kilden” som svar på hvilke foranstaltninger de havde taget, tre gange oftere, end dem der stadig havde symptomer (195).

I en schweizisk spørgeskemaundersøgelse af praktiserende læger i 2005 blev 2/3 af lægerne konsulteret mindst en gang om året pga. symptomer tilskrevet EMF. 54% af lægerne vurderede, at der kunne være en mulig forbindelse. Lægerne i denne undersøgelse bad om yderligere generelle oplysninger om EMF og helbred samt anvisninger på hvordan man skulle håndtere patienter med EHS (196).

I en anden spørgeskemaundersøgelse, også iværksat af den schweiziske regering og udført i 2004 af Universitetet i Bern, rapporterede schweiziske læger, der arbejdede med komplementær diagnostik og behandlingsværktøjer, at 71% af deres konsultationer havde forbindelse til EMF. Det er bemærkelsesværdigt, at det ikke kun var patienterne men i endnu højere grad lægerne, der havde mistanke om en mulig forbindelse mellem sygdom og EMF. Reduktion eller fjernelse af kilderne i miljøet udgjorde det vigtigste terapeutiske instrument i behandlingen af symptomer relateret til EMF (197).

En spørgeskemaundersøgelse blandt østrigske læger afslørede lignende resultater. I denne undersøgelse var diskrepansen mellem lægernes vurdering og de etablerede nationale og internationale vurderinger vedrørende helbredsrisiko bemærkelsesværdig, i betragtning af, at 96% af lægerne til en vis grad troede på eller var fuldstændig overbeviste om, at miljømæssige elektromagnetiske felter spiller en helbredsrelevant rolle (198).

I en japansk undersøgelse fra 2009 foretaget af en EHS- og multipel kemisk sensitivitets- (MCS) selvhjælpsgruppe (n = 75), havde 45% af de adspurgte EHS som medicinsk diagnose, og 49% betragtede sig selv som EHS-ramte.

Hver anden respondent var lægeligt diagnosticeret med MCS (49%), og 27% havde selvdiagnosticeret MCS. De vigtigste EHS-relaterede symptomer var træthed, hovedpine, koncentrationsproblemer, søvnforstyrrelser og svimmelhed. De hyppigste årsager omfattede mobilmaster, andre personers mobiltelefoner, pc'ere, elledninger, tv, egen mobiltelefon, offentlig transport, trådløse telefoner, aircondition og bil. Mistænkte EMF-kilder til initiering af EHS var: mobilmaster, PC, elektriske husholdningsapparater, medicinsk udstyr, mobiltelefoner, elledninger og induktionskomfurer (199).

I 2010 rapporterede Khurana et al., at i 8 ud af 10 epidemiologiske undersøgelser, der vurderede helbredseffekter af mobilmaster, var der en øget forekomst af negative neuro-adfærdsmæssige symptomer eller kræft i befolkninger, som bor inden for en afstand af 500 m fra mobilmaster. Ingen af undersøgelserne rapporterede om eksponeringsværdier over de anerkendte internationale retningslinjer, hvilket tyder på, at de nuværende retningslinjer kan være utilstrækkelige med henblik på at beskytte befolkningens sundhed (200).

Carpenter rapporterede i 2015 (201) om en række raske mennesker, der udviklede EHS efter en kort høj-intensitet eksponering for mikrobølgestråling. Typiske symptomer inkluderede f.eks. kronisk hovedpine, irritabilitet, emotionel labilitet, nedsat libido og hukommelsesproblemer, som hos nogle patienter varede i årevis.

Hedendahl et al. (19) rapporterede om to 15-årige drenge som var skoleelever og en 47-årig kvindelig lærer, der oplevede helbredseffekter som hovedpine, koncentrationsbesvær, takykardi, dårlig hukommelse eller svimmelhed, når de var udsat for Wi-Fi i skolen. Dette eksempel nævnes for at pege specifikt på de potentielle helbredseffekter af stigende RF-eksponering af elever og lærere fra Wi-Fi.

Spørgsmålet, om EHS er kausalt forbundet med EMF eksponering er emne for kontroversiel diskussion. På den ene side bedømmer læger, at en kausal forbindelse mellem EMF eksponering og EHS er plausibel set på baggrund af patientrapporteringer, og på den anden side hævder nationale og internationale sundhedsrisikovurderinger for det meste, at der ikke er en sådan årsagssammenhæng, fordi provokationsforsøg under kontrollerede blindede forhold oftest ikke har kunnet påvise effekter. Imidlertid har disse forsøg alvorlige mangler, som må tages i betragtning: eksponeringsforholdenes sekvenser var ofte afgrænsede, hvorved man negligerede eksponeringernes eftervirkninger; eksponeringens varighed og effekterne undersøgte kun i kort tid; fingerede eksponeringer foregik ofte under forhold, som kunne fremkalde symptomer hos følsomme individer; tidsrammen ignorerede symptomernes tidsmæssige betingelser for opståen og forsvinden; og/eller der rekrutteredes EHS personer som ikke var lægeligt vurderede.

WHO anser ikke EHS for en diagnose og anbefaler læger, at behandlingen af de berørte personer bør fokusere på helbredssymptomerne og det kliniske billede, og ikke på en persons opfattede behov for at reducere eller fjerne EMF på arbejdspladsen eller i hjemmet (202). Baseret på den eksisterende evidens og den praktiske viden ignorerer dette synspunkt en kausal tilgang; se også (203).

Undersøgelsen "Elektromagnetisk hypersensitivitet: fakta eller fiktion" af Genuis og Lipp (204) foretager en lærerig gennemgang af de sidste årtiers undersøgelser vedr. EHS, herunder historiske milepæle, gennemgange, patogenese, biokemiske markører, terapeutisk behandling samt debatten om EHS's legitimitet.

I prøver fra ansigtshuden hos elektrohypersensitive personer har man fundet omfattende forøgelse af mastceller (205). Ud fra denne og andre tidligere undersøgelser, hvor EHS symptomer manifesterede sig ofte ved eksponering for EMF fra katodestrålerør (CRT), blev det klart, at antallet af mastceller øgedes i de øvre lag af dermis i EHS-gruppen. Der forekom også et anderledes mønster i mastcellefordelingen i EHS-gruppen. Og sidst men ikke mindst, var cytoplasmiske granuler tættere fordelt og stærkere farvede i EHS-gruppen end i kontrolgruppen, og størrelsen af de infiltrerende mastceller var også generelt større i EHS-gruppen. Det skal bemærkes, at lignende øgning senere blev påvist i et forsøg på normalt raske frivillige foran CRT-skærme, inklusive almindelige fjernsyn (206).

En fransk forskergruppe under ledelse af Dr. Belpomme (207) har siden 2009 prospektivt undersøgt selvrapporterede EHS og/eller MCS tilfælde, i et forsøg på at etablere objektive diagnosekriterier og for at belyse patofysiologiske aspekter ved disse to lidelser. På basis af 727 evaluerbare tilfælde, viste undersøgelsen en række nye og vigtige indsigter såsom:

- Ingen af de hidtil identificerede biomarkører i undersøgelsen, er specifikke for EHS og/eller MCS
- Adskillige biomarkører, såsom histamin, nitrotyrosin og cirkulerende antistoffer mod 0-myeelin steg i 24-timers urin, hvorimod 24-timers urin indholdet af melatonin/kreatinin-forholdet faldt.
- EHS og MCS er ægte somatiske patologiske enheder.
- Under indflydelse af EMF og/eller kemiske stoffer kan der forekomme cerebral hypoperfusion/hypoxi-relateret neuroinflammation
- EHS og/eller MCS-patienter kan potentielt have risiko for at få kroniske neurodegenerative sygdomme og kræft.

Selvom et studie af Regel et al. (208) i 2006 beskrev, at der ikke var eksponeringseffekter, fandt to provokationsforsøg med eksponering af "elektrosensitive" individer og kontrolpersoner med signaler fra mobilmaster (GSM, UMTS eller begge), et signifikant fald i velværet efter

UMTS-eksponering hos de personer, der var rapporteret sensitive (209, 210). De fleste såkaldte provokationsforsøg med EHS personer viser ingen effekter. Alle disse undersøgelser anvendte imidlertid et meget begrænset antal eksponeringsforhold, og de fleste har metodiske svagheder. Når man tager EMF effekters stærke afhængighed af en række fysiske og biologiske variable i betragtning (27), er de tilgængelige provokationsforsøg videnskabeligt svære at tolke og faktisk ikke egnede til at modbevise kausalitet.

Der er øget evidens i den videnskabelige litteratur for forskellige subjektive og objektive fysiologiske ændringer, f.eks. pulsvariabilitet (Heart Rate Variability, HRV), som opstræder hos personer med EHS og som hævder de får det dårligt efter eksponering for visse RF frekvenser såsom DECT eller Wi-Fi (212-215). Analyser af tilgængelige data vedr. eksponering af personer, der bor i nærheden af mobilmaster, har klart indikeret negative helbreds-effekter såsom træthed, depression, koncentrationsbesvær, hovedpine, svimmelhed osv. (26-220). Et resumé af 30 studier vedr. mobilmaster findes i dokumentet "Leitfaden Senderbau" (221).

EMF eksponering i boligområder i VLF-frekvensområdet skyldes ofte "beskidt strøm"/"beskidt elektricitet", der stammer fra forstyrrelser i spænding og/eller strøm fra diverse kilder, som f.eks. elektroniske strømforsyninger til fjernsyn, skærme, PC'ere, motordrev, invertere, lysdæmpere, energi sparepærer (CFL), frekvensregulatorer og elektriske omskiftere/styringer i elektromotorer. KHz-bølgerne/transienterne løber langs de elektriske ledninger og jordforbindelserne (ledende emissioner) og udstråler elektriske felter og/eller magnetfelter ud i rummet (udstrålende emissioner), hvilket fører til eksponering af mennesker i nærheden.

De første epidemiologiske undersøgelser gav evidens for forbindelsen mellem beskidt elektricitet og de fleste livsstilssygdomme, herunder kræft, hjerte-kar-sygdomme, diabetes, selvmord og ADHD-lidelser (222).

Selvom ELF-effekter afhænger af det lokale magnetfelt, sådan som mange forskergrupper har rapporteret (13, 223), er der nogle få undersøgelser, der tyder på, at også RF-effekter er afhængige af små ændringer i det lokale (stedlige) statiske magnetfelt. I Belyaev's gennemgang (224) foreslås det, at en fysisk mekanisme er forklaringen på disse effekter (225). Små forandringer i det lokale statiske magnetfelt inden for 10 uT, som normalt observeres på kontorer og hjem pga ferromagnetiske genstande, rapporteres at fremkalde biologiske virkninger, som stemmer godt overens med de forudsigelser, som følger af ion-interferens mekanismen, som Binhui udviklede (226).

D. 8. juli 2015 gav en domstol i Toulouse, Frankrig en kvinde med diagnosen "hypersensitivitets-syndrom over for elektromagnetisk stråling" medhold og fastsatte hendes

handicap til at være 85% med væsentligt og varigt nedsat arbejdssevne (227).

I Frankrig blev det første lav-strålings-område etableret i Drôme i juli 2009 (228). I Østrig har man planlagt at bygge et flerfamiliehus i 2015, som er designet af et hold bestående af arkitekter og fagfolk inden for bygningsbiologi og miljømedicin, med det formål at skabe et bæredygtigt og sundt boligmiljø. Både det ydre og det indre miljø blev eksplicit valgt og designet for at imødekomme betingelserne om lave EMF (229). Oprettelsen af lav-strålingsområder for elektrosensitive personer tilstræbes i flere lande. Realiseringen af sådanne projekter afhænger i høj grad af den forståelse, viden og tolerance, medlemmerne i det valgte område besidder.

