

# **Guía EUROPAEM (\*) 2016 para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades y problemas de salud relacionados con los Campos Electromagnéticos (CEM - EMF)**

**León 23 de octubre de 2016**

**Traducción libre de Alcoe León.** Original en inglés publicado en la revista internacional Reviews on Environmental Health (Volume 31, Issue 3, Sep 2016), disponible en línea:

<https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/reveh.2016.31.issue-3/reveh-2016-0011/reveh-2016-0011.xml>

**(\*) Academia Europea de Medicina Ambiental / European Academy of Environmental Medicine**

# EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses.

DOI 10.1515/reveh-2016-0011

Received March 16, 2016; accepted May 29, 2016

## European Academy for Environmental Medicine (EUROPAEM) – EMF

European Academy for Environmental Medicine (EUROPAEM) – EMF working group:

\*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, Nalla, Germany

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

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

Markus Kern: Medical Quality Circle “Electromagnetic Fields in

Medicine – Diagnosis, Treatment and Environment”, Kempten, Germany; and Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt u. Demokratie e.V., Kempten, Germany

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

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

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

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

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

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

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

## Guía EUROPEA 2016 para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades y problemas de salud relacionados con los CEM (Campos Electromagnéticos)

**Resumen:** Las enfermedades crónicas y las enfermedades asociadas con síntomas no específicos están en aumento. Además del estrés crónico en los entornos sociales y laborales, la exposición física y química a sustancias en el hogar, en el trabajo, y durante las actividades de ocio son factores causales o contribuyentes medioambientales que merecen atención por los médicos, así como por todos los demás miembros de la comunidad al cuidado de la salud. Parece necesario ahora tomar en cuenta "nuevos riesgos", como los **campos electromagnéticos (CEM, en inglés: EMF)**.

Los médicos se enfrentan cada vez más con problemas de salud por causas no identificadas. Los estudios empíricos, observaciones, e informes de pacientes indican claramente las interacciones entre la exposición a los CEM y los problemas de salud. La susceptibilidad individual y los factores ambientales son frecuentemente olvidados. Las nuevas tecnologías y aplicaciones inalámbricas se han introducido sin ninguna certeza acerca de sus efectos sobre la salud, lo que plantea nuevos retos para la medicina y la sociedad. Por ejemplo, el problema de los llamados efectos no térmicos y los posibles efectos a largo plazo de la exposición a dosis bajas apenas se investigaron antes de la introducción de estas tecnologías. **Los campos o fuentes electromagnéticas (CEM) habituales: la radiación de radiofrecuencia (RF)** (3 MHz a 300 GHz) son emitidos desde las antenas de la radio y la televisión, puntos de acceso Wi-Fi, routers y clientes

(por ejemplo, teléfonos inteligentes, tabletas), teléfonos inalámbricos y móviles, incluyendo sus estaciones base, y dispositivos Bluetooth. **Campos eléctricos de extremadamente baja frecuencia (ELF EF) y magnéticos ELF (MF)** (3 Hz a 3 kHz) son emitidos desde el cableado eléctrico, lámparas, y electrodomésticos. **Campos eléctricos de muy baja frecuencia (VLF EF) y magnéticos (MF) de VLF (frecuencia muy baja)** (3 kHz a 30 kHz) son emitidos debido a la tensión armónica y las distorsiones actuales, desde el cableado eléctrico, lámparas (por ejemplo, las lámparas fluorescentes compactas), y dispositivos electrónicos.

Por un lado, hay una fuerte evidencia de que la exposición a largo plazo a ciertos campos electromagnéticos es un factor de riesgo para enfermedades como ciertos tipos de cáncer, la enfermedad de Alzheimer, y la infertilidad masculina. Por otro lado, la **hipersensibilidad electromagnética emergente (EHS)** es cada vez más reconocida por las autoridades de salud, la seguridad social y trabajadores sociales, políticos, así como por los tribunales. Recomendamos tratar clínicamente la EHS como parte del grupo de **enfermedades multisistémicas crónicas (CMI)**, pero aún reconociendo que la causa subyacente sigue siendo el medio ambiente. Al principio, los síntomas de EHS se producen sólo de vez en cuando, pero con el tiempo pueden aumentar de frecuencia y gravedad. Los síntomas comunes de EHS incluyen dolores de cabeza, dificultades de concentración, problemas de sueño, depresión, falta de energía, fatiga, y síntomas gripales. Una historia médica completa, que debe incluir todos los síntomas y sus ocurrencias en términos espaciales y temporales y en el contexto de la exposición a los **CEM (campos electromagnéticos)**, es la clave para hacer el diagnóstico. La exposición a los CEM es normalmente evaluada por mediciones de los CEM en el hogar y en el trabajo.

Ciertos tipos de exposición a los CEM pueden evaluarse preguntando por las fuentes comunes de los CEM. Es muy importante tener en cuenta la vulnerabilidad individual. El principal método de tratamiento debe centrarse principalmente en la prevención o reducción de la exposición a los CEM, es decir, reducir o eliminar todas las fuentes de exposición a campos electromagnéticos en el hogar y en el lugar de trabajo. La reducción de la exposición a los CEM debería extenderse también a los espacios públicos como escuelas, hospitales, transporte público y bibliotecas, para hacer posible que las personas con EHS puedan hacer uso sin obstáculos (medida de la accesibilidad). Si se reduce lo suficiente la exposición a los CEM perjudiciales, el cuerpo tiene una oportunidad de recuperarse y se reducirán los síntomas de EHS o incluso desaparecer. Muchos ejemplos han demostrado que tales medidas pueden resultar eficaces. Para aumentar la eficacia del tratamiento, la amplia gama de otros factores ambientales que contribuyen a la carga corporal total también debe abordarse. Cualquier cosa que apoya una homeostasis aumentará la capacidad de recuperación de una persona contra la enfermedad y por lo tanto contra los efectos adversos de la exposición a los CEM. Hay evidencia creciente de que la exposición a los CEM tiene un impacto importante en la capacidad de regulación oxidativa y nitrosativa en los individuos afectados. Este concepto también puede explicar por qué el nivel de susceptibilidad a los campos electromagnéticos puede cambiar y por qué la gama de síntomas reportados en el contexto de exposición a los CEM es tan grande. Basado en nuestro conocimiento actual, un enfoque de tratamiento que reduce al mínimo los efectos adversos de peroxinitrito - como se ha utilizado cada vez más en el tratamiento de enfermedades multisistémicas - funciona mejor. La presente Guía EMF da una visión general de los conocimientos actuales sobre los riesgos de salud relacionados con los CEM y proporciona recomendaciones para el diagnóstico, tratamiento y medidas de accesibilidad de EHS para mejorar y restaurar los resultados de salud individual, así como para el desarrollo de estrategias para la prevención.

**Palabras clave:** Medidas de accesibilidad; enfermedad de Alzheimer; cáncer; enfermedades multisistémicas crónicas (CMI); diagnóstico; eléctrico; campo electromagnético (EMF o CEM); hipersensibilidad electromagnética (EHS); esterilidad; leucemia; magnético; directriz médica; estrés nitrosativo, no ionizante; estrés oxidativo; peroxinitrito; prevención; radiación; estático; terapia; tratamiento.

## **Estado actual del debate científico y político sobre los problemas de salud relacionados con el EMF desde una perspectiva médica.**

### **Introducción**

La Carga Ambiental del Proyecto de Enfermedades evaluó la influencia de nueve factores de estrés ambiental (benceno, dioxinas incluyendo furanos y PCB's similares a las dioxinas, el humo de segunda mano, formaldehído, plomo, ruido, ozono, la materia de partículas y el radón) sobre la salud de la población de seis países (Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Italia y los países Bajos). Esos nueve factores de estrés ambiental causaron entre el 3% y el 7% del peso anual de las enfermedades en los seis países europeos (1) (véase el apartado final de la Guía: Referencias).

El estudio Bundespsychotherapeutenkammer (BPtK) en Alemania, mostró que los trastornos mentales han aumentado aún más y sobre todo el agotamiento, como una razón de la incapacidad para el trabajo, multiplicando por siete desde 2004 hasta 2011. (2). En Alemania, el 42% de las jubilaciones anticipadas en 2012 fueron causadas por trastornos mentales, la depresión es el diagnóstico más frecuente (3). En Alemania, las drogas psicotrópicas están en el tercer lugar de las recetas de todos los medicamentos (4)

El consumo de metilfenidato (Ritalin, Medikinet, Concerta), una droga psicotrópica prescrita como tratamiento para el **trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH)**, especialmente para los niños pequeños y adolescentes, ha aumentado de manera alarmante desde principios de 1990. De acuerdo con las estadísticas del Instituto Federal Alemán de Medicamentos y Dispositivos Médicos (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte), las recetas han aumentado aún más radicalmente desde el 2000 y alcanzó su punto culminante en el 2012. En el 2013 se observó sólo un ligero descenso en el número de recetas (5). Curiosamente, el rápido aumento en el uso de metilfenidato coincide con la enorme expansión de las telecomunicaciones móviles y otras tecnologías relacionadas, lo que plantea un problema de investigación abierto.

En Alemania, los casos de discapacidad para trabajar y los días de ausencia debido a trastornos de salud mental se han más que duplicado desde 1994 hasta 2011 (6). En los países de la **Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)**, se ha producido una enorme variabilidad en la prescripción de antidepresivos y, en general, se ha observado una tendencia creciente. El estatus socioeconómico y estándar terapéuticos no pueden explicar plenamente estas observaciones (7). Perturbaciones funcionales como la inflamación crónica y cambios en las funciones neurotransmisoras causados por influencias medioambientales, apenas se han investigado.

Se ha producido un aumento progresivo de la prevalencia de las enfermedades alérgicas / asmáticas a nivel mundial, con alrededor del 30% -40% de la población mundial afectada por una o más situaciones alérgicas / asmáticas (8)

Se sospecha que las condiciones ambientales, tales como el aumento de la exposición de la población a campos electromagnéticos (CEM), juegan un papel causal de los efectos relacionados con la salud por los CEM (9-12), incluyendo la exposición a la radiación de la radiofrecuencia (RF), que emana de, por ejemplo, **teléfonos inalámbricos (DECT), estaciones base de telefonía móvil y teléfonos móviles (GSM, GPRS, UMTS, LTE)**, teléfonos inteligentes, especialmente, tarjetas de datos para equipos portátiles, **LAN inalámbrica (Wi-Fi)** y de línea eléctrica de comunicación de contadores inteligentes, pero también de exposición a la **frecuencia extremadamente baja (ELF), campos eléctricos (EF) y los campos magnéticos (MF)**, incluyendo "electricidad sucia", que emanan de perturbaciones en el tendido eléctrico, líneas eléctricas, aparatos eléctricos y otros equipos. Para la sociedad y la comunidad médica, todo esto plantea nuevos retos.