Mulige EHS mekanismer

Baseret på den videnskabelige litteratur om samspillet mellem EMF og biologiske systemer, er adskillige interaktionsmekanismer mulige (14, 13, 22, 26). En plausibel mekanisme på det intracellulære og intercellulære niveau, er f.eks. et samspil via dannelsen af frie radikaler eller oxidativt og nitrosativt stress (230-238). Det er påvist i mange rapporter, gennemgået af Georgiu (15), at reaktive oxygenarter (ROS) kan være involverede i frie radikalers parreaktioner; således kan radikale par betragtes som en af omformningsmekanismerne, der er i stand til at fremkalde EMF-induceret oxidativt stress. Desuden blev mange af de forandringer der observeredes i RF-eksponerede celler forebygget ved (tidlig) behandling med antioxidanter og radikale skraldemænd (24). Selvom data fra forskellige undersøgelser skal fortolkes med forsigtighed pga. variationer i fysiske og biologiske parametre, har et flertal af disse undersøgelser påvist effekter af ELF og RF på oxidativt stress (239).

IARC's Monograph understreger: "*Selv små effekter på frie radikalers koncentration kan potentielt påvirke adskillige biologiske funktioner*", s. 103 (24).

Yakymenko et al (238) har sammenfattet den nuværende evidens: "*Analyse af den aktuelt tilgængelige peer-reviewed videnskabelige litteratur afslører molekylære effekter, fremkaldt af lav-intensitet RFR i levende celler; dette inkluderer signifikant aktivering af de centrale signalveje, som genererer reaktive oxygenarter (ROS), aktivering af peroxidering, oxidativ beskadigelse af DNA og ændringer i antioxidant enzymer aktivitet. Det indikerer, at blandt 100 aktuelt tilgængelige peer-reviewed undersøgelser, der beskæftiger sig med oxidative virkninger af lav-intensitets RFR generelt, bekræftede 93 af dem, at RFR fremkalder generelt oxidative effekter i biologiske systemer. De inducerede ROS'ers vide patogenetiske potentiale og deres involvering i celle signalveje forklarer en lang række biologiske og helbreds-mæssige effekter af*

lav-intensitet RFR, som inkluderer både kræft og patologi som ikke er kræft”.

Pall's gennemgange (12, 16, 240) fremlægger evidens for en direkte interaktion mellem statiske og tidsvarierende elektriske felter, statiske og tidsvarierende magnetfelter og elektromagnetisk stråling med spændingsudløste calciumkanaler (VGCC). Den forøgede intracellulære Ca^{2+} , der produceres ved en sådan VGCC-aktivering, kan føre til adskillige reguleringsreaktioner, herunder øgede nitrogenoxidværdier, som produceres gennem virkningen af de to Ca^{2+} /calmodulin uafhængige nitrogenoxid-synthaser, nNOS og eNOS. I de fleste patofysiologiske sammenhænge reagerer nitrogenoxid sammen med superoxid og danner peroxynitrit, som er en kraftig ikke-radikal oxidant, der kan producere radikale produkter, inklusive hydroxyl- og NO_2 -radikaler.

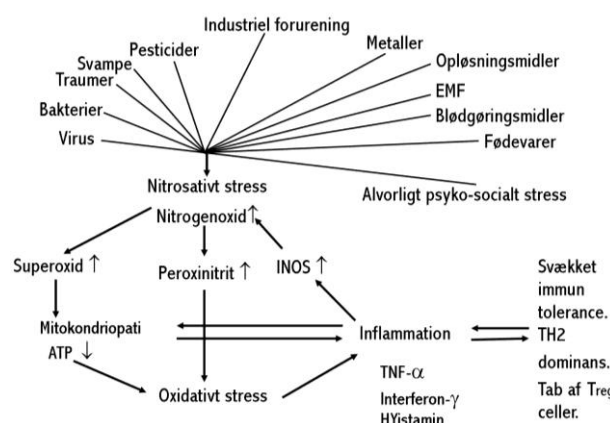
Peroxynitrit er langt det skadeligste molekyle, der optræder i kroppens stofskifte. Selv om peroxynitrit ikke er en fri radikal, er den langt mere reaktiv end dens ophavsmolekyler NO og O_2^- . Halveringstiden af peroxynitrit er forholdsvis lang (10-20ms), hvilket er tilstrækkeligt til at krydse over biologiske membraner, diffundere en til to cellediametre og muliggøre signifikante interaktioner med de mest kritiske biomolekyler og strukturer (cellemembraner, kerne-DNA, mitokondrial DNA, celleorganeller) samt et stort antal essentielle metaboliske processer (225). Forhøjet nitrogenmonoxid, dannelse af peroxynitrit og fremkaldelse af oxidativt stress kan være associeret med kronisk inflammation, beskadigelse af mitokondrisk funktion og struktur samt energitab, f.eks. via reduktion af adenosintrifosfat (ATP). En væsentlig forøgelse af 3-nitrotyrosin blev observeret i leveren hos Wistar rotter udsat for ELF, hvilket antyder en nedbrydende virkning på cellulære proteiner på grund af mulig dannelse af peroxynitrit (241). Nitrotyrosin blev fundet at være forøget ($> 0,9 \mu\text{g} / \text{ml}$) i 30% af de 259 testede EHS personer (207).

En undersøgelse foretaget af De Luca et al. i 2014 på 153 EHS personer og 132 kontrolpersoner viste metaboliske pro-oxidant / proinflammatoriske ændringer ved EHS, såsom lavere erythrocyt glutathion s-transferase (GST)-aktivitet, reducerede glutathion (GSH) niveauer, øget erythrocyt glutathionperoxidase (GPX) aktivitet, en øget andel af oxideret CoQ10 / total CoQ10 i plasma, og en 10-fold øget risiko med EHS, for de afgiftende enzymer glutathion S-transferase haplotype (null) GSTT1+(null) GSTM1 varianter (242).

Vigtigheden af ATP er blevet påvist ved kronisk træthedssyndrom (CFS) (243) og for stresskontrol (244). Disse patienter beskriver de samme symptomer som dem, der lider af CMI. Dette kunne indikere ligheder i deres patomekanismer. Lignende forstyrrelser i neurotransmitterudtryk er blevet beskrevet både hos patienter, med kronisk eksponering for EMF (245) og hos CMI-patienter (232, 246).

Et studie (247) foreslog at undersøge en mulig sammenhæng mellem RF-eksponering og myelin integritet via de klassiske immunhistokemiske markører for hhv sundt og degenereret myelin, og generelt for Schwann celler.

Symptombillederne ved kronisk træthedssyndrom (CFS), fibromyalgi (FM), multipel kemisk overfølsomhed (MCS), posttraumatisk stress (PTSD) og golfkrigssyndrom (GWS) er næsten de samme. Imidlertid bliver de kategoriseret som kroniske multisystemsygdomme (CMI) (246). Hos samtlige er der påvist forskellige forstyrrelser i de funktionelle cyklusser: aktivering af nitrogenoxid og peroxynitrit, kronisk inflammation ved aktivering af NF- κ B, IFN- γ , IL-1, IL-6 og et samspil med neurotransmitterudtryk (232, 246, 248). Vi anbefaler at klassificere EHS som en del af CMI (232, 249), men fortsat anerkende, at den bagvedliggende årsag forbliver miljøet (se Figur 1).



Figur 1: Inflammationspatogenese (sygdomsproces), mitokondriopati og nitrosativ stress som et resultat af eksponering for udløsende faktorer (248).

Andre sygdomme som kræver opmærksomhed mht. EMF

På grundlag af samspillet mellem EMF eksponering og biologiske reaktioner, som f.eks. fører til en forstyrrelse af den oxidative/nitrosative homøostase, er en lang række sygdomme mulige – og må endda forventes at opstå. Nogle eksempler skal anføres her:

Havas rapporterede i 2008 (250): ”*Forbigående (transiente) elektromagnetiske felter (beskidd strøm/elektricitet) i kilohertz-området i elektriske ledninger kan bidrage til forhøjet blodsukker hos diabetikere og prædiabetikere. Ved nøje at følge plasmaglukose værdierne hos fire Type 1 og Type 2-diabetikere finder vi, at de svarer direkte til mængden af beskidd strøm/elektricitet, som genereres i deres miljø. I et elektromagnetisk rent miljø kræver Type 1-diabetikere mindre insulin, og Type 2 diabetikere har lavere værdier af plasmaglukose. Beskidd strøm, som dannes af elektronisk udstyr og trådløse enheder, er alle-*

stedsnærværende i miljøet. Træning på et løbebånd, som producerer beskidd strøm, får plasmaglucozen til at stige. Disse resultater kan forklare, hvorfor folk med ustabil diabetes, har svært ved at regulere blodsukkeret. På baggrund af det estimerede antal personer, der lider af symptomer på elektrisk hypersensitivitet (3%-35%), kan helt op til mellem 5 og 60 millioner diabetikere over hele verden være berørte”.

Med hensyn til EMF eksponering af fostre og små børn påpegede Sage i BioInitiative Rapporten i 2012 (56): ”Fostres (i livmoderen) og små børns eksponering for mobiltelefonstråling og trådløs teknologi generelt kan være en risikofaktor for hyperaktivitet, indlæringsvanskeligheder og adfærdsproblemer i skolen.” [&] ”Foranstaltninger baseret på almindelig sund fornuft mht. at begrænse både ELF EMF og RF EMF overfor disse populationer, især mht. eksponeringer som kan undgås så som ku-vøser og vugger der kan modificeres, og hvor informering af den gravide mor om brug af laptops, mobiltelefoner og andre ELF EMF og RF EMF kilde nemt kan iværksættes.”

I en studie gennemgang fra 2013 rapporterede Herbert og Sage (251, 252) om bemærkelsesværdige ligheder mellem patofysiologiske fænomener som blev fundet i autisme spektrum forstyrrelser (ASCs) og ELF MF/RF's fysiologiske virkninger som f.eks. oxidativt stress, skader pga. frie radikaler, dårligt fungerende membraner, mitokondriel dysfunktion, inflammatoriske problemer, neurologiske forstyrrelser og elektrofysiologisk dysregulering, cellulære stressproteiner og mangel på antioxidanter såsom glutathion.

I et studie over en 6-årig periode overvågede man bestemte hormonværdier i blodet hos frivillige. Brug af mobiltelefon samt tæt afstand til mobilmaster var forbundet med sænkede testosteronniveauer hos mænd samt formindsket ACTH, cortisol, T3 og T4-niveauer hos mænd og kvinder (253).

Anbefalinger mht. forholdsregler

EUROPAEM har udviklet retningslinjer for differential diagnostik og mulig behandling af EMF-relaterede helbredsproblemer, for at forbedre og restituere menneskers individuelle helbred og foreslå strategier til forebyggelse. Disse anbefalinger er yderligere beskrevet nedenfor.

Anbefalingerne er foreløbige, og selv om de er relaterede til hele den forskningsmæssige evidens, som er rod-fæstet i teamets erfaringer, kan de for store deles vedkommende ikke betragtes som strengt evidensbaserede i hver eneste detalje.

Evidens for behandlingsstrategier for EMF-relaterede sygdomme herunder EHS

Der findes kun nogle få undersøgelser, der vurderer behandling af EHS. Den tværfagligt baserede vurdering og rådgivning af EHS i det Schweiziske miljø pilotprojekt som blev udført i 2001 viste i et evalueringsinterview et halvt år efter rådgivningen, at 45% af EHS personerne havde haft gavn af at følge bestemte råd, f.eks. at flytte soveværelse (192, 193).

I den Schweizisk spørgeskemaundersøgelse fra 2005 udført af læger, der arbejdede med komplementære behandlingsmetoder, valgte 2/3 reducere af eksponering som den vigtigste metode, hvorimod yderligere behandling kun blev valgt som et supplement (197).