Si bien los mecanismos biofísicos y bioquímicos de los efectos biológicos de los campos electromagnéticos en los niveles de baja intensidad no se conocen con exactitud, en las últimas décadas se ha logrado un progreso significativo, y hay numerosos datos que indican que estos mecanismos pueden solaparse para los efectos de ELF y RF (13-18). En las siguientes secciones, proporcionamos información de fondo sobre aspectos importantes de los efectos biológicos de los CEM. Sin embargo, esto no debe ser malinterpretado como una revisión completa de las evidencias conocidas. Nosotros no siempre diferenciamos estrictamente entre los campos de RF y ELF, debido a la superposición mencionada en los mecanismos biológicos. También hay que mencionar aquí que condiciones de exposición muy específicas pueden desencadenar respuestas biológicas en un solo individuo, pero no en otros. Los informes casuales, sin embargo, indican que dicha capacidad de respuesta individual o susceptibilidad se expande con el tiempo y la intolerancia, se extiende sobre una amplia gama de condiciones de exposición.

Las enfermedades crónicas y enfermedades asociadas con síntomas inespecíficos están en aumento. Además del estrés crónico en los entornos sociales y de trabajo, las exposiciones físicas y químicas en el hogar, en el trabajo, y durante las actividades de ocio son los factores de estrés ambientales los causales o contribuyentes que merecen atención por parte del médico de cabecera, así como por todos los demás miembros de la comunidad dedicados al cuidado de la salud. Parece ciertamente necesario ahora tomar en cuenta "nuevas exposiciones" como las EMF según lo declarado por Hedendahl y otros (19): "Ha llegado el momento de considerar ELF, EMF y RF EMF como contaminantes ambientales que necesitan ser controlados".

## **Declaraciones de las organizaciones de todo el mundo con respecto a los CEM**

Las recomendaciones de la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** con respecto a los campos eléctricos y magnéticos ELF y la radiación de radiofrecuencia, compilados por la **Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no ionizante (ICNIRP)** (20, 21), se basan en las corrientes inducidas en el cuerpo (ELF) y los efectos térmicos (RF).

**Los efectos térmicos se definen como los efectos que se originan a temperaturas elevadas por la absorción de energía electromagnética.** La **tasa de absorción específica (SAR)** se define como **la tasa de absorción de energía electromagnética en una unidad de masa de tejido biológico.** Es proporcional al aumento de temperatura gradual en ese tejido. En efecto, mientras que un aumento significativo de la temperatura debe ser evitado, ya que puede ser de consecuencias adversas inmediatas para la salud (necrosis tisular, de esfuerzo cardíaco, etc.) las

exposiciones pueden ser sin aumento de la temperatura (medible) ya sea debido a la disipación de calor o porque la exposición es demasiado baja para ser asociada con calor relevante. Este último tipo de exposición se denomina no térmica. Los efectos biológicos y relevantes para la salud en los niveles no térmicos se han mostrado y discutido por muchos grupos de investigación en todo el mundo (9, 10, 22-24).

Las recomendaciones de la ICNIRP fueron aprobadas por la Unión Europea en su Recomendación del Consejo de 1999, sin haber tenido en cuenta los efectos no térmicos a largo plazo. Sin embargo, debería ser acentuado que en una conferencia internacional EMF en Londres (2008), el profesor Paolo Vecchia, Presidente de la ICNIRP de 2004 a 2012, dijo acerca de las directrices de exposición "Lo que ellas no son": "Ellas no son prescripciones obligatorias sobre la seguridad ", " No son la " última palabra 'en la cuestión ", y" No son muros defensivos para la industria u otras personas "(25).

Para todos los efectos no térmicos de los CEM basados en RF, la estimación SAR no es una métrica apropiada de exposición, pero en su lugar ya sea la intensidad de campo o la densidad de potencia (PD) en combinación con la duración de la exposición se debe utilizar en los estándares de seguridad (26, 14, 27). En contraste con las normas ICNIRP, las normas de seguridad rusas, se basan en efectos no térmicos de RF, que se obtuvieron por varios institutos de investigación en la antigua Unión Soviética durante décadas de estudios sobre exposiciones crónicas de RF (28, 29).

En contraste con la sede de la OMS en Ginebra, la **Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC)**, un organismo especializado afiliado a la OMS en Lyon, clasificó los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF MF) como posiblemente carcinógenos para los humanos (Grupo 2B) en 2002 (30) y la radiación de radiofrecuencia en 2011 (24).

Cabe señalar que, durante los últimos 20 años, más de 20 documentos de posición y resoluciones con respecto a los CEM y la salud han sido adoptados por los investigadores y médicos de EMF. Estos incluyen la Resolución de Viena FEM, Austria, 1998; Informe Stewart, Reino Unido, 2000; Resolución de Salzburgo, Austria, 2000; Recurso de Friburgo, Alemania, 2002; Resolución de Catania, Italia, 2002; Declaración de la Asociación Ambiental ' de los médicos irlandeses, Irlanda, 2005; Apelación de Helsinki, Finlandia, 2005; Resolución de Benevento, Italia, 2006; Resolución de Venecia, Italia, 2008; Resolución de Porto Alegre, Brasil, 2009; Comité Nacional no ionizante de Rusia, Resolución de Protección Radiológica, Rusia, 2001; Apelación Internacional de los médicos, Europa, 2012; y el Informe del Comité permanente de Salud, Canadá, 2015 (31-34).

En agosto de 2007 y diciembre de 2012, el Grupo de Trabajo, Bio-Iniciativa, un grupo internacional de 29 expertos con diferentes competencias, publicó dos informes innovadores "BioInitiative 2007 / resp. 2012. Una justificación de base biológica de la Norma de Exposición Pública para campos Electromagnéticos (ELF y RF) editado por Cindy Sage y David O. Carpenter, pidiendo medidas preventivas contra exposición a los CEM sobre la base de la evidencia científica disponible (9, 10). Los informes BioInitiative son hitos globales con respecto a una revisión exhaustiva de los efectos biológicos y efectos de la radiación electromagnética de baja intensidad así como las conclusiones y recomendaciones dadas para el público. El informe BioInitiative de 2012 incluye secciones sobre la evidencia de los efectos sobre: expresión génica y proteica, ADN, la función inmune, neurología y comportamiento, la barrera hematoencefálica, tumores cerebrales y neuromas acústicos, leucemia infantil, la melatonina, la enfermedad de Alzheimer, cáncer de mama, la fertilidad y la reproducción, trastornos fetales y neonatales, autismo, trastornos causados por la señal de modulación, EMF terapéutica médica, así como secciones sobre: planteamiento del problema, la exposición pública existente normas, la

evidencia de insuficiencia de las normas, el principio de precaución, ejemplos de salud pública mundial, evidencia científica clave y recomendaciones de salud pública, y el resumen y las conclusiones para el público.

Como en su mayoría se olvida que es un peligro para la salud, la Agencia europea de Medio Ambiente comparó los riesgos de la radiación no ionizante (EMF) a otros peligros ambientales tales como asbesto, benceno, y el tabaco, recomendando urgentemente aplicar un enfoque de precaución con respecto a los CEM (35). Esta posición se confirmó y elaboró más en detalle en otras publicaciones en 2011 y 2013 (36, 37).

En septiembre de 2008, una declaración del Parlamento Europeo pidió una revisión de los límites EMF establecidos en la Recomendación del Consejo de la UE de 1999, que se basa en las normas ICNIRP, con referencia al Informe BioInitiative (38). Esto se reforzó aún más en la Resolución del Parlamento Europeo de abril de 2009 (39).

En la reunión de noviembre de 2009 en Seletun, Noruega, un grupo de científicos adoptó un acuerdo de consenso que recomienda acciones preventivas y precautorias, ahora justificadas, dada la evidencia existente por los riesgos potenciales globales para la salud de la exposición a CEM (40). Además, recomendaciones generales y específicas, por ejemplo, para móviles e inalámbricos, el uso del teléfono, el grupo recomienda límites de exposición para los campos magnéticos ELF (frecuencia extremadamente baja) y la radiación de radiofrecuencia. El grupo afirmó que los "límites numéricos recomendados aquí todavía no tenían en cuenta las poblaciones sensibles (EHS, Inmuno-comprometidos, el feto en desarrollo, los niños, los ancianos, las personas que toman medicamentos, etc.). Otro margen de seguridad está, por lo tanto, probablemente justificado, muy por debajo de los límites numéricos aquí recomendados para exposición a los CEM".

Desde el año 2007 el Consejo de Salud del Ministerio de Salud en Austria ha recomendado tomar acciones preventivas mediante la reducción de los niveles de exposición a los dispositivos de RF, que pueden conducir a la exposición a largo plazo de las personas, en, al menos, un factor de 100 por debajo de los niveles de referencia de la Comisión Europea y mediante la emisión de reglas sobre cómo reducir a nivel individual de exposición a la radiación de radiofrecuencia de los teléfonos móviles (41).

En mayo de 2011, la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa adoptó el informe "Los Peligros Potenciales de los campos electromagnéticos y sus efectos sobre el Medio Ambiente "(42). La Asamblea recomendó muchas medidas preventivas para los estados miembros del Consejo de Europa con el objetivo de proteger a los seres humanos y el medio ambiente, especialmente, de campos electromagnéticos de alta frecuencia, tales como: "Tomar todas las medidas razonables para reducir la exposición a campos electromagnéticos, especialmente, a las radiofrecuencias de teléfonos móviles, y en particular la exposición de los niños y jóvenes que parecen estar en mayor riesgo de sufrir tumores de cabeza ", o " Prestar especial atención a las personas 'electro-sensibles' que sufren de un síndrome de intolerancia a los campos electromagnéticos e introducir medidas especiales para protegerlos, incluyendo la creación de zonas libres de ondas no cubiertas por la red inalámbrica ".

Reconociendo que los pacientes están siendo afectados de manera adversa por la exposición a los CEM, la Academia Americana de Medicina Medioambiental (AAEM) publicó recomendaciones en relación con la exposición a CEM en julio de 2012. La AAEM pidió a los médicos consideraran la exposición electromagnética en el diagnóstico y tratamiento, y reconocer que la exposición a CEM "Puede ser una causa subyacente del proceso de la enfermedad del paciente "(43).

Desde 2014, el Gobierno belga ha prohibido la publicidad de los teléfonos móviles para los niños menores de 7 años y ha requerido que la tasa de absorción específica (SAR) de los teléfonos móviles sea publicada. Además, en el punto de venta, se deben señalar advertencias, bien claras, que indiquen a los usuarios utilizar auriculares y reducir al mínimo su tiempo de exposición (44).