Siden 2008 har den Schweiziske Lægeforening for Miljømedicin foretaget en lille tværfaglig miljømedicinsk rådgivningsenhed for patienter med EHS, som er indlejret i den daglige praksis med et centralt koordinerings- og konsultationskontor samt et netværk af praktiserende læger med interesse for miljømedicin, som udfører miljømedicinske vurderinger og konsultationer på grundlag af en standardprotokol. Om nødvendigt konsulteres miljøeksperter, og der foretages undersøgelser af patientens hjem. Formålet med undersøgelserne er at opdage eller udelukke almindelige sygdomme og analysere påvirkningen af mistænkte miljøbelastninger for at finde individuelle behandlingstiltag. Det vigtigste instrument i vurderingen er en omfattende medicinsk og psykosocial historik foruden en miljømæssig historik, herunder et systematisk spørgeskema og centrale spørgsmål om miljøet.

I de første år blev projektet videnskabeligt vurderet. I et spørgeskema et år efter rådgivningen anbefalede 70% af personerne den tværfagligt baserede rådgivningsstruktur, og 32% af dem anså at rådgivningen var hjælpsom. Derfor ser en model, der hviler på et sådant tværfagligt koncept som er indlejret i familielægens holistiske og vedrørende behandling, ud til at være lovende for en bedre behandlingsmæssig tilgang til EHS, som også inkluderer forholdsregler for tilgængelighed, der er målrettede til det aktuelle og individuelle miljø (254).

I Finland er psykoterapi den officielt anbefalede behandling for EHS. I en spørgeskemaundersøgelse af EHS personer i Finland blev symptomer, opfattede kilder og behandlinger, den oplevede effektivitet af medicinsk og komplementære alternative behandlinger (CAM) i forhold til EHS evalueret gennem multiple-choice spørgsmål. Ifølge 76% af de 157 adspurgte hjalp reduktion eller undgåelse af EMF til deres fulde eller delvise helbredelse. De bedste behandlinger for EHS blev angivet som vægtede effekter: kostomlægning (69,4%), kosttilskud (67,8%) og øget fysisk træning (61,6%). Den officielle behandlingsanbefaling med psykoterapi (2,6%) var ikke signifikant

hjælpssom og behandling med medicin (-4,2%) tilmed skadelig. Undgåelse af elektromagnetisk stråling og felter fjernede effektivt eller mindskede symptomerne hos EHS personer (194, 255).

Lægers reaktion på denne udvikling

I tilfælde af uspecifikke helbredsproblemer (se spørgeskema), for hvilke der ikke kan findes nogen klart identificerbar årsag – skal EMF eksponering, udover andre faktorer såsom kemikalier, tungmetaller, skimmelsvampe, i princippet tages i betragtning som en potentiel årsag eller medvirkende årsag, især hvis personen selv antager det.

En central fremgangsmåde til en kausal tilskrivning for symptomer er vurderingen af variation i helbredsproblemer afhængigt af tid og sted og individuel modtagelighed, hvilket er særligt relevant for miljømæssige årsager, såsom EMF eksponering.

Hvad angår lidelser som mandlig infertilitet, abort, Alzheimer's, ALS, blodsukkerudsving, diabetes, kræft, hyperaktivitet, indlæringsvanskeligheder og adfærdsmæssige problemer i skolen, vil det være vigtigt at overveje en mulig sammenhæng med EMF eksponering. Nogle mennesker med EHS kan blive fejldiagnosticerede med multipel sklerose (MS), eftersom mange af symptomerne ligner hinanden. Det giver mulighed for at påvirke sygdomsforløbet kausalt.

Fremgangsmåde ved mistanke om EMF-relaterede helbredsproblemer

Den anbefalede metode med hensyn til diagnostisering og behandling skal ses som en hjælp og bør naturligvis tilpasses for at imødekomme behovene i hvert enkelt tilfælde (se figur 2).

1. Historikken vedr. helbredsmæssige problemer og EMF eksponering
2. Lægelige undersøgelser og resultater
3. Måling af EMF eksponering
4. Reducering og forebyggelse af EMF eksponering
5. Diagnose
6. Behandling af patienten inklusive miljøet

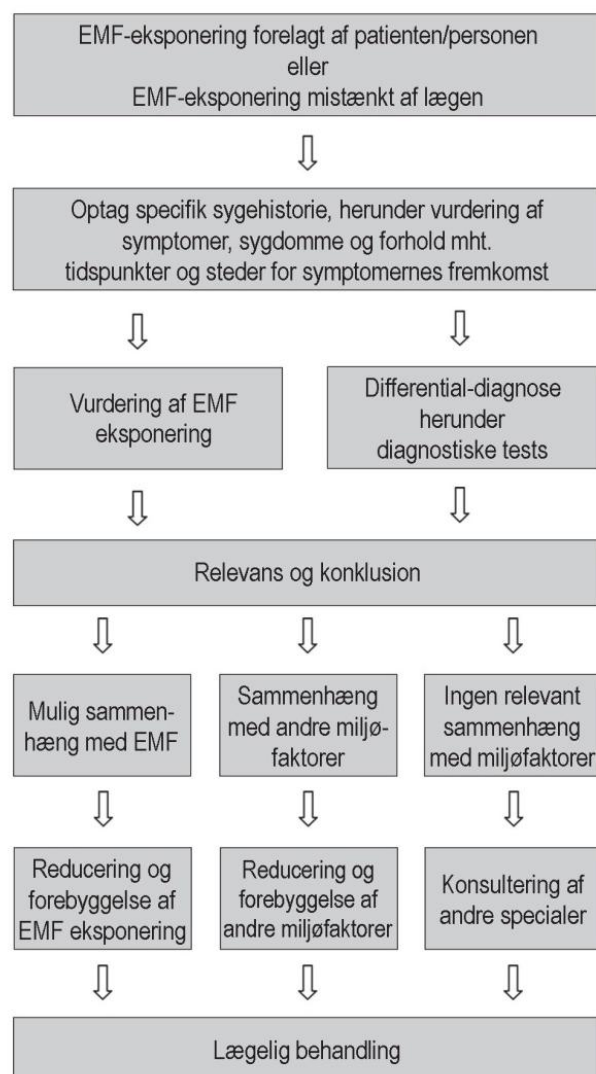
Historikken vedr. de helbredsmæssige problemer og EMF eksponering

For at kunne sætte senere fund ind i en større kontekst er en generel medicinsk historie (anamnese) nødvendig. En del af denne historie bør omfatte:

- Elektrisk traume: mange stød, elektrisk chock, ramt af lynet
- Kemisk traume: eksponering for pesticider, metaller, klorerede kulbrinter (PCB, DDT osv.)
- Biologisk traume i form af en stor belastning af parasitter, svampeinfektioner, virusinfektioner osv.
- Fysiske traumer i centralnervesystemet i form af piskesmæld, andre ulykker, rygproblemer
- Autoimmune lidelser

I de næste afsnit fokuserer vi kun på EMF-relaterede helbredspåvirkninger.

Et spørgeskema som er udarbejdet af EUROPAEM EMF-arbejdsgruppen findes i bilaget til disse EMF-retningslinjer, med henblik på at kunne optage en systematisk historie i forhold til helbredsproblemer og EMF eksponering.



Figur 2: Diagram til håndtering af EMF-relaterede helbredsproblemer

Spørgeskemaet er inddelt i 3 afsnit:

- a) Symptomliste
- b) Variation i helbredsproblemer afhængig af tid, sted og omstændigheder
- c) Vurdering af bestemte EMF eksponeringer, der kan evalueres via spørgeskema

Symptomlisten i spørgeskemaet tjener til systematisk at kvantificere helbredsproblemer uanset deres årsag. Den omfatter også spørgsmål som, hvornår de sundhedsmæssige problemer først opstod. De fleste EMF-relaterede symptomer er non-specifikke og falder indenfor de helbredsproblemer der skyldes utilstrækkelig regulering (dekompensation), f.eks. søvnproblemer, træthed, udmattelse, manglende energi, rastløshed, hjertebanken, blodtryksproblemer, muskel- og ledsmerter, hovedpine, forhøjet risiko for infektioner, depression, koncentrationsbesvær, koordinationsforstyrrelser, glemsomhed, angst, vandladningstrang, anomia (svært ved at finde ord), svimmelhed, tinnitus og fornemmelser af pres i hoved og ører.

Helbredsproblemerne kan variere i sværhedsgrad fra godartede, midlertidige symptomer, såsom f.eks. let hovedpine eller snurren (paræstasier) rundt om øret, f.eks. ved brug af mobiltelefon, eller influenza-lignende symptomer efter måske nogle timers fuldkrops-eksponering for EMF, til alvorlige, invaliderende symptomer, der drastisk forringer det fysiske og mentale helbred. Det skal understreges, at afhængig af individets tilstand eller modtagelighed, optræder EHS-symptomer ofte kun lejlighedsvis, men over tid kan de stige i hyppighed og sværhedsgrad. Hvis en skadelig EMF eksponering derimod reduceres tilstrækkeligt har kroppen en chance for at restituere sig, og EHS-symptomerne vil mindskes eller forsvinde.

Variation i helbredsproblemer afhængig af tid, sted og omstændigheder

Svar på spørgsmålene om, hvornår helbredsproblemer opstår eller aftager, og hvornår og hvor symptomerne øges eller er særligt tydelige er kun indikationer. De må fortolkes af undersøgeren (f.eks. i forhold til den korrekte sammenkobling mellem sted, EMF kilder og helbredsproblemer). Særlig må det sted folk sover, vises opmærksomhed, på grund af varigheden af påvirkningen og søvnens afgørende rolle for kroppens regenerering.

Vurdering af visse EMF eksponeringer, der kan evalueres ved hjælp af spørgeskema

Vurdering af en EMF eksponering begynder normalt med visse spørgsmål om sædvanlige EMF-kilder. Uanset om patienten mistænker EMF eksponering som en årsag eller ej, skal disse spørgsmål anvendes til at vurdere det ek-

sterende eksponeringsniveau, i det mindste som et groft estimat. Det er vigtigt at bemærke, at kun visse typer EMF eksponering kan vurderes ved hjælp af spørgsmål, såsom brugen af lysstofrør, mobiltelefoner og trådløse telefoner. Opdagelse af andre typer EMF eksponering, f.eks. pga. RF-sendere (master m.v.) eller de elektriske felter og/eller magnetfelter fra el-ledninger, kræver som regel opmålinger. I princippet bør der stilles spørgsmål for at vurdere eksponering for EMF i hjemmet og på arbejdspladsen og på ferie osv., mens man stadig husker på, at graden af EMF eksponering kan variere på forskellige tidspunkter.

Medicinske undersøgelser og resultater

Vi har endnu ikke nogen kliniske resultater, der er specifikke for EMF, hvilket gør diagnostisering og differentialdiagnostisering til en betydelig udfordring.

En metode, som har vist sig brugbar, er at anvende stress-associerede resultater til diagnostisering og opfølgning og at evaluere dem synoptisk. Som det første trin må basale diagnostiske tests gennemføres, efterfulgt af opmålinger af EMF eksponering som trin to. Kernediagnosen bør fokusere på undersøgelser af nitrogenoxidproduktion (nitrotyrosin), mitokondriopati (intracellulær ATP), oxidativ stress-lipid peroxidation (MDA-LDL), inflammation [TNF-alfa, IFN-gamma-inducerbart protein 10 (IP-10), IL-1b, histamin] og melatoninstatus (24 timers urinmelatonin/kreatinin-ratio).

Herefter kan man overveje yderligere diagnostiske tests. På grund af forskellene i normalområderne mellem laboratorier og forskellig praksis med hensyn til måleenhederne i de forskellige lande, vil vi ikke angive nogen niveauer, der kan anses for relevante i forhold til EHS. Det anbefales at tolke dem i sammenhængen, og ikke blot fokusere på unormale værdier. Hvis f.eks. adskillige parametre samtidigt ligger tæt på grænsen for normalværdierne, kan det være instruktivt med henblik på fastlæggelse af en behandlingsmæssig eller diagnostisk anbefaling.

Funktionelle undersøgelser

Grundlæggende diagnostiske undersøgelser

- Blodtryk og puls (i alle tilfælde hvilepuls sengeligende om morgenen), inklusive selvmonitorering, hvis muligt flere gange dagligt, f.eks. på forskellige steder og med journalisering af det subjektive velvære gennem en uge.

Yderligere diagnostiske undersøgelser

- 24 timers blodtryksmåling (fravær af fald om natten)
- 24-timers EKG (hjerterytm-diagnose)

- 24-timers pulsvariabilitet (HRV) (autonome nerve-system diagnose)
- Ergometri under fysisk stress
- Søvn-EEG hjemme

Laboratorieundersøgelser

Grundlæggende diagnostiske undersøgelser

- Blod
 - ACTH
 - Bilirubin
 - Blodtælling og differentieltælling
 - BUN
 - Kolesterol, LDL, HDL, triglycerider
 - Coenzym-Q10 ratio for oxideret-CoQ10/total-CoQ10
 - Kreatinin kinaser (CK-MB, CK-MM)
 - Højfølsomt C-reaktivt protein (hs-CRP)
 - Cystatin C (glomerulær filtrationshastighed)
 - Elektrolytter
 - Fastebloodsukker
 - Ferritin
 - Glutathion S-transferase (GST)
 - Reduceret glutathion (GSH)
 - Glutathionperoxidase (GPX)
 - HBA_{1c}
 - Histamin og diaminoxidase (DAO)
 - IFN-gamma-inducerbart protein 10 (IP-10)
 - Interleukin-1 (f.eks. IL-1a, IL-1b)
 - Intracellulært ATP
 - Leverenzymmer (f.eks. ALT, AST, GGT, LDH, AP)
 - Magnesium (fuldblood)
 - Malondialdehyd (MDA)-LDL
 - Nitrotyrosin (NTT)
 - Kalium (fuldblood)
 - Prolaktin
 - Selen (fuldblood)
 - Testosteron
 - TSH
 - T3, T4
 - Tumor nekrosefaktor alfa (TNF α)
 - D3-vitamin
 - Zink (fuldblood)
- Standard urinalyse
 - Leukocytter, erythrocytter, albumin, urobilinogen, pH, bakterier, glucose, mikroalbumin
- 2. morgenurin

- Adrenalin
- Dopamin
- Noradrenalin
- Noradrenalin/adrenalin forhold
- Serotonin
- Beta-phenylethylamin (PEA)
- 24-timers urin
 - 6-OH melatonin sulfat
 - Kreatinin
 - 6-OH melatonin sulfat/kreatinin forhold
- Spyt
 - Kortisol (kl. 8, kl. 12 og kl. 20)

Yderligere diagnostiske undersøgelser

- Urin
 - Metaller (afhængig af sygehistorie, f.eks. kvik-sølv, cadmium, bly, arsenik, aluminium)
- 2. morgenurin
 - Gamma-aminobutansyre (GABA)
 - Glutamat
 - Kryptopyrrol
- Spyt
 - Dehydroepiandrosteron DHEA (kl. 8 og kl. 20)
 - Alfa-amylase
- Blod
 - 8-hydroxydeoxyguanosin (DNA oxidering)
 - Biotin
 - Differential lipidprofil
 - Folat
 - Holotranscobolamin
 - Homocystein
 - Interferon-gamma (IFN- γ)
 - Interleukin-10 (IL-10)
 - Interleukin-17 (IL-17)
 - Interleukin-6 (IL-6)
 - Interleukin-8 (IL-8)
 - Intracellulært glutathion (redox-balance)
 - Laktat, pyrovat inkl. ratio
 - Lipase
 - NF-kappa B
 - B6 vitamin (fuldblood)

Provokationsforsøg

Særlige faciliteter med brug af forskellige signaler, f.eks. DECT eller Wi-Fi-eksponering (f.eks. 20-60 min., afhæn-

gig af individets kapacitetsregulering, modtagelighed og observeret reaktion)

- Pulsvariation (HRV) (diagnose vedr. det autonome nervesystem)
- Mikrocirkulation
- Oxidativt stress (lipid peroxidering, malondialdehyd, oxo-LDL)
- For diabetikere, plasmaglukose
- Analyse af levende blod (aggregering af røde blodlegemer i form af rouleaux, blodviscositet, makrofagaktivitet, lysis af røde blodlegememembraner)
- For folk med neurologiske problemer og problemer med fin- eller grovmotorisk koordinering, en video af dem, hvor de spadserer før og efter provokationen og et foto taget af en håndskreven prøve før og efter provokationen

Individuel modtagelighed

- Blod (genetiske parametre og faktiske funktion)
 - Glutathion S-transferase M1 (GSTM1) – afgiftning
 - Glutathion S-transferase T1 (GSTT1) – afgiftning
 - Superoxiddismutase 2 (SOD2) – beskyttelse af mitokondrier
 - Catechol-O-methyl transferase (COMT) – stresskontrol

Opmåling af EMF eksponering

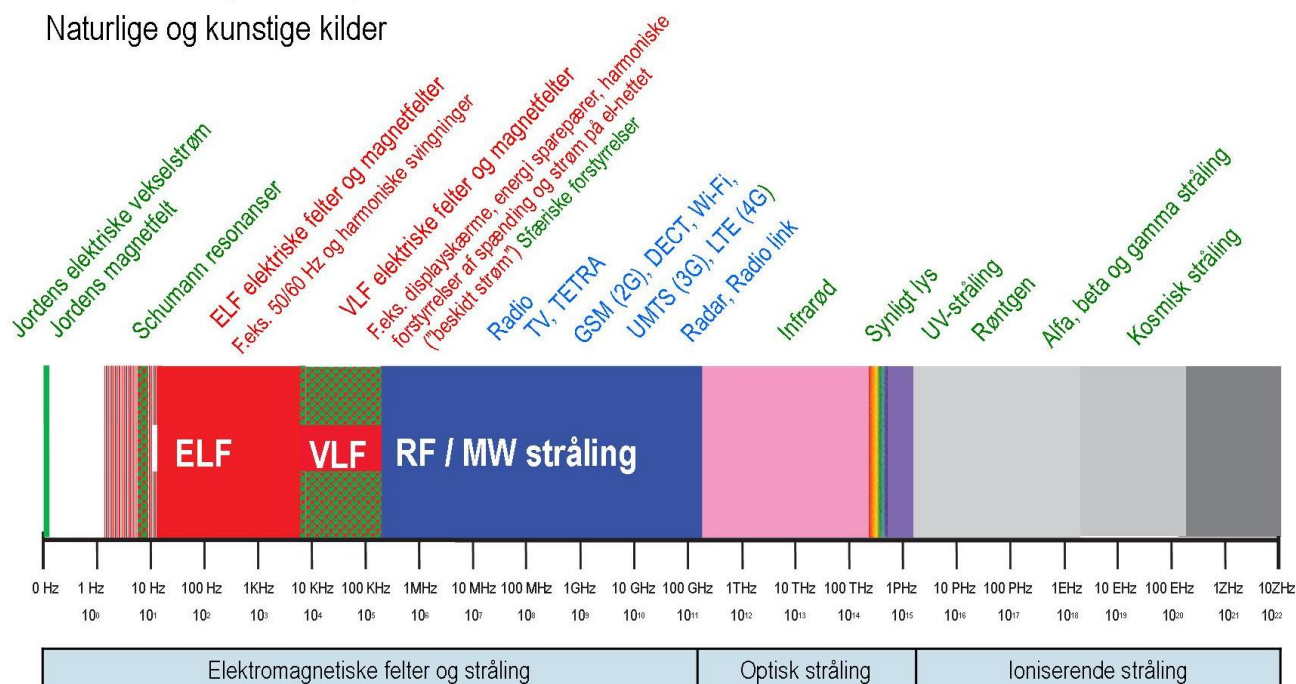
Den menneskelige arts evolutionære udvikling fandt sted under tilstedeværelsen af det naturlige elektromagnetiske spektrum (Jordens magnetfelt, Jordens elektriske felt, sfærer, Shumann-resonans). Disse påvirkninger har været en del af vores biosfære ligesom iltindholdet i luften eller det synlige lysspektrum, og de har været integreret i de biologiske funktioner (14).

Nu er næsten alle ikke-ioniserede dele af det elektromagnetiske spektrum fyldt med kunstige, tekniske EMF-kilder pga. elektrificering og (trådløse) kommunikationsteknologier, men de er meget sjældne i naturen (se Figur 3). EMF opmålinger og/eller eksponeringsskader er normalt ikke dækket af de lovpligtige sundhedsforsikringer.

- Generelt bør man tage en bred vifte af EMF eksponeringstyper (statiske felter, ELF, VLF og RF) i betragtning.
- ELF magnetfelter kan stamme fra f.eks. 12V transformere, transformerstationer, netstrømme i elektriske ledninger, vandrør og andre ledende materialer, infrarøde varmeapparater, varmetæpper og forskellige typer strømkabler
- ELF elektriske felter kan stamme fra f.eks. elektriske ledninger, lamper og apparater
- VLF magnetfelter ("beskidt strøm") og/eller VLF elektriske felter ("beskidt elektricitet") kan udsendes fra elektroniske apparater såsom energi sparepærer, elektroniske transformere, induktionskomfurer, frekvensomformere, lysdæmpere, kommunikationskab-

Det elektromagnetiske spektrum

Naturlige og kunstige kilder



Figur 3: Eksempler på naturlige (grønne) og kunstige (røde og blå) EMF-kilder i det elektromagnetiske spektrum (256).

ler (Power Line Communicaiton - PLC), der er forbundet til elnettet. Disse enheder bruger strøm og / eller spænding i korte pulseringer, der kan producere harmoniske svingninger og VLF transienter på de elektriske kredsløb, jordede materialer og i jorden.

- Typiske RF-strålingskilder omfatter f.eks. trådløse telefoner (DECT), trådløs internetadgang (Wi-Fi), mobiltelefoner og deres sendemaster, radio- og TV-antennener, radar (militære, i lufthavne, marine og vejr), Bluetooth og mikrobølgeovne.

I soveværelset er de vigtigste eksponeringspunkter hovedet og kroppen efterfulgt af de øvrige mest udsatte områder med kronisk eller høj eksponering.

EMF opmålinger bør planlægges og udføres af specialuddannede og erfarne opmålingsspecialister og altid i overensstemmelse med relevante standarder, f.eks. VDB-retningslinjerne fra det tyske Association of Building Biology Professionals (257). Ud over måleresultaterne, skal målerapporten også indeholde forslag til en mulig reduktion af EMF eksponeringen.

Til afklaring af visse spørgsmål findes der personlige måleapparater med en datalogningsfunktion, så man kan måle ELF magnetfelter og radiofrekvent stråling.

Når opmålingerne er bestilt og gennemført, bør resultaterne drøftes med en læge, der bekendt med EMF symptomer.