En enero de 2015, el Parlamento francés aprobó una ley integral para proteger al público en general de la exposición excesiva a las ondas electromagnéticas. Entre otras cosas, fue aprobada para prohibir Wi-Fi en guarderías de niños menores de 3 y para permitir Wi-Fi en escuelas de primaria, con niños menores de 11, sólo cuando se utiliza, específicamente, para las clases. Los lugares públicos que ofrecen Wi-Fi deben anunciar claramente este hecho en un cartel. En el punto de venta de los teléfonos móviles, el valor SAR debe estar claramente anunciado. En el futuro, cualquier anuncio de teléfonos móviles debe incluir recomendaciones sobre cómo los usuarios pueden reducir la exposición a la radiación de RF en la cabeza, tales como el uso de auriculares. Los datos sobre los niveles de exposición a los CEM se harán más fácilmente accesibles al público en general, entre otros, a través de mapas de transmisión de todo el país. Además, el gobierno francés tiene que presentar un informe sobre la hipersensibilidad electromagnética al Parlamento en el plazo de un año (45).

Desde de febrero de 2016, 220 científicos de 42 países han firmado un llamamiento internacional, dirigido a las Naciones Unidas (ONU) y la OMS, que exige la protección a la exposición de los campos electromagnéticos no ionizantes. El llamamiento trata de los efectos científicamente comprobados sobre la salud y las inadecuadas directrices internacionales (ICNIRP) hasta la fecha y su utilización por la OMS. Además, se hicieron nueve peticiones, incluyendo que: "el público sea plenamente informado sobre los posibles riesgos para la salud de la energía electromagnética y adiestrado sobre estrategias para la reducción de daños " y que "profesionales de la medicina sean formados sobre los efectos biológicos de la energía electromagnética y que reciban entrenamiento para el tratamiento de los pacientes con sensibilidad electromagnética "(46).

En septiembre de 2015, una Declaración Científica Internacional sobre Hipersensibilidad a la radiación electromagnética y Sensibilidad Química múltiple fue publicada por el Comité Científico después del quinto Congreso de Apelación de París, el cual tuvo lugar el 18 de mayo de 2015 en la Real Academia de Medicina de Bruselas, Bélgica. Se hace un llamamiento a las agencias y organizaciones a nivel nacional e internacional para reconocer la EHS y la sensibilidad química múltiple como una enfermedad, e insta en particular a la OMS para incluir la EHS y la MCS en la Clasificación Internacional de las Enfermedades. También solicita a las agencias y organizaciones nacionales e internacionales para adoptar sencillas medidas cautelares de prevención, informar al público, y designar grupos de expertos verdaderamente independientes para evaluar los riesgos para la salud basados en la objetividad científica, lo cual no es el caso en la actualidad (47).

## **EMF y cáncer**

A excepción de algunas investigaciones en lugares de trabajo, la investigación epidemiológica de los CEM comenzó en 1979, cuando Wertheimer y Leeper publicaron su estudio acerca de la relación entre la proximidad a los postes de líneas de potencia (ELF MF) con cables de "acometida" y la ocurrencia de cáncer infantil (en concreto la leucemia y tumores cerebrales) (48). Al mismo tiempo Robinette y otros estudiaron la mortalidad en una cohorte de veteranos de la Guerra de Corea que habían sido formados en los radares

militares (RF) a principios de 1950 (49). Ambos estudios encontraron indicios de mayores riesgos e iniciaron una nueva era de estudio de efectos relevantes para la salud de la exposición a los CEM.

## ELF MF

En los años siguientes, un gran número de investigaciones acerca de la relación entre la leucemia infantil y los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF MF) han sido publicadas. Sin embargo, los resultados parecían incompatibles hasta que en el 2000 dos análisis combinados (50, 51) se llevaron a cabo, proporcionando pocos indicios de incoherencia y demostrando un aumento del riesgo de leucemia con el aumento de los niveles medios de exposición que era significativo para los niveles por encima de 0,3 o 0,4  $\mu\text{T}$  con respecto a los promedios por debajo de 0,1  $\mu\text{T}$ , pero sin indicación de un umbral. Sobre la base de estos hallazgos, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasificó ELF MF en 2002 como Grupo 2B (posible) carcinógeno (30). A esta categoría pertenecen, por ejemplo, plomo, DDT, los humos de soldadura, y tetracloruro de carbono.

Desde entonces los estudios epidemiológicos adicionales que han sido llevados a cabo dieron esencialmente los mismos resultados (52, 53). El único estudio hasta la fecha sobre la interacción del gen-ambiente en relación con la de frecuencia de potencia MF informó de un significativo efecto de mejora en los niños con un polimorfismo en un gen de reparación del ADN (54). En una revisión sobre la leucemia infantil y ELF MF, Kundi concluyó que hay suficiente evidencia de estudios epidemiológicos de un mayor riesgo de leucemia infantil de la exposición a frecuencia de potencia MF que no puede atribuirse a la casualidad, sesgo o confusión. Por lo tanto, de acuerdo con las reglas de IARC, tales exposiciones deben ser clasificadas como grupo 1 (definitiva) carcinógeno (55).

El Informe BioInitiative 2012 (56), establecía que: *"Los niños que tienen leucemia y están en recuperación tienen una peor tasa de supervivencia si su exposición ELF en casa (o donde se encuentren en recuperación) es de entre 1 mG [0,1 mT] y 2 mG [0,2  $\mu\text{T}$ ] en un estudio; más de 3 mg [0,3  $\mu\text{T}$ ] en otro estudio"*(56).

## RF

Hubo varios mecanismos identificados que podrían ser responsables de los efectos cancerígenos de RF (23). Los estudios epidemiológicos de RF antes de la subida general de la exposición a los dispositivos de telecomunicación móvil fueron muy restringidos y sólo unos pocos estudios se han realizado en las proximidades de transmisores de radio, estaciones de radar, exposiciones por trabajo y en los radioaficionados. Después de la introducción de la telefonía móvil digital, el número de usuarios de teléfonos móviles aumentaron dramáticamente y se recomendó, en la década de 1990, llevar a cabo estudios epidemiológicos con enfoque en los tumores intracraneales. Desde la primera publicación en 1999 por el grupo sueco del Prof. Lennart Hardell (57), se han publicado cerca de 40 estudios.

La mayoría de estos estudios investigaron los tumores cerebrales, pero también tumores de la glándula salival, el melanoma uveal, melanoma maligno de la piel, tumores de la vaina de los nervios, el cáncer testicular, y el linfoma también fueron estudiados. Muchos de estos estudios son no concluyentes debido a que las duraciones de exposición son demasiado cortas; Sin embargo, dos series de investigaciones, el estudio internacional Interphone, realizado en 13 países, y los estudios suecos del grupo Hardell, tenían una significativa proporción de usuarios de teléfonos móviles a largo plazo y podrían, en

principio, ser utilizados para la evaluación de riesgos. En 2011, la IARC clasificó los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF) como carcinógeno del Grupo 2B basado en la evidencia epidemiológica de estudios y los experimentos con animales (24). Desde entonces, los estudios adicionales han corroborado la hipótesis de una relación causal entre el uso de teléfonos móviles y el cáncer (58-60). Hardell y Carlberg (61) llegaron a la conclusión que la RF EMF debe ser clasificada como cancerígeno humano definitivo (IARC Grupo 1). La evidencia de una relación causal entre el uso a largo plazo del teléfono móvil y teléfono sin cables y el riesgo de glioma ha aumentado aún más: en 2014, un estudio realizado por Carlberg y Hardell (62) mostró una significativa disminución de las tasas de supervivencia en pacientes con glioblastoma multiforme (astrocitoma de grado IV) y el uso de la tecnología inalámbrica móvil y, en 2015, otro estudio conjunto de control de casos de Hardell y Carlberg (63), incluidos los períodos de latencia de más de 25 años.

Así también son un ejemplo de otros tumores que pueden estar relacionados con la exposición a CEM, las mujeres que han llevado su teléfono móvil en el sostén durante períodos prolongados de tiempo y mediante la observación se vio que más tarde desarrollaron cáncer de mama en ese sitio (64).

El Tribunal Supremo italiano confirmó una decisión anterior de la Cámara Civil de Brescia (núm. 614 de 10 diciembre de 2009) que dictaminó que el Instituto Nacional de indemnización por accidentes del trabajo (INAIL) debía compensar a un trabajador que había desarrollado un tumor en la cabeza debido al uso intensivo, a largo plazo, de teléfonos móviles, en el trabajo. El caso era un neuroma ipsilateral del trigémino nervioso en un sujeto que tenía una exposición ocupacional por más de > 10 años, con más de > 15.000 h de teléfonos móviles e inalámbricos. El tribunal reconoció que *"es probable (probabilidad cualificada) que RF (la radiofrecuencia) tuviera un papel, al menos, contributivo en el desarrollo del origen del tumor sufrido por el sujeto"* (65).

Muchos dispositivos modernos emiten campos electromagnéticos en rangos de diferente frecuencia simultáneamente. Por ejemplo, los teléfonos móviles crean rangos de frecuencia EMF en RF, VLF y ELF y también un campo magnético estático; para una revisión ver (23). Por tanto, es importante tener en cuenta las exposiciones combinadas para la evaluación de efectos sobre la salud.

## **Efectos Genotóxicos**

Los efectos genotóxicos de los CEM tratan de daños en el ADN, mutaciones, estructura de la cromatina, y la reparación del ADN, han sido revisados recientemente por Henry Lai en el Informe Bioininitive (66) y por el Grupo de Trabajo de la IARC en la evaluación de carcinogenicidad RF (24). En general, aproximadamente la mitad de los estudios disponibles encontraron genotoxicidad (informes positivos), aunque otros estudios no la encontraron (informes negativos) (23). Digno de mencionar, una proporción similar a los estudios de RF positivos y negativos mostró otros puntos de interés biológicos (67-69). La razón evidente para esta eventual incompatibilidad es la fuerte dependencia de los efectos de los CEM de una serie de parámetros físicos y biológicos, los cuales variaron significativamente entre los estudios. Se establecieron estas dependencias para ambos: efectos de ELF (70-72) y efectos de RF (24, 27).

Entre otros parámetros, en linfocitos humanos, se observó una variabilidad individual en la respuesta de la cromatina a ELF (frecuencia extremadamente baja), lo que podría sugerir una respuesta más fuerte en células de individuos EHS (72). El mismo grupo de investigación realizó estudios comparativos sobre la genotoxicidad con células de sujetos con EHS y con sujetos de control, cuidadosamente seleccionados (73-75).