Vejledende værdier for EMF

I hvert tilfælde bør de følgende aspekter tages individuelt i betragtning, når resultaterne af EMF opmålingerne vurderes (27, 26):

- Personens individuelle modtagelighed (sårbarhed), hvis grundlag f.eks. kan være en tidligere traumehistorik (elektrisk, kemisk, biologisk og fysisk).
- Personens individuelle samlede belastning af kroppen (f.eks. eksponering for støj, kemikalier såsom neurotoksiner)
- Varighed af EMF eksponering
- EMF eksponering om natten og om dagen
- Mangeartetet eksponering for forskellige EMF-kilder
- Signalintensitet: watt/m² (W/m²), volt/m (V/m), ampere/m (A/m)
- Signalkarakteristika er taget i betragtning i de vejledende EMF værdier – se bilag 3 (258)
 - Frekvens
 - Risetime (ΔT) for overspænding, transienter osv.
 - Frekvens og perioditet af peaks, f.eks. visse GSM-mobilmaster (8,3 Hz), Wi-Fi-netværk (10 Hz), DECT trådløse telefoner (100 Hz)
 - Modulationstype (frekvensmodulering, amplitude modulering eller fase modulering)

Uanset ICNIRP's anbefalinger for specifikke akutte effekter gælder følgende vejledende værdier (Tabel 1-3, 5 og 6) for udsatte steder med langvarig eksponering på mere end 20 timer pr. uge (259). De er baseret på epidemiologiske studier (9, 10, 27, 221, 260-262), empiriske observationer og opmålinger som er relevante i praksis (258, 263) samt anbefalinger fra Seletun Statement (40) og Europarådet (42). De foreslåede vejledende værdier er baseret på videnskabelige data, herunder en forebyggende del og har til formål at hjælpe med at restituere helbred og trivsel hos allerede udsatte patienter. Alle angivne niveauer gælder bestrålingernes intensitet og eksponering af hele legemet.

ELF (ekstremt lav frekvens) magnetfelter (ELF MF) Opmålingsspecifikationer

Frekvensområde: 50/60 Hz lysnet-el, op til 2 kHz. 16,7 Hz jernbanesystemer i Østrig, Tyskland, Schweiz, Sverige og Norge, 400 Hz på fly

Målingstyper: Magnetisk induktion eller flux-tæthed [T; mT; μT ; nT]

Feltsonde: Isotropisk magnetfelt sonde (tre ortogonale akser)

Detektor-tilstand: RMS (geometrisk middelværdi)

Målingsomfang: Seng: korttidsopmålinger i hele soveområdet. Arbejdsplads: korttidsopmålinger på hele arbejdsområdet (f.eks. sideområde). Langtidsopmålinger: f.eks. punkt tæt på hoved/krop i sengen eller på arbejdsområdet.

Målingsperiode: Korttidsopmålinger for at identificere feltkilder. Langtidsopmålinger under søvn og arbejdsdag

Evalueringsgrundlag: Langtidsopmålinger: maksimal (MAX) og beregnet middelværdi (AVG)

Vejledende forsigtighedsværdier

I områder, hvor folk opholder sig i længere tid (>4 timer om dagen), skal eksponering for ELF magnetfelter minimeres til værdier, der er så lave som mulige eller under de forebyggende vejledende værdier anført nedenfor.

Tabel 1: Vejledende forsigtighedsværdier for ELF magnetfelter

ELF magnetfelt	Eksponering om dagen	Eksponering om natten	Sensitive populationer
Middelværdi (AVG)	100 nT (1 mG) ^{1), 2), 3)}	100 nT (1 mG) ^{1), 2), 3)}	30 nT (0,3 mG) ⁵⁾
Maksimum (MAX)	1000 nT (10 mG) ^{2), 4)}	1000 nT (10 mG) ^{2), 4)}	300 nT (3 mG) ⁵⁾

(Måleenheder: nT = nanotesla, mG = milliGauss)

Baseret på: ¹⁾ BioInitiative (9, 10); ²⁾ Oberfeld (262); ³⁾ Seletun Statement (40); ⁴⁾ NISV (264); ⁵⁾ Forsigtighedstilgang med en faktor 3 (feltstyrke). Se også IARC 2002 (30), Blank and Goodman (17) og TCO Development (265).

Evalueringsretningslinjer specielt for soveområder

Frekvenser højere end lysnettet på 50/60 Hz og distinkt harmoniske svingninger skal vurderes mere kritisk. Se og-

så de vejledende forsigtighedsværdier for VLF frekvensområdet nedenfor. Hvis det er muligt bør netstrøm (50/60 Hz) og kørestrøm (16,7 Hz) vurderes separat, men skal lægges sammen (kvadreret gennemsnit). Langtidsopmålinger skal gennemføres især om natten, men i mindst 24 timer.

ELF (ekstremt lav frekvens) elektriske felter (ELF EF) Opmålingsspecifikationer

Frekvensområde: 50/60 Hz lysnet-el, op til 2 kHz. 16,7 Hz jernbanesystemer i Østrig, Tyskland, Schweiz, Sverige og Norge

Målingstyper: Elektrisk felt [V/m] uden jordingsreference (potentialefri)

Feltsonde: Isotropisk elektrisk feltsonde (tre ortogonale akser)

Detektor-tilstand: RMS (geometrisk middelværdi)

Målingsomfang: Seng: 9 steder i soveområdet. Arbejdsplads: hele arbejdsområdet (f.eks. på siddeområde 3 eller 6 punkter)

Målingsperiode: Punktopmålinger for at vurdere eksponeringen og identificere feltkilder. Da elektriske felters eksponeringsniveauer i ELF-frekvensområdet normalt ikke ændres, er der ikke behov for langtidsopmålinger

Evalueringsgrundlag: Punktmålinger (maksimum) på relevante eksponeringspunkter

Vejledende forsigtighedsværdier

I områder, hvor folk opholder sig i længere tid (>4 timer om dagen), skal eksponering for ELF elektriske felter minimeres til værdier, der er så lave som mulige eller under de vejledende forsigtighedsværdier anført nedenfor.

Tabel 2: Vejledende forsigtighedsværdier for ELF elektriske felter

ELF elektrisk felt	Eksponering om dagen	Eksponering om natten	Sensitive populationer
Maksimum (MAX)	10 V/m ^{1), 2)}	1 V/m ²⁾	0,3 V/m ³⁾

Baseret på: ¹⁾ NCRP Draft Recommendations on EMF Exposure Guidelines: Option 2, 1995 (261); ²⁾ Oberfelt (262); ³⁾ Forsigtighedstilgang med en faktor 3 (feltstyrke). Se også TCO Development (265).

Evalueringsretningslinjer særligt for soveområder

Frekvenser højere end lysnettet på 50/60 Hz og distinkt harmoniske svingninger skal vurderes mere kritisk. Se også de vejledende forsigtighedsværdier for VLF frekvensområdet nedenfor.

Radiofrekvent stråling (RF)

Opmålingsspecifikationer

Frekvensområde: Radio- og TV-antenners, mobilmastesendere f.eks. TETRA (400 MHz), GSM (900 og 1800 MHz), UMTS (2100 MHz), LTE (800, 900, 1800, 2500-2700 MHz), trådløse

telefonbasestationer f.eks. DECT (1900), Wi-Fi access points og clients (2450 og 5600 MHz), WiMAX (3400-3600 MHz). De her nævnte frekvenser i MHz refererer til europæiske netværk.

Målingstyper: Normalt elektrisk felt [V/m] -> beregnet effekt-tæthed [W/m²; mW/m², µW/m²]; se omregningsenheder i tabel 4

Feltsonde: Isotropisk, biokonisk eller logaritme-periodisk antenne

Detektor-tilstand: Peak detektor med max hold

Målingsomfang: Eksponeringspunkter i soveområdet og på arbejdspladsen

Målingsperiode: Normalt korttidsmålinger for at identificere RF feltkilder (f.eks. akustisk analyse) og peak-aflæsninger

Evalueringsgrundlag: Båndspecifikke eller frekvensspecifikke punktmålinger (peak detektor på max hold) af almindeligt forekomne signaler på relevante eksponeringspunkter (f.eks. med spektrumsanalyse apparat eller i det mindste et båndspecifikt RF-meter)

Vejledende forsigtighedsværdier

I områder, hvor folk tilbringer længere tid (>4 timer om dagen), skal eksponering for radiofrekvente felter minimeres til værdier, der er så lave som mulige eller under de vejledende forsigtighedsværdier anført nedenfor. Frekvenser, der skal opmåles, bør tilpasses hvert enkelt tilfælde. De specifikke vejledende værdier tager højde for signalkarakteristika for risetime (ΔT) og periodisk ELF pulsering (258). Bemærk: Rektangulære signaler viser korte rise times og består af et bredt spektrum af frekvenser. Den effekt-tæthed, der induceres i den menneskelige krop stiger med øget frekvens i et næsten lineært forhold (266).

Tabel 3: Vejledende forsigtighedsværdier for radiofrekvent stråling

RF kilde Max Peak/ Peak Hold	Eksponering om dagen	Eksponering om natten	Sensitive populationer
Radio (FM)	10.000 µW/m ²	1000 µW/m ²	100 µW/m ²
TETRA	1000 µW/m ²	100 µW/m ²	10 µW/m ²
DVB-T	1000 µW/m ²	100 µW/m ²	10 µW/m ²
GSM (2G)	100 µW/m ²	10 µW/m ²	1 µW/m ²
900/1800 MHz DECT (trådløs telefon)	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) med PTCCH* (8,33 Hz pulse-ring)	10 µW/m ²	1 µW/m ²	0,1 µW/m ²
DAB+ (10,4 Hz pulsering)	10 µW/m ²	1 µW/m ²	0,1 µW/m ²
Wi-Fi 2,4/5,6 GHz (10Hz pulsering)			

*PTCCH, packet timing advance control channel.

Baseret på: BioInitiative (9, 10); Kundi and Hutter (260); Leitfaden Senderbau (221); PACE (42); Seletun Statement (40). 1) Forsigtighedstilgang med en faktor 3 (feltstyrke), med en faktor 10 (effekt-tæthed). Se også IARC 2013 (24) og Margaritis et al. (267).

Tabel 4: Omregning af radio-frekvente måleenheder for stråling

Omregning af RF måleenheder	mW/m ²	10	1	0,1	0,01	0,001	0,0001
	μW/m ²	10.000	1.000	100	10	1	0,1
	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

VLF (meget lav frekvens) Magnetfelter (VLF MF)**Opmålingsspecifikationer**

Frekvensområde: 3 kHz-3 MHz. Frekvens-specifikke målinger (spektrumsanalyse apparat/EMF-måleapparat), f.eks. "beskidd strøm", strømkabel-kommunikation (PLC), radiofrekvente identifikationstransmittere (RFID), energi sparepærer (CFL)

Målingstyper: Magnetfelt [A/m] → beregnet magnetisk induktion [T; mT; μT; nT]

Feltsonde: Isotropisk eller anisotropisk magnetfeltsonde

Detektor-tilstand: RMS (geometrisk middelværdi)

Målingsomfang: Eksponeringspunkter i soveområdet og på arbejdsområdet

Målingsperiode: Korttidsopmålinger for at identificere feltkilder. Langtidsopmålinger under søvn og på arbejde

Evalueringsgrundlag: Langtidsopmålinger: RMS detektor, beregnede middelværdier og maksimal værdier på relevante eksponeringspunkter

Bemærk: Hvis der registreres forhøjet eksponering, kan man anvende strømkvalitetsanalyse apparater og oscilloskoper på selve ledningerne for at spore kilden til den "beskidte strøm".

Vejledende forsigtighedsværdier

I områder, hvor folk opholder sig i længere tid (>4 timer om dagen), skal eksponering for VLF magnetfelter minimeres til værdier, der er så lave som mulige eller under de vejledende forsigtighedsværdier anført nedenfor.