La respuesta de los linfocitos a RF de teléfonos móvil GSM (915 MHz) y los campos magnéticos de electro-frecuencia (50 Hz) se investigó (73). La proteína 53BP1, que participa en la formación de focos de reparación del ADN en la ubicación ADN de doble filamento se rompe (OSD), fue analizada por inmuno-tinción in situ. La exposición a cualquiera de 915 MHz o 50 Hz condensó significativamente la cromatina y la inhibió la formación de focos de reparación del ADN. La respuesta inducida de EMF en los linfocitos de donantes sanos y en hipersensibles fue similar pero no idéntica en la respuesta al estrés inducido por choque térmico. Los efectos de GSM en la cromatina y en los focos de reparación del ADN en los linfocitos de EHS se confirmaron aún más (74, 75). Aunque se observó variabilidad individual, los efectos ocasionados por la radiofrecuencia de los teléfonos móviles dependen fuertemente de la frecuencia portadora de canal / frecuencia (74-77). Independientemente del tipo de células (linfocitos humanos, fibroblastos, o células madre), los efectos a 905 MHz / canal 74 f GSM en focos de reparación del ADN y la cromatina eran consistentemente más bajos en comparación con los efectos en el 915 MHz / GSM canal 124. Los datos también indicaron efectos más fuertes a la RF de la exposición a radiación de teléfono móvil UMTS a la frecuencia de 1947,4 MHz. Estos datos proporcionaron evidencia de que diferentes canales de frecuencia de diferentes tipos de tecnologías de comunicaciones móviles deben estar ensayados por separado en estudios de provocación con EHS. Aunque se detectaron algunas diferencias menores, se observaron efectos de ELF/ RF muy similares en las células de EHS y los sujetos de control seleccionados. Es probable que las reacciones compensatorias a un nivel más complejo de organización biológica tales como las reacciones de los tejidos, órganos y sistemas de órganos sean menos eficientes en personas con EHS, proporcionando con ello una fuerte conexión de la respuesta celular CEM con síntomas de hipersensibilidad.

## **Efectos neurológicos de los CEM**

Los efectos neurológicos y de comportamiento fueron de los primeros temas de investigación sobre los posibles efectos adversos de la ELF (frecuencia extremadamente baja) así como los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (78, 79). . En cuanto a las pruebas epidemiológicas, más de una década antes de la trascendental publicación de Wertheimer y Leeper (48), Haynal y Regli informaron en 1965 de una prevalencia, de aproximadamente cuatro veces mayor, de un historial de trabajos de ingeniería eléctrica en los pacientes con la esclerosis lateral amiotrófica (ALS) que en los sujetos de control (80).

Los cambios funcionales, morfológicos, bioquímicos y a nivel celular, de tejidos, y a nivel de organismo, así como cambios de comportamiento se han estudiado bajo condiciones experimentales y la epidemiología ha evaluado la asociación entre la exposición residencial y laboral a CEM y las enfermedades neurodegenerativas, así como a los síntomas neurológicos.

La investigación ha demostrado que los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (ELF) tienen efectos deletéreos o peligrosos sobre las neuronas del cerebro y el funcionamiento del cerebro (81). La investigación epidemiológica también ha mostrado un aumento del riesgo de enfermedad de Alzheimer y demencia por trabajo y residencia de la exposición a ELF.

## **Efectos neurológicos de la radiofrecuencia (RF)**

Los primeros estudios de RF son difíciles de evaluar debido a la descripción de las condiciones de exposición que son a menudo insuficientes para derivar las cantidades

dosimétricas pertinentes. Ya en el año 1932, Schliephake (82) informó de efectos que él consideraba que no eran térmicos: *“Es treten Erscheinungen auf, wie wir sie bei Neurasthenikern zu sehen gewohnt sind: starke Mattigkeit am Tag, dafür in der Nacht unruhiger Schlaf, zunächst ein eigenartig ziehendes Gefühl in der Stirn und Kopfhaut, dann Kopfschmerzen, die sich immer mehr steigern, bis zur Unerträglichkeit. Dazu Neigung zu depressiver Stimmung und Aufgeregtheit.”* [“Ocurren fenómenos que estamos acostumbrados a ver en los neurasténicos: fatiga pronunciada durante el día, sin embargo, el sueño no reparador por la noche, presenta al principio, una sensación de tirón peculiar en la frente y cuero cabelludo, y luego los dolores de cabeza que aumentan más allá del límite de tolerancia. Además, una tendencia a estados depresivos y de agitación”.] Tales síntomas, no son muy diferentes a los que se resumen más adelante como síndrome de microondas o radio enfermedad de onda, que se han encontrado en un porcentaje sustancial de trabajadores expuestos de la Unión Soviética (83) y también en los individuos que presentan electro-hipersensibilidad (véase más adelante).

La investigación experimental en seres humanos era escasa antes de la llegada de la telefonía móvil digital. Desde los primeros estudios (84, 85) sobre la actividad eléctrica del cerebro, una base de gran evidencia ha sido recopilada que indica cambios sutiles en función del SNC (sistema nervioso central) durante y después de la exposición a corto plazo a diferentes tipos de RF. Las investigaciones experimentales eran predominantemente sobre efectos sobre espectros de potencia EEG (por ejemplo, 86-96 potenciales), relacionados con eventos (por ejemplo, 97-104), sueño (por ejemplo, 105-119) y la función cognitiva (por ejemplo, 120 a 131). Algunas investigaciones eran acerca de los efectos sobre el metabolismo de la glucosa (132, 133) y el flujo sanguíneo cerebral regional (134, 135), aplicando imágenes de escáner PET. Los estudios en animales cubren una amplia variedad de los aspectos de comportamiento, que van desde el aprendizaje y la memoria (Por ejemplo, 136-141) hasta el comportamiento relacionado con la ansiedad (142).

La reacción del SNC, sistema nervioso central, a la exposición de RF no se limita a la duración de la exposición, sino que persiste durante algún tiempo después de la exposición, por lo que los estudios cruzados a corto plazo son poco informativos.

La ubicación de la exposición podría ser de relevancia bajo ciertas circunstancias, pero a menudo los efectos son bilaterales después de una exposición unilateral, lo que sugiere la participación de estructuras subcorticales. Los efectos sobre el sueño pueden depender de las características individuales, lo que llevó a la conclusión de resultados contradictorios por lo que no son una fuerte evidencia en contra de un efecto real (113). La RF rítmica es más eficaz que las ondas continuas, pero hay cierta evidencia de la importancia de las características de la exposición, incluyendo el sitio de acoplamiento del campo de RF y su modulación.

En la actualización de 2012 del Informe Bioiniciativa, Henry Lai resume la evidencia experimental de la siguiente manera (143): *“Casi todos los estudios en animales reportaron efectos, mientras que los estudios humanos reportaron más no efectos que efectos. Esto puede ser causado por varios factores posibles: (A) Los seres humanos son menos susceptibles a los efectos de RFR que los roedores. (B) Puede ser más difícil de hacer los experimentos con humanos que con animales, ya que es, en general, más fácil de controlar las variables y factores distorsionadores en un experimento con animales. (C) En los estudios en animales, la duración de la exposición acumulativa fue generalmente más larga y los estudios se llevaron a cabo después de la exposición, mientras que en los estudios humanos, la exposición fue, en general, en una ocasión y las pruebas se realizaron durante la exposición. Esto plantea la cuestión de si los efectos de la RFR son acumulativos”.*

## **Efectos neurológicos de campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF EMF)**

Investigaciones neurofisiológicas de ELF CEM ya fueron realizadas en la década de 1970. Los estudios de tejido cerebral de pollito y de gato (por ejemplo 144-146) revelaron que los efectos de los campos débiles de ELF CEM ELF y RF moduladas dependían de la intensidad y frecuencia (los llamados efectos ventana). Adey propuso en 1981 (147) que los efectos se deben a una interacción primaria de los campos electromagnéticos en la superficie de la membrana celular al inducir una cascada de procesos intracelulares.

Esta visión temprana ha sido corroborada recientemente por estudios sobre diversos receptores transmisores en el cerebro tales como los receptores de N-metil-D-aspartato, dopamina y receptores de serotonina (por ejemplo, 148 a 151). Algunos de estos estudios más recientes también informaron de efectos ventana de frecuencia así como de los efectos ventana de intensidad en el neurodesarrollo en la rata (152).

Los efectos sobre el comportamiento de CEM de ELF se han estudiado en los niveles más altos en los años 1970 y 1980 (por ejemplo, 153, 154), mientras que los estudios más recientes incluyen exposiciones de bajo nivel y efectos de apoyo sobre el comportamiento a diferentes niveles de complejidad. Estos incluyen: cambios en la actividad locomotora (por ejemplo, 148,149, 155, 156), la ansiedad (por ejemplo, 157-159) y la depresión como comportamiento (160, 161). *"Dado que los diferentes efectos en el comportamiento han sido observados en diferentes condiciones de exposición, especies de animales y paradigmas de pruebas, que proporcionan más fuerte evidencia de que la exposición a los CEM de ELF puede afectar el sistema nervioso"*. (Lai, 2012, Informe Biolnitiative, sección 9, Evidencia para efectos sobre la neurología y efectos del comportamiento, 143). También en los seres humanos, se encontraron efectos en niveles bajos (por ejemplo, 162-164).

## **Enfermedades neurodegenerativas**

La más frecuente de las enfermedades neurodegenerativas es la enfermedad de Alzheimer, con una cantidad estimada de 45 millones de pacientes en todo el mundo para el año 2015, seguida de la enfermedad de Parkinson, la enfermedad de Huntington, la esclerosis lateral amiotrófica (ALS), y otras enfermedades de neuronas motoras (MND). Hasta la fecha, la fisiopatología de estas enfermedades no es completamente entendida. En muchas de estas enfermedades, los ensamblajes de proteína atípica, la disfunción mitocondrial, y la muerte celular programada juegan un papel y algunos cambios genéticos han sido detectados. Como algunos de tales cambios podrían ser una consecuencia del estrés oxidativo (ver más abajo), la interrupción de la homeostasis del calcio, y de la alteración de la señalización de las vías intracelulares, existe la posibilidad teórica de que los campos electromagnéticos podrían contribuir al riesgo de estas enfermedades. Desde los años 1980, se han realizado más de 30 estudios epidemiológicos que han evaluado la posible relación entre la exposición a los campos electromagnéticos ELF y las enfermedades neurodegenerativas. En los últimos años, varios meta-análisis han sido publicados. Respecto a la enfermedad de Parkinson hay poca evidencia de una asociación (165). Respecto a la ALS, Zhou y otros resumen sus resultados como sigue: *"A pesar de que hay potenciales limitaciones de sesgo en la selección de estudios, los errores de clasificación de la exposición, y el efecto de confusión de los estudios individuales en este meta-análisis, nuestros datos sugieren un ligero pero significativo aumento del riesgo de ALS entre los que tienen puestos de trabajo relacionados con niveles relativamente altos de exposición a CEM de ELF"*. Una revisión

por Vergara y otros autores llegaron a otra conclusión (167): "Nuestros resultados no apoyan MF (campos magnéticos) como explicación de las asociaciones observadas entre actividad ocupacional y MND". Esta discrepancia se puede resolver al discriminar entre diferentes métodos de evaluación de punto final o atributos (incidencia, prevalencia o los datos de mortalidad) y el potencial de errores de clasificación debido a las diversas fuentes de los datos de exposición utilizados. Si se consideran estos factores, hay una relación consistente entre los campos electromagnéticos de ELF de la exposición ocupacional y la ALS / MND, y también los pocos estudios sobre la exposición residencial están en línea con un aumento del riesgo de la exposición a MF (168).

## **Barrera hematoencefálica**

Todos los intercambios entre la sangre y el cerebro están estrictamente regulados por la barrera hematoencefálica (BBB). La BBB previene del paso de diversas moléculas de la sangre al cerebro y viceversa. Un aumento en la normalmente baja permeabilidad de la BBB por moléculas hidrófilas y cargadas podría ser potencialmente perjudicial. Si bien los datos sobre los efectos de ELF son escasos, varios grupos de investigación investigaron si la RF afecta a la BBB. Estos datos han sido recientemente revisados (169-171). Aunque algunos estudios de BBB dieron datos negativos, otros estudios, incluyendo estudios repetidos con ratas del grupo sueco de Leif Salford y Bertil Persson, sugirieron que la RF de los teléfonos móviles puede afectar la BBB bajo condiciones específicas de exposición (171). Estudios más recientes muestran efectos de los CEM en condiciones específicas de exposición (150, 172, 173) y no muestran efectos en el BBB en otras condiciones (174) están en línea con esta sugerencia.

## **EMF e infertilidad y reproducción**

La infertilidad y los trastornos reproductivos están en aumento. Con base en el Informe BioInitiative (175), se debería concluir que los hombres que usan - y en particular los que llevan un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA) o buscapersonas en el cinturón o en un bolsillo - muestran efectos adversos en la calidad de los espermatozoides, la motilidad y la patología. El uso de los teléfonos móviles, la exposición a la radiación del teléfono móvil, o el almacenamiento de un teléfono móvil cerca de los testículos de varones humanos afecta el conteo de espermatozoides, la motilidad, viabilidad y estructura (176 a 184). Los estudios en animales han demostrado daño oxidativo y en el ADN, cambios patológicos en los testículos de los animales, disminución de la movilidad y viabilidad del esperma, y otras medidas de daño perjudicial para la línea germinal del macho (182, 185-188).

También hay algunos estudios de resultados adversos de nacimiento en mujeres expuestas a EMF. Un estudio de caso-control (189) y un estudio prospectivo de cohorte basado en la población (190) de California mostró una asociación entre aborto involuntario y el valor máximo medido por un dosímetro de campo magnético llevado en el cuerpo 24 horas.

## **Hipersensibilidad electromagnética (EHS)**

Un número cada vez mayor de seres humanos están continuamente expuestos en su vida diaria a niveles crecientes de una combinación de carga estática, ELF y VLF (muy baja frecuencia, en términos generales a partir de 3 kHz a 3 MHz, en términos detallados de 3 kHz a 30 kHz) de campos eléctricos y magnéticos y campos electromagnéticos RF. Estas

exposiciones son de diferentes tipos de señales, intensidades y aplicaciones técnicas durante períodos de tiempo variables. Todos estos campos se resumen como EMF, coloquialmente se conoce como "contaminación electromagnética".

Algunos ejemplos históricos de EHS, aparecieron ya en 1932, (82, 83) y se dan en el capítulo "Efectos neurológicos de la radiación de radiofrecuencia".

En una encuesta en Suiza en 2001, dirigida a personas que atribuyen los problemas específicos de salud a la exposición a los CEM, de 394 encuestados el 58% sufría de problemas o trastornos del sueño, el 41% de dolores de cabeza, 19% de nerviosismo, 18% de la fatiga, y 16% a partir de dificultades de concentración. Los encuestados atribuyeron sus síntomas a, por ejemplo, estaciones base de telefonía móvil (74%), los teléfonos móviles (36%), teléfonos inalámbricos (29%), y a líneas de energía de alto voltaje (27%). Dos tercios de los encuestados habían tomado medidas para reducir sus síntomas, siendo el más frecuente evitar la exposición (191).

En 2001, 63 personas que atribuían los problemas de salud a la exposición ambiental fueron tratadas en un proyecto piloto interdisciplinar de medicina ambiental en Basilea. Un equipo interdisciplinar de expertos evaluó los síntomas individuales desde el punto de vista médico psicológico-psiquiátrico y ambiental, incluyendo visitas y mediciones medioambientales en el hogar. Con respecto a la 25 las personas con EHS, el equipo de expertos dan fe del hecho de que en un tercio de ellos al menos un síntoma era verosímil su relación con la contaminación electromagnética, aunque la exposición a los CEM estaba dentro de los límites suizos. Llegaron a la conclusión de que a los pacientes con EHS se les debe asesorar desde el punto de vista médico, psicológico y del medio ambiente (192, 193).

Un estudio de un cuestionario de los finlandeses (n = 206), quienes se describen a sí mismos como personas que sufren de hipersensibilidad electromagnética (EHS), reveló que los síntomas más comunes estaban relacionados con el sistema nervioso: el estrés (60%), trastornos al dormir (59%) y fatiga (57%). Las fuentes que fueron más a menudo citadas como provocadoras de EHS fueron: ordenadores personales (51%) y teléfonos móviles (47%). Para el 76% de los participantes la reducción o evitación de campos electromagnéticos (EMF) ayudaron en su total o parcial recuperación (194).

Una encuesta telefónica representativa (n = 2.048, con una edad mayor de 14 años) llevada a cabo en Suiza en 2004 dio un resultado de una frecuencia de 5% (IC del 95% 4% a 6%) con síntomas atribuidos a la contaminación electromagnética, los llamados EHS. En 107 personas con EHS, los síntomas más comunes eran: los trastornos del sueño (43%), cefalea (34%), y dificultades de concentración (10%). Sorprendentemente, sólo el 13% consultó su médico de familia. Los individuos con un pasado histórico de síntomas atribuibles a los CEM dieron el "desactivado de la fuente" como respuesta a las medidas tomadas tres veces más que los individuos que todavía tenían síntomas (195).

En un cuestionario suizo de estudio de GPS en 2005, dos tercios de los médicos fueron consultados al menos una vez al año debido a los síntomas atribuidos a los CEM. Cincuenta y cuatro por ciento de los médicos valoraron una posible relación. Los doctores en este cuestionario pedían más información general sobre los CEM y salud e instrucciones sobre cómo tratar a los pacientes con EHS (196).

En otro estudio cuestionario, también encargado por el Gobierno Federal Suizo y realizado por la Universidad de Berna en 2004, médicos suizos trabajando con herramientas complementarias de diagnóstico y terapéuticas informaron de que el 71% de las consultas estaban relacionadas con los CEM. Sorprendentemente, no sólo los pacientes sino más aún los médicos sospecharon una posible relación entre la

enfermedad y los CEM. La reducción o eliminación de las fuentes ambientales fue el principal instrumento terapéutico en el tratamiento de los síntomas relacionados con CEM (197).

Un estudio de los médicos austriacos basado en cuestionarios dio resultados similares. En este estudio, la discrepancia entre las opiniones de los médicos y las evaluaciones de riesgos de salud establecidas nacional e internacionalmente fue notable, teniendo en cuenta que el 96% de los médicos creía que en cierto grado o estaban totalmente convencidos de que los campos electromagnéticos ambientales tenían un papel relevante para la salud (198).

En una encuesta realizada en 2009 en un grupo de autoayuda japonés EHS y de sensibilidad química múltiple (MCS) (n = 75), el 45% de los encuestados tenía EHS como diagnóstico médico y el 49% se consideraban EHS. Uno de cada dos encuestados había sido diagnosticado médicamente MCS (49%) y el 27% MCS tenía auto-diagnóstico. Los principales síntomas relacionados con EHS fueron fatiga, dolor de cabeza, problemas de concentración, trastornos de sueño y mareos. Las causas más frecuentes incluían: estaciones base, los teléfonos móviles de otras personas, PC, líneas eléctricas, televisión, teléfono móvil propio, el transporte público, teléfonos inalámbricos, acondicionador de aire, y el coche. Se sospecha que los CEM fuentes de inicio de EHS fueron: estaciones base de telefonía móvil, PC, electrodomésticos, equipos médicos, teléfonos móviles, líneas eléctricas, y las cocinas de inducción (199).

En 2010, Khurana y otros autores informaron que ocho de cada diez estudios epidemiológicos que evaluaron los efectos de las estaciones base de telefonía móvil en la salud indicaron un aumento de la prevalencia de los síntomas neuroconductuales adversos o cáncer en las poblaciones que viven en distancias de menos de 500 m desde la base de las estaciones. Ninguno de los estudios informó sobre niveles de exposición por encima de las normas internacionales aceptadas, lo que sugiere que las directrices actuales pueden ser inadecuadas para proteger la salud de las poblaciones humanas (200).

Carpenter informó en 2015 (201) que una serie de gente sana desarrollaron EHS después de una exposición breve y de alta intensidad a la radiación de microondas. Los síntomas típicos incluían, por ejemplo, dolor de cabeza crónico, irritabilidad, inestabilidad emocional, disminución de la libido y problemas de memoria, los cuales, en algunos pacientes, duraron años.

Hedendahl y otros autores (19) informaron de dos estudiantes de 15 años de edad, de sexo masculino, y un profesor de sexo femenino de 47 años de edad que sufrieron efectos en la salud como dolores de cabeza, dificultades para concentrarse, taquicardia, falta de memoria, mareos o cuando estaban expuestos al Wi-Fi en la escuela. Este ejemplo se menciona para apuntar específicamente los posibles impactos sobre la salud del aumento de la exposición a RF de los estudiantes y profesores por Wi-Fi.

La cuestión de si EHS está asociado causalmente con la exposición a los CEM es discutido polémicamente. De una parte, los médicos juzgan una asociación causal como posible por la exposición a CEM, sobre la base de los informes de casos, de otra parte las evaluaciones nacionales e internacionales de los riesgos de salud, en su mayoría afirman que no existe tal asociación causal, porque los estudios de provocación en condiciones controladas ciegas fracasaron en su mayoría en mostrar efectos. Sin embargo, estos estudios tienen graves deficiencias que deben ser abordadas: las secuencias de las condiciones de exposición a menudo eran contiguas, descuidando las secuelas de la exposición; la duración de la exposición y los efectos examinados fueron a corto plazo; la exposición simulada era con frecuencia en condiciones que podrían provocar la excitación

en personas sensibles; el marco de tiempo no prestó atención a las condiciones temporales de la aparición y la desaparición de los síntomas y la selección de personas con EHS no fue evaluado médicamente.