Tabel 5: Vejledende forsigtighedsværdier for VLF magnetfelter

VLF magnetfelt	Eksponering om dagen	Eksponering om natten	Sensitive populationer
Middelværdi (AVG)	1 nT (0,01 mG) ¹⁾	1 nT (0,01 mG) ¹⁾	0,3 nT (0,003 mG) ²⁾
Maksimum (MAX)	10 nT (0,1 mG) ¹⁾	10 nT (0,1 mG) ¹⁾	3 nT (0,03 mG) ²⁾

Baseret på: ¹⁾ Den effektthæthed, der induceres i den menneskelige krop, stiger med øget frekvens i et næsten lineært forhold (266). Derfor bør den vejledende værdi for magnetfeltet i VLF-frekvensområdet være lavere end for magnetfelter i 50/60 Hz området, f.eks. 100 nT RMS/100 = 1 nT. Se afsnittet om ELF magnetfelter for begrundelsen for 100 nT (gns) og 1 μT (max). ²⁾ Forebyggende tilgang med en faktor på 3 (feltstyrke). Se også TCO Development (265).

VLF (meget lav frekvens) Elektriske felter (VLF EF)**Opmålingsspecifikationer**

Frekvensområde: 3 kHz-3 MHz. Frekvens-specifikke målin-

ger (spektrumsanalyse apparat/EMF-måleapparat), f.eks. "beskidd strøm", strømkabel-kommunikation (PLC), radiofrekvente identifikationstransmittere (RFID), energi sparepærer (CFL)

Målingstyper: Elektrisk felt [V / m]

Feltsonde: Isotropisk, biokonisk eller logaritme-periodisk elektrisk felt sonde

Detektor-tilstand: RMS (geometrisk middelværdi)

Målingsomfang: Eksponeringspunkter i soveområdet og på arbejdsområdet

Målingsperiode: Korttidsmålinger for at identificere feltkilder. Langtidsmålinger under søvn og på arbejde

Evalueringsgrundlag: Langtidsmålinger: beregnede middelværdier på relevante eksponeringspunkter

Bemærk: Hvis der registreres forhøjet eksponering, kan man anvende strømkvalitetsanalyseapparater og oscilloskoper på selve ledningerne for at spore kilden til den "beskidte strøm".

Vejledende forsigtighedsværdier

I områder, hvor folk opholder sig i længere tid (>4 timer om dagen), skal eksponering for VLF elektriske felter minimeres til værdier, der er så lave som mulige eller under de vejledende forsigtighedsværdier anført nedenfor.

Tabel 6: Vejledende forsigtighedsværdier for VLF elektriske felter

VLF elektrisk felt	Eksponering om dagen	Eksponering om natten	Sensitive populationer
Middelværdi (AVG)	0,1 V/m ¹⁾	0,01 V/m ¹⁾	0,003 V/m ²⁾

Baseret på: ¹⁾ Den effektthæthed, der induceres i den menneskelige krop, stiger med øget frekvens i et næsten lineært forhold (266). Derfor bør den vejledende værdi for det elektriske felt i VLF-frekvensområdet være lavere end for det elektriske felt i 50/60 Hz området, f.eks. 10 V/m/100 = 0,1 V/m. Se afsnittet om ELF elektriske felter for begrundelsen for 10 V/m og 1 V/m. ²⁾ Forsigtighedstilgang med en faktor 3 (feltstyrke). Se også TCO Development (265).

Reduktion og forebyggelse af EMF eksponering

Efter at have konsulteret en testspecialist er det tilrådeligt at forebygge eller reducere EMF eksponering af flere grunde:

- For at forebygge og mindske risici for individuelle helbredsproblemer og folkesundheden
- For at identificere enhver sammenhæng med helbredsproblemer
- For at behandle de EMF-relaterede helbredsproblemer kausalt

Der er adskillige potentielle årsager til relevant EMF eksponering, og denne EMF vejledning kan kun give nogle få eksempler. Yderligere information kan f.eks. findes i dokumentet "Options to Minimize EMF/RF/Static Field Exposures in Office Environments" (268) og "Elektrosmog im Alltag" (269). For detaljerede oplysninger fysikken,

egenskaber og opmåling af EMF, se Virnich (270); vedrørende reducere af radiofrekvent stråling (RF) i boliger og kontorer, se Pauli og Moldan (271).

I de fleste tilfælde vil det være nødvendigt at rådføre sig med en ekspert (f.eks. en kvalificeret EMF/RF-ingeniør/konsulent) og/eller en elektriker, der kan rådgive om, hvilke forholdsregler der kan tages for at reducere EMF eksponeringen.

Reducering af EMF eksponering – første skridt

Som det første skridt anbefales det (også forebyggende) at fjerne eller reducere typiske EMF eksponeringskilder, hvilket kan afhjælpe helbredsrelaterede gener inden for nogle dage eller uger. Der kan foreslås følgende tiltag:

Forebyggelse af eksponering for radiofrekvent stråling (RF)

- Gør samtalerne i mobiltelefoner/smartphonen og trådløse telefoner korte; brug højttalerfunktion eller et håndfrit sæt
- Undgå at bære og opbevare mobiltelefonen/smartphonen tæt på kroppen
- Deaktiver alle unødvendige trådløse mobiltelefonapps, da de forårsager eksponering for periodisk stråling
- Sæt mobiltelefoner/smartphoner på ”flytilstand”, når som helst det er muligt eller deaktiver mobildata, Wi-Fi, bluetooth og nærfelt kommunikationen (NFC) i smartphonens indstillinger.
- Afbryd / træk strømforsyningen ud til alle DECT-trådløse telefonbasestationer. Sådanne ”ECO-mode” eller ”zero-emission” DECT-telefoner anbefales kun betinget, fordi eksponering fra håndsatte stadig er til stede. En ”traditionel” kablet telefon anbefales i stedet.
- Afbryd / træk strømforsyningen ud til alle Wi-Fi access points (WAP) eller Wi-Fi-routere. Mange LAN-routere er nu udstyret med ekstra Wi-Fi. Kontakt leverandøren af LAN-routeren og bed om at få Wi-Fi deaktiveret. Det er normalt også muligt at gøre dette online ved at følge leverandørens instruktioner.
- I tilfælde af eksterne RF strålingskilder bør man vælge opholdsrum – især soveværelser – der vender væk fra kilden.
- Undgå internetkommunikation via el-nettet (dLAN). Brug i stedet et ethernet netværkskabel (LAN).
- Undgå eksponering for RF-stråling (f.eks. trådløse enheder såsom hjemmeunderholdning, mobiltelefoner, babyalarmer, computerspil, printere, tastaturer, mus, overvågningssystemer) i hjemmet, på kontorer og i biler.
- Undgå eksponering for energi sparepærer (kompakte lysstofrør såvel som visse LED genererer højfre-

kvente transienter). Disse typer pærer kan erstattes med glødepærer eller halogenpærer beregnet til 230V, indtil energi sparepærer i en god kvalitet bliver kommercielt tilgængelige.

Forebyggelse af eksponering for ELF elektriske og magnetfelter

- Flyt sengen eller skrivebordet væk fra ledninger i væggene og strømkabler. Der anbefales en minimumsafstand på 30 cm fra væggen.
- Da magnetfelter kan passere gennem vægge, skal det sikres, at der ikke er nogen magnetiske kilder umiddelbart under eller over sengen eller i et tilstødende lokale.
- Et andet simpelt supplerende tiltag er at afbryde strømforsyningen til soveværelset (sluk for afbryderne eller sikringsgruppen) om natten, mens man sover; prøv det i en testperiode på f.eks. 2 uger. Normalt er denne forholdsregel ikke en ubetinget succes, fordi strøm fra tilstødende lokaler bidrager til det elektriske feltniveau. Feltmålinger af ELF er nødvendige for at opnå præcist kendskab til, hvilke grupper der skal afbrydes. Fordelene skal vejes op imod den potentielle risiko for ulykker; hvorfor det anbefales at bruge lommelygte i testperioden.
- Afbryd strømforsyningen til alle ikke-nødvendige elektriske strømme, om muligt i hele lejligheden eller huset (NB. Se ovenfor).
- Undgå at bruge et varmetæppe, mens man sover; det skal ikke bare slukkes, men stikket skal også trækkes ud.
- Undgå langvarige eksponeringer tæt på tændte elmotorer. For det første bør man holde en minimumsafstand på 1,5 m. Dernæst skal man holde en sikker afstand baseret på målinger af de magnetiske felter.

Forebyggelse af eksponering for statiske magnetfelter og elektriske felter

- Sov i en seng og madras uden metal.
- Undgå at sove tæt på jernmaterialer (radiator, stål osv).
- Hvis man er iført syntetisk tøj og f.eks. fodtøj med gummisåler, og ikke er i regelmæssig kontakt med jorden, kan der opbygges statisk elektricitet. Bomuldstøj og fodtøj med lædersåler hjælper med at undgå statisk elektricitet.

Reducering af EMF eksponering – andet skridt

Næste skridt er at gennemføre EMF opmålinger og forholdsregler. Typiske eksempler er:

- Opmål det ELF elektriske felt i sengen. Afhængig af måleresultaterne bør man installere automatiske afbrydere i de strømkredse, som øger eksponeringen.

- Opmål ELF elektriske felter alle andre steder i hjemmet og på arbejdspladsen, hvor man befinder sig i længere tid. Om nødvendigt bør der ved lamper som anvendes tæt på kroppen, vælges et skærmet elektrisk kabel og separat jordforbindelse. Især i letvægtskonstruktioner (træ, gipsplader), bør ujordede elektriske ledninger (og stikkontakter uden jord) udskiftes med jordede eller skærmede elektriske ledninger. I specielle tilfælde kan det være nødvendigt at installere skærmede ledninger og skærmede stikkontakter i hele bygningen.
- Opmål ELF-magnetfelter tæt ved sengen, f.eks. i 24 timer. Hvis der registreres netstrøm, skal det elektriske ledningsnet og jordforbindelsen i bygningen korrigeres for at reducere de magnetiske felter.
- Installer en fejlstrømsafbryder (HFI) eller jordfejlstrømsrelæ (HPFI) for at forhindre elektriske stød (sikkerhedsforanstaltning).
- Opmål radiofrekvent stråling og reducer høje eksponeringsniveauer ved at installere særlige RF-skærmende materialer på de berørte vægge, vinduer, døre, lofter og gulve. Bemærk at i f.eks. ejerlejligheder, etagebyggeri eller byhuse kan nabotætheden bidrage til eksponering i eget hjem.
- Opmål beskiddet strøm og elektricitet (elektriske og magnetfelter i VLF-frekvensområdet) og identificer af kilderne med det formål at fjerne dem. Hvis dette ikke er muligt, kan passende filtre i forbindelse med kilden anvendes.

Diagnose

Man må skelne mellem EHS og andre EMF-relaterede helbredsproblemer, såsom visse kræftformer, Alzheimer's, ALS, mandlig infertilitet osv., som kan være fremkaldt, fremmet eller forværret af EMF eksponeringen. En undersøgelse af EHS og andre EMF-relaterede helbredsproblemer må i store træk baseres på en omfattende sygehistorie, der især fokuserer på forbindelsen mellem helbredsproblemer og tid, sted og omstændigheder for EMF eksponering samt progressionen af symptomer over tid og den individuelle modtagelighed. I tillæg tjener opmålinger af EMF eksponering og resultater af yderligere diagnostiske undersøgelser (laboratorietests, hjerte-kar-system) til at understøtte diagnosen. Desuden bør alle andre potentielle årsager så vidt muligt udelukkes.

I år 2000 vedtog Nordisk Ministerråd (Finland, Sverige og Norge) følgende uspecificerede ICD-10-kode for EHS: Kapitel VIII, Symptomer, tegn og afvigende kliniske fund og laboratoriefund, som ikke er klassificeret andetsteds med koden R68.8 "Andre specificerede generelle symptomer og tegn" (The Nordic Adaptation to ICD-10, 2000) (272).