La OMS no considera EHS como un diagnóstico y recomienda a los médicos que el tratamiento de los individuos afectados debe centrarse en los síntomas de la salud y el cuadro clínico, y no en la necesidad percibida de la persona para reducción o eliminación de los CEM en el lugar de trabajo o en casa (202). Sobre la base de las pruebas existentes y el conocimiento práctico, este punto de vista ignora un enfoque causal; véase también (203).

El documento "hipersensibilidad electromagnética: realidad o ficción " por Genuis y Lipp (204) ofrece una instructiva revisión de los estudios de las últimas décadas en relación con EHS, incluyendo los hitos históricos, opiniones, patogénesis, los marcadores bioquímicos, manejo terapéutico, así como el debate sobre la legitimidad de EHS.

En las muestras faciales de la piel de personas electro hipersensibles, se ha encontrado un profundo aumento de los mastocitos (205). A partir de este y otros estudios anteriores, cuando la EHS se manifestaba, a menudo durante la exposición a los campos electromagnéticos de tubos de rayos catódicos (CRT), se hizo evidente que el número de mastocitos en la dermis superior se incrementaba en el grupo de EHS. Un patrón diferente de la distribución de los mastocitos también se produjo en el grupo de EHS. Por último, en el grupo de EHS, los gránulos de citoplasmática se distribuyeron más densamente y más fuertemente concentrados que en el grupo control, y también el tamaño de los mastocitos infiltrantes se encontraron generalmente más grandes en el grupo de EHS. Cabe señalar que aumentos de similar naturaleza se demostraron más tarde en una situación experimental, empleando voluntarios sanos normales delante de los monitores CRT, incluyendo aparatos normales de televisión doméstica (206).

Un grupo de investigación dirigido por el francés Belpomme (207) investigó de forma prospectiva, desde el año 2009, auto-informó de casos de EHS y / o MCS clínicamente y biológicamente en un intento de establecer criterios de diagnóstico objetivos y para dilucidar los aspectos fisiopatológicos de estos dos trastornos. Basado en 727 casos evaluables, la investigación mostró un número de nuevos e importantes conocimientos tales como:

(A) Ninguno de los biomarcadores identificados hasta ahora en el estudio son específicos para EHS y / o MCS.

(B) Varios marcadores biológicos como la histamina, nitrotirosina, y anticuerpos circulantes contra O-mielina habían aumentado. El ratio 24 h. melatonina/creatinina en orina se redujo.

(C) EHS y MCS son entidades genuinas patológicas somáticas.

(D) Bajo la influencia de los campos electromagnéticos y/o productos químicos puede ocurrir una hipoperfusión /neuroinflamación cerebral relacionada con hipoxia.

(E) Los pacientes de EHS y/o MCS podrían estar expuestos a los riesgos de enfermedades neurodegenerativas crónicas y cáncer.

Mientras que un estudio realizado en 2006 por Regal y otros autores (208) describieron ningún efecto por exposición, dos estudios de provocación y control en la exposición de individuos "electrosensibles" sometidos a señales de la estación base del teléfono (GSM, UMTS, o ambos) encontraron un descenso significativo en el bienestar después de la exposición UMTS en los individuos de sensibilidad (209, 210). La mayoría de los estudios llamados provocación con EHS no muestran efectos. Sin embargo, todos estos estudios utilizaron un número muy limitado de condiciones de exposición y la mayoría tienen

defectos metodológicos. Teniendo en cuenta la fuerte dependencia de los efectos de los CEM de una variedad de variables físicas y biológicas (27), los estudios de provocación disponibles son científicamente difícil de interpretar y, de hecho, no son adecuados para refutar causalidad.

Existe una creciente evidencia en la literatura científica de diversas alteraciones fisiológicas subjetivas y objetivas, p.ej. variabilidad del ritmo cardíaco (HRV) como es evidente en algunas de las personas con EHS que afirman sufrirla después de la exposición a ciertas frecuencias de RF como DECT o Wi-Fi (211-215). El análisis de los datos disponibles sobre la exposición de las personas que viven cerca de estaciones base de telefonía móvil ha dado indicaciones claras de efectos adversos para la salud como la fatiga, depresión, dificultad para concentrarse, dolores de cabeza, mareos, etc. (216-220). Una sinopsis de 30 estudios sobre las estaciones base de telefonía móvil se da en el documento "Leitfaden Senderbau" (221).

Las exposiciones residenciales a los CEM en la gama de frecuencias VLF son a menudo debido a "potencia sucia" / "electricidad sucia" originadas por los voltajes y/o perturbaciones de la corriente de diversas fuentes como aparatos de alimentación electrónicas para televisores, monitores, ordenadores, unidades de motor, inversores, reguladores de luz y lámparas fluorescentes compactas (CFLs), dispositivos de control de ángulo de fase, así como de la formación de arcos y chispas de operaciones de conmutación y de motores eléctricos con escobillas. Las ondas kHz /transitorias viajan a lo largo del cableado eléctrico y sistemas de conexión a tierra (emisiones conducidas) y radian campos eléctricos y /o magnéticos en el espacio libre (emisiones radiadas), que conduce a la exposición humana en la zona.

La primera evidencia epidemiológica vincula la electricidad sucia con la mayoría de las enfermedades de la civilización, incluyendo el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el suicidio y el trastorno de déficit de atención por hiperactividad en los seres humanos (222).

Mientras que la dependencia de los efectos ELF sobre el campo magnético local ha sido informada por muchos grupos de investigación (13, 223), también hay algunos estudios que sugieren que los efectos de RF también dependen de ligeros cambios en el campo magnético estático local. En la revisión de Belyaev (224), se ha sugerido un mecanismo físico para explicar tales efectos (225). Ligeros cambios en el campo magnético estático local dentro de 10  $\mu$ T, que se observan por lo general dentro de oficinas y hogares debido a los objetos ferromagnéticos, se ha indicado que inducen efectos biológicos que equivalían a las predicciones siguientes del mecanismo de interferencia de iones desarrollado por Binhi (226).

El 8 de julio de 2015, un tribunal de Toulouse, Francia, falló a favor de una mujer con el síndrome de diagnóstico "de la hipersensibilidad a la radiación electromagnética" y determinó su discapacidad en el 85% con sustancial y duradera restricción en el acceso al empleo (227).

En Francia, se estableció la primera zona de baja EMF, en Drôme, en julio de 2009 (228). En Austria, la construcción de una casa multifamiliar se ha previsto para 2015, diseñada por un equipo de arquitectos, profesionales de la construcción biológica y profesionales de servicios de salud y medicina ambiental para proporcionar un entorno de vida saludable sostenible. Tanto los ambientes exteriores como interiores fueron elegidos de forma explícita y diseñados para cumplir con los requisitos de bajo EMF (229). La implementación de zonas de baja EMF para las personas electrosensibles se busca en numerosos países. La realización de estos proyectos depende en gran medida de la comprensión, el conocimiento y la tolerancia de los miembros de la comunidad elegida.

## Posible mecanismo de la EHS

Con base en la literatura científica sobre las interacciones de los campos electromagnéticos con los sistemas biológicos, varios mecanismos de interacción son posibles (14, 13, 22, 26). Un mecanismo creíble a nivel intracelular e intercelular, por ejemplo, es una interacción a través de la formación de radicales libres o estrés oxidativo y nitrosativo (230-238). Ha sido demostrado en muchos informes revisados por Georgiu (15) que especies de oxígeno reactivas (ROS) pueden estar implicadas en reacciones de radicales en pareja. Por lo tanto, los pares de radicales pueden ser considerados como uno de los mecanismos de transducción capaz de iniciar estrés oxidativo inducido por un CEM. Además, muchos de los cambios observados en las células expuestas a radiofrecuencias fueron prevenidos por pre-tratamiento con antioxidantes y eliminadores de radicales (24). Si bien los datos de diferentes estudios deberían interpretarse con cuidado teniendo en cuenta las variaciones en los parámetros físicos y biológicos, una mayoría de los estudios han mostrado efectos de ELF y RF en el estrés oxidativo (239).

Las monografías de la IARC exponen: *"incluso pequeños efectos en la concentración de los radicales podría potencialmente afectar a múltiples funciones biológicas"*, página 103 (24).

Yakymenko y otros autores (238) han resumido la evidencia actual: *"Análisis de la literatura científica, revisada por colegas, disponible en la actualidad revela efectos moleculares inducidos por la baja intensidad RFR en las células vivas; esto incluye activación significativa de las principales vías de generación de especies de oxígeno reactivo (ROS), la activación de la peroxidación, daño oxidativo del ADN y cambios en la actividad de las enzimas antioxidantes. Se indica que, entre 100 estudios revisados por colegas disponibles actualmente que se ocupan de los efectos oxidativos de baja intensidad RFR, en general, 93 confirmaron que la RFR induce efectos oxidativos en los sistemas biológicos. Un amplio potencial patogénico del ROS inducido y su implicación en las vías de señalización de las células explica una gama de efectos biológicos/salud de baja intensidad RFR, que incluyen el cáncer y las patologías no cancerosas"*.

Las revisiones de Pall (12, 16, 240) proporcionan evidencia de una interacción directa entre campos de electricidad estática y variable en el tiempo, campos magnéticos estáticos y variables en el tiempo y radiación electromagnética con los canales de calcio dependientes de voltaje (VGCCs). El aumento de  $Ca^{2+}$  intracelular producido por tal activación VGCC puede dar lugar a múltiples respuestas reguladoras, incluyendo el aumento de los niveles de óxido nítrico producido a través de la acción de los dos  $Ca^{2+}$  / calmodulin-dependiente sintetas de óxido nítrico, nNOS y eNOS. En la mayoría de los contextos fisiopatológicos, el óxido nítrico reacciona con superóxido para formar peroxinitrito, un potente no radical oxidante, que puede producir productos con radicales, incluyendo hidroxilo y radicales  $NO_2$ .

El peroxinitrito es con mucho la molécula más perjudicial que se produce durante el metabolismo de nuestro cuerpo. Aunque no es un radical libre, el peroxinitrito es mucho más reactivo que sus moléculas matriz  $NO$  y  $O_2$ . La vida media del peroxinitrito es comparativamente larga (10-20 ms), suficiente para cruzar membranas biológicas, dispersarse uno a dos diámetros de célula, y permitir interacciones significativas con las biomoléculas y estructuras más críticas (las membranas celulares, el núcleo de ADN, ADN mitocondrial, orgánulos celulares), y un gran número de procesos metabólicos esenciales (225). Elevado monóxido de nitrógeno, formación de peroxinitrito, y la inducción de estrés oxidativo que puede estar asociado con la inflamación crónica, daño de la función y estructura mitocondrial, así como la pérdida de energía, p.ej. a través de la reducción de trifosfato de adenosina (ATP).

Se observó un aumento significativo de 3-nitrotirosina en el hígado de ratas Wistar expuestas a ELF, lo que sugiere un efecto deteriorante en las proteínas celulares debido a la posible formación de peroxinitrito (241). Se encontró que la nitrotirosina había aumentado (> 0,9 g / ml) en el 30% de los 259 individuos EHS ensayados (207).

Un estudio realizado por De Luca y otros autores, en 2014, en 153 EHS y 132 de control mostraron alteraciones metabólicas pro-oxidantes/pro-inflamatorias en los EHS como disminución de la actividad de glutatión eritrocitos S-transferasa (GST), disminución de los niveles de glutatión reducida (GSH), el aumento de la actividad de eritrocitos glutatión peroxidasa (GPX) una mayor proporción de oxidado-CoQ10 / total de CoQ10 en el plasma, y un 10 veces mayor el riesgo asociado con EHS para las enzimas desintoxicantes glutatión S-transferasa (nulo) haplotipo (nulo) GSTT1 + variantes GSTM1 (242).

La importancia de la ATP se ha demostrado para el síndrome de fatiga crónica (CFS) (243) y para el control del estrés (244). Los pacientes describen los mismos síntomas que los que sufren de la CMI. Esto podría indicar similitudes en sus mecanismos patogénicos. Alteraciones similares en la expresión del neurotransmisor ha sido descrito tanto en pacientes con exposición crónica a EMF (245) como de CMI (232, 246).

Propuesto un estudio (247) para investigar una posible asociación entre la exposición a RF y la integridad de la mielina a través de marcadores inmunohistoquímicos clásicos para mielina sana y degenerada, respectivamente, y para las células de Schwann en general.

Las quejas en el síndrome de fatiga crónica (SFC), fibromialgia (FM), la sensibilidad química múltiple (MCS), trastorno de estrés postraumático (TSP), y el síndrome de la Guerra del Golfo (GWS) son casi el mismo. Entre tanto, se resumen como enfermedades crónicas multisistémicas (CMI) (246). En todas ellas, diversos trastornos de los ciclos funcionales han sido mostrados: la activación de óxido de nitrógeno y peroxinitrito, inflamación crónica por la activación de NF-kB, IFN- $\gamma$ , IL-1, IL-6, y la interacción con la expresión de neurotransmisores (232, 246, 248). Recomendamos clasificar EHS como parte de CMI (232, 249), pero aún así el reconociendo que la causa subyacente sigue siendo el medio ambiente (véase la Figura 1).

## **Otras enfermedades que requieren atención con respecto a los CEM**

Sobre la base de las interacciones entre la exposición a los CEM y las respuestas biológicas que, por ejemplo, conducen a una alteración de la oxidación / homeostasis nitrosativa, son posible e incluso se espera que ocurra una variedad de enfermedades. Algunos ejemplos son dados aquí.

Havas informó en 2008 (250): *"campos electromagnéticos transitorios (electricidad sucia), en el rango de kilohercios en cableado eléctrico, puede estar contribuyendo a la elevación de los niveles de azúcar en la sangre entre los diabéticos y pre-diabéticos. Siguiendo muy de cerca los niveles de glucosa en plasma en cuatro diabéticos tipo 1 y tipo 2, nos encontramos con que respondían directamente a la cantidad de electricidad sucia en su entorno. En una ambiente limpio electromagnéticamente, los diabéticos tipo 1 requieren menos insulina y los diabéticos tipo 2 tienen niveles más bajos de glucosa en plasma.*

La electricidad sucia, generada por los equipos electrónicos y dispositivos inalámbricos, es ubicua en el medio ambiente. El ejercicio en una cinta de gimnasio, que produce electricidad sucia en su funcionamiento, aumenta la glucosa en plasma. Estos hallazgos pueden explicar por qué los diabéticos frágiles tienen dificultad para regular el azúcar en la sangre. Basado en estimaciones de personas que sufren de los síntomas de hipersensibilidad eléctrica (3% -35%), tantos como 5-60 millones de diabéticos en todo el mundo pueden verse afectados”.

Con respecto a las exposiciones prenatal y neonatal a los CEM, Sage en el Informe BioInitiative 2012 (56) señaló: "El feto (en el útero) y las exposiciones de la primera infancia a la radiación del teléfono móvil y las tecnologías inalámbricas en general puede ser un factor de riesgo de hiperactividad, trastornos del aprendizaje y problemas de conducta en la escuela". [Y] " que se necesitan medidas de sentido común para limitar tanto la ELF EMF y RF EMF en estas poblaciones, sobre todo con respecto a las exposiciones evitables como incubadoras que se pueden modificar; y donde la educación de la madre embarazada con respecto a los ordenadores portátiles, los teléfonos móviles y otras fuentes de CEM de FEB y RF EMF se instituyen fácilmente".

En una revisión de 2013, Herbert y Sage (251, 252) informaron de notables similitudes entre los fenómenos fisiopatológicos que se encuentra en las condiciones del espectro autista (ASC) y los impactos fisiológicos de ELF MF / RF, tales como estrés oxidante, daño de los radicales libres, membranas que funcionan incorrectamente, disfunción mitocondrial, problemas inflamatorios, interrupción neuropatológica y desregulación electrofisiológica, proteínas de estrés celular y deficiencias de antioxidantes tales como el glutatión ( tripéptido no proteínico constituido por 3 aminoácidos: [cisteína](#), [glutamato](#) y [glicina](#)).

En un estudio durante 6 años, ciertos niveles de hormonas en sangre fueron controlados en voluntarios. El uso del teléfono móvil, así como distancias cercanas a las bases de estaciones de telefonía móvil se asociaron con la disminución de los niveles de testosterona en varones, así como la disminución de ACTH, cortisol, niveles de T3 y T4 en hombres y mujeres (253).

#### DE GRUYTER

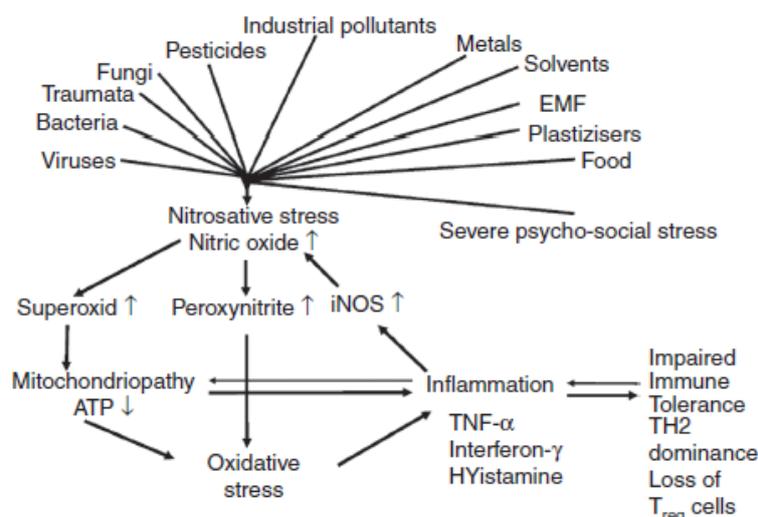


Figure 1: Pathogenesis of inflammation, mitochondriopathy, and nitrosative stress as a result of the exposure to trigger factors (248).

Figura 1: patogénesis de la inflamación, mitocondriopatía, y estrés nitrosativo como resultado de la exposición a factores desencadenantes (248).

## **Recomendaciones para la acción**

EUROPAEM ha elaborado directrices para el diagnóstico diferencial y el tratamiento potencial de problemas de salud relacionados con los CEM- con el objetivo de mejorar/restaurar los resultados de la salud individual y proponer estrategias para la prevención. Estas recomendaciones se describen más adelante.

Estas recomendaciones son preliminares y en buena parte, aunque se relacionan con todo el conjunto de pruebas enraizadas en la experiencia del equipo, puede que no en todos los detalles puedan considerarse estrictamente basadas en la evidencia.

## **Evidencia de estrategias de tratamiento para enfermedades relacionadas con el EMF-incluyendo EHS**

Hay sólo unos pocos estudios que evalúan el enfoque terapéutico de EHS. El interdisciplinario basado en la evaluación y el asesoramiento de EHS en el Proyecto Piloto suizo del Medio Ambiente realizado en 2001 mostró, en una entrevista de evaluación, medio año después del asesoramiento, que el 45% de las personas con EHS se había beneficiado de la realización de determinados consejos, por ejemplo, cambiando el dormitorio (192, 193).

En el estudio de 2005 de un cuestionario suizo de médicos trabajando con herramientas terapéuticas complementarias, dos tercios escogieron reducción de la exposición como un instrumento principal, mientras que las terapéuticas complementarias solamente se eligieron como un suplemento (197).

Desde 2008, la Sociedad Suiza de Médicos para el Medio Ambiente ha desarrollado una pequeña estructura de la medicina de asesoramiento ambiental interdisciplinaria para los pacientes con EHS, que está incrustada en la práctica diaria con un centro de coordinación y una oficina de consulta, así como una red de médicos de medicina general interesados en la medicina ambiental que realizan evaluaciones médicas ambientales y consultas basadas en un protocolo estándar. Si es necesario, debe consultarse a expertos en medio ambiente y se llevar a cabo las inspecciones en el hogar. . El objetivo de las evaluaciones es detectar o descartar enfermedades comunes y analizar el impacto de las presuntas cargas ambientales en las quejas de los pacientes a fin de encontrar enfoques terapéuticos individuales. El instrumento principal de la evaluación es un extenso y psicosocial historial médico con una historia ambiental adicional, incluyendo un cuestionario sistemático y preguntas claves ambientales.

En los primeros años, el proyecto fue científicamente evaluado. En un cuestionario 1 año después del asesoramiento al paciente, el 70% de las personas recomendaron la estructura de asesoramiento interdisciplinaria y 32% de ellos consideran el asesoramiento como útil. Por lo tanto, un modelo basado en tal concepto interdisciplinario, integrado en el concepto del tratamiento completo y continuado del médico de familia, parece ser prometedor para un mejor abordaje terapéutico de EHS, incluyendo también las medidas de accesibilidad dirigidas al entorno real (254).