Med hensyn til den aktuelle internationale sygdomsklassificering (ICD), ICD-10-WHO 2015, anbefaler vi i øjeblikket:

- a) Elektromagnetisk hypersensitivitet (EHS): at bruge de eksisterende diagnosekoder til de forskellige symptomer **plus** kode R68.8 "Andre specificerede generelle symptomer og tegn" **plus** kode Z58.4 "Eksponering for stråling" og/eller Z57.1 "Erhvervsmæssig eksponering for stråling".
- b) EMF-relaterede helbredsproblemer (undtaget EHS): at bruge de eksisterende diagnosekoder til de forskellige sygdomme/symptomer **plus** kode Z58.4 "Eksponering for stråling" og/eller Z57.1 "Erhvervsmæssig eksponering for stråling".

Hvad angår den næste ICD opdatering, der offentliggøres i 2018 (ICD-11 WHO), anbefaler vi:

- a) At der oprettes ICD-koder for alle miljømæssigt fremkaldte kroniske multisystemlidelser (CMI) såsom multipel kemisk sensitivitet (MCS), kronisk træthedssyndrom (CFS), fibromyalgi (FM) og elektromagnetisk hypersensitivitet (EHS) på grundlag af deres kliniske og patologiske beskrivelse (187, 192).
- b) At udvide Kapitel XIX, Injury, poisoning and certain other consequences of external causes (T66-T78), (Skader, forgiftning og visse andre følger af eksterne årsager) til også at inkludere/skelne mellem EMF effekter (statisk magnetfelt, statisk elektrisk felt, ELF magnetfelt, ELF elektrisk felt, VLF magnetfelt, VLF elektrisk felt, radiofrekvent stråling), infrarød stråling, synligt lys, UV-stråling og ioniserende stråling.
- c) At udvide Kapitel XXI, Factors Influencing Health Status and Contact with Health Services (Z00-Z99) (Faktorer af betydning for sundhedstilstanden og kontakt med sundhedsvæsenet) til også at inkludere/skelne mellem faktorer som EMF (statisk magnetfelt, statisk elektrisk felt, ELF magnetfelt, ELF elektrisk felt, VLF magnetfelt, VLF elektrisk felt, radiofrekvent stråling), infrarød stråling, synligt lys, UV-stråling og ioniserende stråling.

Behandling af patienten inklusive omgivelserne

Den primære behandlingsmetode bør hovedsageligt fokusere på forebyggelse eller reduktion af EMF eksponering, dvs. at nedsætte eller fjerne alle EMF-kilder i hjemmet og på arbejdspladsen. Reduktionen af EMF eksponering bør også udvides til at omfatte skoler, hospitaler, offentlige transportmidler, offentlige institutioner som biblioteker osv., for at gøre EHS personer i stand til uhindret at have adgang hertil (tilgængelighedsforanstaltninger). Mange

eksempler har vist, at sådanne foranstaltninger er effektive. Den totale belastning fra andre miljømæssige påvirkninger skal også tages i betragtning.

Udover at reducere EMF bør og skal man også tage andre foranstaltninger i betragtning. Disse omfatter en afbalanceret homøostase for at øge modstandskraften overfor EMF. Der er øget evidens for, at den vigtigste påvirkning af EMF på mennesker er reduktion af deres oxidativ og nitrosativ reguleringskapacitet. Denne hypotese forklarer også observationer af skiftende EMF-sensitivitet og det store antal symptomer, der rapporteres i forbindelse med EMF eksponering. På grundlag af den aktuelle tilgængelig viden forekommer det formålstjenligt at anbefale en behandlingstilgang, der ligner dem, der vinder indpas overfor multisystemsygdomme, og som sigter mod at minimere skadelige peroxinitrit-virkninger. Foranstaltninger, der styrker immunsystemet og reducerer stress i kombination med afgiftning vil befordre en bedring for EHS personer.

Det skal understreges, at psykoterapi har samme betydning her som ved andre sygdomme. Produkter, der tilbydes i form af amuletter, mærker eller lignende for at "neutralisere" eller "harmonisere" elektrosmog, skal vurderes med stor tilbageholdenhed. Psykologisk stress, der opstår på baggrund af manglende forståelse eller støtte hos familie, venner og læger, kan forværre EHS-symptomerne, ligesom stress vedrørende eksponering kan det. For at opnå hurtig bedring, skal behandlingerne omfatte personens krop, sjæl og ånd.

Sammenfattende er de følgende behandlinger og tilgængelighedsforanstaltninger udbytterige selvfølgelig afhængigt af det enkelte tilfælde:

Reduktion af EMF eksponering

Bør omfatte alle de typer EMF eksponering, der er relevante for personen, især under søvn og på arbejdet – se afsnittet "Reduktion af EMF eksponering". For mere information, se f.eks. "Options to Minimize EMF/RF/Static Field Exposures in Office Environment" (268) og "Elektrosmog im Alltag" (269).

Miljømedicinsk behandling

Indtil nu findes der ikke nogen specifik behandling af EHS. Følgende afsnit er anbefalinger baseret på arbejdsgruppens kombinerede erfaringer. De kan betragtes enten som et forsøg på at genoprette hele patientens fulde reguleringskapacitet, som et generelt råd om sund levevis (der både kan og bør tilpasses patientens kulturelle og individuelle situation), eller som en mere målrettet tilgang til EHS personernes specifikke problemer i overensstemmelse med arbejdsgruppens erfaring.

Kontrollerede kliniske forsøg er nødvendige for at vurdere den optimale behandling og tilgængelighedsforanstaltninger. Aktuelle data indikerer, at de funktionelle

mangler, som findes hos patienter med EHS, svarer til dem, man finder i CMI, såsom MCS, CFS og FM. Målet for behandlingen er regulering af den fysiologiske dysfunktion, som opdages ved hjælp af de diagnostiske trin (Se kapitel 2 "Undersøgelse og resultater"). Det vigtigste behandlingsmæssige mål omfatter både generelle og understøttende fremgangsmåder samt specifikke behandlinger. Sidstnævnte er en udfordring og kræver specialviden og erfaring indenfor klinisk miljømedicinsk behandling. De vigtigste behandlingsmæssige mål omfatter:

– Kontrol af kroppens samlede belastning

Udover reduktion af eksponering for elektromagnetiske felter, er reduktion af kroppens samlede belastning af forskellige forurenende stoffer (hjem, arbejdsplads, skole, hobby), tilsætningsstoffer i fødevarer samt dentale materialer angivet.

– Reducering af oxidativt og/eller nitrosativt stress

Reaktive oxygenarter (Reactive Oxygen Species, ROS) og reaktive nitrogenforbindelser (Reactive Nitrosative Species, RNS) er frie radikaler, der produceres naturligt i celler. "Skraldemænd" (scavengers) sikrer balancen mellem produktion af frie radikaler og hastigheden, hvormed de fjernes. Mange biologisk vigtige forbindelser med antioxidant (AO) funktion er blevet identificeret som endogene og exogene skraldemænd. Blandt de endogene AO skelner man mellem enzymatisk AO (katalase, glutathion peroxidase, glutathion reductase, superoxid dismutase) og ikke-enzymatisk AO [bilirubin, ferritin, melatonin, glutathion, metallothionin, N-acetyl cystein (NAC), NADH, NADPH, thioredoxin, 1,4-bezoquinon, ubiquinon, urinsyre]. De interagerer med eksogene kostmæssige og/eller syntetiske AO (karotenoider, retinoider, flavonoider, polyphenoler, glutathion, ascorbinsyre, tocopheroler). Den komplekse regulering og anvendelse af disse stoffer er en behandlingsmæssig udfordring (232, 273).

– Regulering af dysfunktionel tarm

Endogene og exogene skraldemænd virker synergetisk for at opretholde redox homeostase. Derfor spiller kostmæssige eller naturlige antioxidant en vigtig rolle for at stabilisere denne interaktion.

Behandling af en utæt tarm, fødevarerintolerance og fødevarerallergi er en forudsætning for at opretholde redox homeostase (274) og kræver også speciel viden og erfaring.

– Ernæringsoptimering

Bioaktive fødevarer er den vigtigste kilde til antioxidant komponenter, såsom C-vitamin, E-vitamin, NAC, carotenoider, CoQ10, alfalipidsyre, lycopren, selen og flavonoider (275, 276). F.eks. er regenerering af E-vitamin fra glutathion eller C-vitamin nødvendig for at forebygge lipidperoxidering. Antioxidanterne i kosten kan kun have gavnlige indvirkninger på

redoxsystemet, hvis de er til stede i tilstrækkelige koncentrationer (273). Alfalipidsyre virker direkte og indirekte som skraldemænd af frie radikaler herunder singlet oxygen, superoxid, peroxy radikaler og de nedbrudte peroxyinitrit radikaler (232). Det er påvist, at antallet af frie elektroner i mikronæringsstoffer er afgørende for, hvor virksomme de er. I økologiske fødevarer er antallet af frie elektroner højere end i konventionelt producerede fødevarer (277). Især i tilfælde af fødeveareintolerancer er det nødvendigt med en individuel sammensætning af erstatninger for mikronæringsstoffer i form af kosttilskud.

– **Kontrol af ulmende inflammation**

Forhøjede nitrogenoxid niveauer og reaktion med superoxid fører altid til forhøjede peroxyinitrat niveauer, hvilket fremkalder ROS niveauer som intet andet stof gør (NO/ONOO⁻-cyklus). Som en følge heraf aktiveres kerne faktor κ B (NF- κ B) og fremkalder inflammatoriske cytokiner, såsom tumornekrose faktor α (TNF- α), interleukin-1 β (IL-1 β), interleukin-6 (IL-6), interleukin-8 (IL-8), og interferon gamma (IFN- γ) og aktiverer forskellige NO-syntaser (232). Tocopheroler (278, 279), carotenoider i lave koncentrationer (280), C-vitamin (281, 282), NAC (283), curcumin (284), resveratrol (285, 286), flavonoider (287) har vist sig at afbryde denne inflammatoriske kaskade på forskellige steder.

– **Normalisering af mitokondriel funktion**

Mitokondrie funktionen kan forstyrres på to måder: For det første kan det høje antal frie radikaler blokere produktionen af adenosintriphosphat (ATP), hvilket fører til muskelsmerter og træthed. For det andet: I tilfælde af en ulmende inflammation øget behovet for mere energi med 25% (236), hvilket forårsager et højt forbrug af ATP. I det tilfælde er NADH, L-carnitin og CoQ10 essentielle for ATP-syntesen.

På grund af manglende ATP reducerer katekolamin og særligt noradrenalin (norepinephrine, NE) stressreguleringen, fordi noradrenalin katabolismen med S-adenosylmethionin er ATP afhængig (288-290). Desuden kræver stressregulering meget folat, B6-vitamin og methylcobalamin. Genetiske COMT og MTHFR polymorfier påvirker det individuelle behov for disse stoffer (244, 291).

– **Afgiftning**

Når miljøgifte, bestående af mange forskellige uorganiske og organiske kemikalier, ophobes i mennesker, udgør de tilsammen den samlede kropsbelastning giver en meget individuel helbredsprofil (292).

Blandt de uorganiske stoffer spiller metaller og deres salte den dominerende rolle, hvilket kan have betydning for patienter med EHS. Elementært kviksølv (Hg⁰) og andre tungmetaller som f.eks. bly (Pb) ophobes i hjernen (293), især ved kronisk lavdosis-eksponering. De kan have toksiske virkninger og kan fremkalde forskellige immunreaktioner (294, 295). Selvom der ikke findes noget specifikt aktivt stof til kemikalieafgiftning, findes der to grupper af stoffer med mere specifik virkning, der kan bruges til metalafgiftning.

1. Stoffer med ikke-specifik fysiologisk virkning: glutathion, NAC, alfalipidsyre, C-vitamin og selen.
2. Kelateringsmidler til metalafgiftning (296-298): De vigtigste chelateringsmidler er natriumthiosulfat 10%, DMPS (2,3-dimercapto-1-propansulfonsyre), DMSA (mesodimercaptosuccinisk syre) og EDTA (2,22,23,232-ethan-1,2-diylidinitrotetraacetisk syre).

Det skal bemærkes, at disse stoffer kun bør anvendes af udpegede eksperter på dette specielle område.

– **Understøttende behandling**

1. Drikkevand

Af afgiftningsmæssige årsager er der behov for et højere indtag af godt drikkevand med et lavt mineralindhold og uden CO₂. Man bør drikke mellem 2,5 og 3 liter dagligt.

2. Lys

De fleste mennesker i Central- og Nordeuropa har D-vitamin mangel. Tilstrækkelig eksponering for naturligt dagslys i de D-vitamin-producerende måneder (fra forår til efterår) er en vigtig faktor. Samtidig skal man forebygge solskader på huden. Udover det naturlige sollys kan lysterapi og svagt laserlys fremme helbredelse, reducere inflammation, forbedre blodcirkulationen og øge cellernes ATP-produktion.

3. Sauna

Sauna og varmeterapi er understøttende behandlinger til afgiftning af næsten alle fremmedstoffer. Disse behandlinger skal anvendes med forsigtighed. Der foregår en interaktion med afgiftende medicin. Sauna hjælper med at gendanne tetrahydrobiopterin fra dihydrobiopterin, hvilket er afgørende for katekolamin- og serotoninstofskiftet (299). Men ikke alle saunaer er ens. Traditionelle saunaer eller infrarøde saunaer med lave elektriske og lave magnetiske felter, som ikke er lavet af

eller behandlet med giftigt lim og kemikaliebe-handlet træ, anbefales.

4. Ilt

Nogle EHS patienter lider af mitokondriel dys-funktion. Naturligt ilt i tilstrækkeligt mængder gavner. Da både hypoxi og hyperbar ilt kan pro-ducere oxidativt stress, bør man kun gennemføre hyperbar iltbehandling, hvis patienten samtidig behandles med tilstrækkelige antioxidanter.

5. Motion

Den optimale mængde motion debatteres fortsat. En persons fysiske kapacitet skal vurderes ved hjælp af ergometri, således at der kan ordineres et individuelt motionsprogram. Miljømedicinsk erfa-ring viser, at for syge mennesker bør der kun an-vendes skånsom aerobisk motion. Generelt skal man begynde med en belastning på 20-30 watt, som ofte kan slutte med 60-70 watt. Motion på et ergometer giver en bedre kontrol af energiforbrug sammenlignet med gang eller løb. Der bør ikke indtræde træthed i forbindelse med øvelsen eller i det mindste først efter en halv time.

6. Søvn

Søvnproblemer er meget almindelige hos patien-ter med EHS. Søvnforstyrrelser hænger sammen med et nedsat melatonin-niveau. I tilfælde af kro-nisk inflammation nedsætter aktiveringen af IDO (indolamine-2,3-dioxygenase) produktionen af se-rotonin og som følgevirkning heraf reducerer det også melatoninniveauet. EMF eksponering kan blokere den parasympatiske aktivitet, mens den sympatiske aktivitet fortsætter. Med hensyn til søvnforstyrrelser skal enhver behandling følge de patogene årsager. Optimal søvn er nødvendig for at opspare energi og regulere funktionerne i im-munsystemet og i de neuroendokrine systemer.

7. Beskyttelse mod blå lys

Bølgelængder af synligt lys under 500 nm kaldes ”blå lys”. Lave doser blå lys kan styrke følelsen af velvære, men større doser kan være skadelige for øjnene. I naturligt dagslys opvejes de skadelige virkninger af ”blå lys” af den regenerative virkning fra det røde og infrarøde lys. Det eskale-rede brug af elektroniske lyskilder – såsom lys-stofrør og kompaktlysstofrør (CFL – energi spa-repærer), computerskærme, laptops, tablets, smartphones og visse typer LED-pærer – har øget vores eksponering for ”blå lys”, hvilket på nuvæ-rende tidspunkt mistænkes for at spille en rolle i udviklingen af aldersrelateret makuladegeneration

og fejljusteret døgnrytme via melatoninundertryk-kelse, som er forbundet med en øget risiko for søvnforstyrrelser, fedme, diabetes, depression, iskæmisk hjertesygdom, slagtilfælde og kræft. In-tensiv eksponering for kunstig ”blå lys” om afte-nen bør derfor begrænses. Antioxidanter, især me-latonin (300, 301) og skærmfiltre mod blå lys kan være gavnlige.

8. Eksponering for jordens naturlige elektro-magnetiske felter

De fleste indbyggere i byområder er koblet fra jordens naturlige jordforbindelse /magnetfelter, når de går i sko med gummisåler, er iført syntetisk tøj, kører i metalkasser med gummihjul, og bor og arbejder i betonbygninger, som er gennemsyrede med kunstige elektromagnetiske felter og stråling. At tilbringe tid i skoven, gå barfodet langs stran-den, ligge i græsset, sidde på klipper eller slentre udenfor efter en regnbyge kan hjælpe en person med at få jordforbindelse og med at balancere det ofte øgede antal positivt ladede ioner, som forbin-des med dårligt helbred.

Tandbehandling

Tandbehandling anvender stadig giftige eller immunre-aktive materialer, f.eks. kviksølv, blyoxid, guld og ti-tan. Miljømæssig tandbehandling kræver, at disse ma-terialer ikke anvendes (305-308). Fjernelse af giftigt dentalmateriale skal finde sted under maksimale sik-kerhedsforhold (undgå indånding!). Måske er det nød-vendigt, at særligt tungmetaller fjernes fra kroppen. Generelt skal dentalmateriale være uvirksomt over for immunreaktivitet. På baggrund af aktuel viden ser zir-conium dioxid ud til at være et neutralt materiale. Men tandlægen bør undgå at slibe på den belagte overflade. Immunotoksiske metaller udviser en lignende patofy-siologi over for oxidativt stress, mitokondrielle syg-domme og inflammation.

Livsstilscoaching

Coaching om livsstil kan omfatte afbalanceret motion, ernæring, reduktion af vanedannende stoffer, ændring af søvnvaner osv. samt stressreducerende forholdsreg-ler (nedsættelse af generelt og arbejdsmæssigt stress) samt metoder til bedre at modstå stress, f.eks. via auto-gen træning, yoga, afspænding, åndedræts teknikker, meditation, tai chi og qigong.

Behandling af symptomer

Indtil årsagerne er blevet identificeret og fjernet, er en velafbalanceret symptombehandling på sin plads. Men det er uhyre vigtigt at forstå, at symptomreduktion kan udsætte patienten for risiko for en øget EMF miljøbe-

lastning, og således medføre mulige fremtidige, langsigtede helbredsmaessige virkninger, herunder neurologiske skader og kræft. Den behandlende læge står over for en meget vanskelig etisk opgave, og de forbundne risici må på en velafbalanceret måde påpeges over for den pågældende patient. Fra et etisk perspektiv er symptombehandling naturligvis en meget god begyndelse for at give øjeblikkelig lindring, men uden samtidig reducere af miljøeksponeringen og livsstilscoaching kan det give bagslag i det lange løb. For en konventionelt uddannet læge kan dette se ud som en helt ny måde at ræsonnere på, men det er den eneste fremgangsmåde som effektivt og med succes kan lindre symptomerne og opnå en fuldstændig klinisk bedring, når der er tale om kroniske multisystemsygdomme (CMI) og EHS. Men selv om årsagerne ikke kendes på forhånd, er det vigtigt allerede på dette stadium at rådgive om, hvordan man kan reducere en persons eksponering for elektromagnetiske felter og andre miljømæssige stressfaktorer, så man kan forebygge yderligere skade og fremme helbredelse.

Referencer

- 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.
- Bundespsychotherapeutenkammer. BPTK-Studie zur Arbeitsunfähigkeit – Psychische Erkrankungen und Burnout [Internet]. Berlin (DE): Bundespsychotherapeuten-kammer, 2012:29. Report 2012. Available at: http://www.bptk.de/uploads/media/20120606_AU-Studie-2012.pdf.
- Bundespsychotherapeutenkammer. BPTK-Studie zur Arbeitsund Erwerbsunfähigkeit – Psychische Erkrankungen und gesundheitsbedingte Fruherrentung [Internet]. Berlin (DE): Bundespsychotherapeuten-kammer, 2013:66. Report 2013. Available at: http://www.bptk.de/uploads/media/20140128_BPTK-Studie_zur_Arbeits-und_Erwerbsunfaehigkeit_2013_1.pdf.
- Fritze J. Psychopharmaka-Verordnungen: Ergebnisse und Kommentare zum Arzneiverordnungsreport 2011. *Psychopharmakotherapie* 2011;18:245–56.
- 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/mitteil/2014/pm05-2014.html>.
- Badura B, Ducki A, Schroder H, Klose J, Meyer M, editors. *Fehlzeiten-Report 2012*. Berlin, Heidelberg (DE): Springer Verlag, 2012:528pp.
- 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.
- 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>.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Binhi VN. *Magnetobiology: Underlying Physical Problems*. San Diego: Academic Press, 2002:1–473.
- Binhi VN. *Principles of electromagnetic biophysics* (in Russian). Moscow (RU): Fizmatlit, 2011:1–571.
- 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/MNHJ1B49K.H.DTL>.
- Pall ML. Electromagnetic fields act via activation of voltagegated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *J Cell Mol Med* 2013;17(8):958–65.
- Blank M, Goodman R. Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology* 2009;16(2–3):71–8.
- 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.
- Hedendahl L, Carlberg M, Hardell L. Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession. *Rev Environ Health* 2015;30(4):209–15.
- 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.
- 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.
- 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/MNHJ1B49KH.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.aaemonline.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 tumors 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, Belyaev 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 gehäuften Elektrotraumata [Amyotrophic lateral sclerosis associated with accumulated electric injury]. *Confin Neurol* 1964;24:189–98.
 81. Şahin A, Aslan A, Baş O, İkinçi 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, Kovala 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, Thurocz 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, Lemarechal 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, Sliwiska-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, Kypranou 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, Bacskey 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, Stepansky 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 Rep* 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. Multi-generational 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. Gavallas 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. Korpınar 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, Okuszyn 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 Kottingbrunn von Dr.-Ing. Dietrich Moldan vom 20.8.2014 [Internet]. Kottingbrunn(AT): Gemeinde Kottinbrunn, 2014:69–104. Available at: www.kottingbrunn.or.at/system/web/GetDocument.ashx?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 mep-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 Iulius 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. Eroglu 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 population-based 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 Fallabklärungen 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, Böhm 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 electrosensitive 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 electrosensitivity: 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/gesundheits/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/MNHJ1B49K.H.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, Pointingl 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. Binh 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 a l'electrosensibilite 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 schadstoffreiem 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. Consales 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 electrosensitivity? 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/gesundheits/Seiten/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/elektrosmog/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/gesundheits/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/gesundheits/Documents/Umweltmedizin-Sbg.pdf>.
263. Baubiologie Maes/Institut für Baubiologie und 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, Kokkalis 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. Elektrosmog im Alltag [Internet]. Stuttgart (DE): Diagnose Funk, 2013 Nov 10, 44p. Available at: https://www.salzburg.gv.at/gesundheit/_Seiten/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. Pravention durch richtige Ernährung. *umwelt medizin gesellschaft* 2012;25(2):115–7.
 278. Suzuki YJ, Packer L. Inhibition of NFkB 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 IkappaBalphakinase beta. *Mol Cell Biol* 2004; 24(15):6645–52.
 283. Kyaw M, Yoshizumi M, Tsuchya K, Suzaki 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. Immuntoxikologie 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 ef-

- fects 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.

Supplerende materiale: Online versionen af dette dokument (DOI: 10.1515/reveh-2016-0011) indeholder supplerende materiale tilgængeligt for autoriserede brugere.