En Finlandia, la psicoterapia es la terapia recomendada oficialmente para EHS. En un estudio cuestionario de personas con EHS en Finlandia, los síntomas, las fuentes percibidas y tratamientos, la percepción de eficacia médica y tratamientos alternativos complementarios (CAM), en lo que respecta a EHS, se evaluaron mediante preguntas de elección múltiple. De acuerdo con el 76% de los 157 encuestados, la reducción o la

evitación de los CEM ayudó en su total o parcial recuperación. Los mejores tratamientos para EHS fueron dados como efectos ponderados: cambio en la dieta (69,4%), suplementos nutricionales (67,8%), y el aumento de ejercicio físico (61,6%). La recomendación oficial de tratamiento de psicoterapia (2,6%) no fue significativamente útil, o la medicación (-4,2%) incluso perjudicial. La evitación de la radiación electromagnética y los campos eliminaron o redujeron eficazmente los síntomas en personas con EHS (194, 255).

## **La respuesta de los médicos a este desarrollo**

En los casos de problemas de salud inespecíficos (ver cuestionario) para lo cual no se puede encontrar una causa claramente identificable - además de otros factores como los productos químicos, metales no fisiológicos, moldes – la exposición a los CEM debe, en principio, ser tenida en cuenta como una causa potencial o cofactor, especialmente si la persona lo sospecha.

Un enfoque central para una atribución causal de los síntomas es la evaluación de la variación en los problemas de salud dependiendo de la hora y el lugar y la susceptibilidad individual, lo cual es particularmente relevante para causas del medio ambiente como la exposición a los CEM.

En cuanto a los trastornos tales como: la infertilidad masculina, aborto involuntario, la enfermedad de Alzheimer, esclerosis lateral amiotrófica, las fluctuaciones de azúcar en la sangre, la diabetes, el cáncer, hiperactividad, trastornos de aprendizaje y problemas de conducta en la escuela, sería importante considerar una posible relación con la exposición a los CEM. Algunas personas con EHS pueden ser mal diagnosticadas con esclerosis múltiple (MS), ya que muchos de los síntomas son similares. Esto ofrece la oportunidad de influir causalmente el curso de la enfermedad.

## **Cómo proceder si se sospecha que los problemas con la salud están relacionados con EMF (campos electromagnéticos)**

El método recomendado para el diagnóstico y tratamiento pretende ser una ayuda y debe, por supuesto, ser modificado para satisfacer las necesidades de cada caso individual (ver Figura 2).

1. Historial de los problemas de salud y exposición a los CEM
2. Los reconocimientos y hallazgos médicos
3. Medición de la exposición a los CEM
4. Reducción y prevención de la exposición a los CEM
5. Diagnóstico
6. El tratamiento del paciente incluyendo el entorno.

### **1. Historial de problemas de salud y exposición a los CEM**

Con el fin de poner hallazgos posteriores en un contexto más amplio, un historial médico general es necesario. Parte de esta historia debería incluir:

- Trauma eléctrico: choques múltiples, electrocución, alcanzado por un rayo.

- Trauma químico: la exposición a los pesticidas, metales, hidrocarburos clorados (PCB, DDT, etc.)
- Trauma biológico en forma de una gran carga de parásitos, infecciones por hongos, infecciones virales, etc.
- El trauma físico al sistema nervioso central en forma de latigazo cervical, otros accidentes, problemas de columna vertebral.
- Los trastornos autoinmunes.

En los próximos pasos, nos centramos sólo en la salud relacionada con los efectos de los CEM (campos electromagnéticos).

Un cuestionario para desarrollar una historia sistemática de problemas de la salud y exposición a los CEM, compilada por el Grupo de Trabajo EMF de EUROPAEM, está disponible en el anexo de este Guía EMF.

El cuestionario consta de tres secciones:

(A) Lista de síntomas

(B) Variación de los problemas de salud en función del tiempo, la ubicación y las circunstancias

(C) Evaluación de ciertas exposiciones a los CEM que pueden ser evaluadas mediante un cuestionario

La lista de los síntomas en el cuestionario sirve para sistemáticamente cuantificar los problemas de salud, independientemente de sus causas. También incluye preguntas acerca de cuándo los problemas de salud ocurrieron por primera vez. La mayoría de los síntomas relacionados con EMF son no-específicos y caen en el ámbito de los problemas de salud debido a la inadecuada regulación (descompensación), por ejemplo, problemas de dormir, fatiga, agotamiento, falta de energía, inquietud, palpitaciones del corazón, problemas de presión arterial, dolor en los músculos y en las articulaciones, dolores de cabeza, aumento del riesgo de infecciones, depresión, dificultad para concentrarse, trastornos de la coordinación, falta de memoria, ansiedad, urgencia urinaria, anomia (dificultad para encontrar las palabras), mareos, zumbido de oídos, y sensaciones de presión en la cabeza y oídos.

Los problemas de salud pueden variar en severidad desde benignos, síntomas temporales, tales como dolores de cabeza leves o parestesia alrededor de la oreja, por ejemplo cuando se utiliza un teléfono móvil, o síntomas gripales después tal vez de algunas horas de exposición a los CEM de todo el cuerpo, a graves, los síntomas debilitantes que alteran drásticamente la salud física y mental. Hay que destacar que, dependiendo del estado de susceptibilidad individual, los síntomas de EHS a menudo se producen sólo ocasionalmente, pero con el tiempo pueden aumentar en frecuencia y gravedad. Por otro lado, si una exposición perjudicial a los CEM se reduce lo suficiente, el cuerpo tiene la oportunidad de recuperarse y los síntomas de EHS se reducirán o desaparecerán.

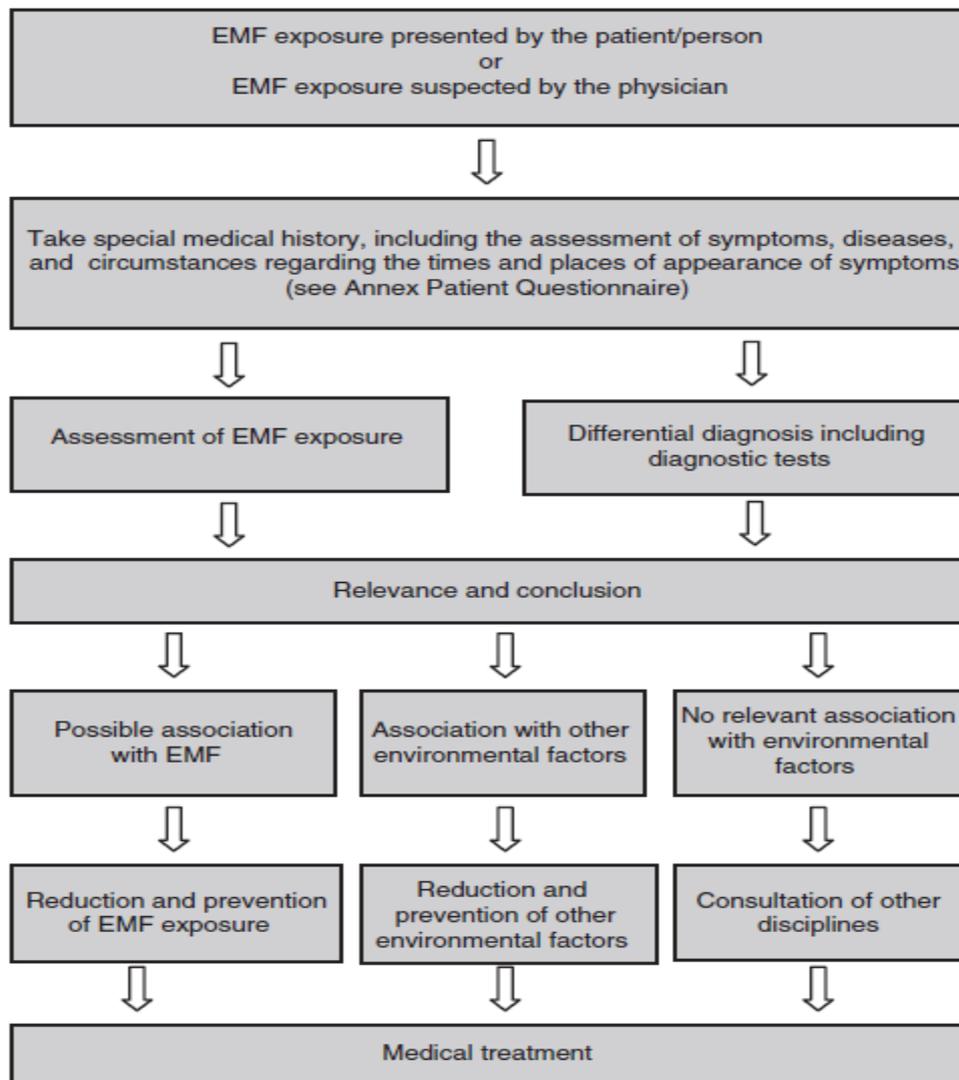


Figure 2: Flowchart for the handling of EMF-related health problems.

Figura 2: Diagrama de flujo para el manejo de problemas de salud relacionados con EMF

### Variación de problemas de salud en función del tiempo, ubicación, y circunstancias

Las respuestas a las preguntas de cuándo y donde los problemas de salud se producen o retroceden, y cuándo y dónde los síntomas aumentan o son particularmente evidentes, proporciona solamente indicaciones. Ellos deben ser interpretados por el investigador (por ejemplo, en cuanto a la correcta atribución entre la ubicación/fuentes de CEM y problemas de salud). Atención especial debe dirigirse a las áreas de dormir, debido a la duración del impacto y al papel vital del sueño para la regeneración.

### Evaluación de determinadas exposiciones a los CEM que pueden ser evaluadas mediante un cuestionario

La evaluación de la exposición a los CEM por lo general comienza con determinadas preguntas sobre las fuentes habituales de CEM. Sin tener en cuenta si el paciente sospecha o no que la exposición a CEM es la causa, estas preguntas se deben utilizar

para evaluar el nivel de exposición existente, al menos como una estimación aproximada. Es importante tener en cuenta que sólo ciertos tipos de exposición a los CEM puede evaluarse por medio de preguntas, tales como el uso de lámparas fluorescentes compactas, teléfonos móviles, y portátiles. La detección de otros tipos de exposición a los CEM, por ejemplo, debido a los emplazamientos de los transmisores de RF o campos eléctricos o magnéticos de líneas de cableado eléctrico, por lo general requiere mediciones. En principio, se deben hacer preguntas para evaluar la exposición a los CEM en el hogar y en el trabajo y cuando se está de vacaciones y así sucesivamente, teniendo en cuenta que el grado de exposición a los CEM pueden variar en diferentes momentos.

## **2. Los reconocimientos y hallazgos médicos**

Todavía no tenemos ningún resultado clínico que sea específico de los campos electromagnéticos, lo que hace que el diagnóstico y el diagnóstico diferencial sea un reto considerable.

Un método que ha demostrado ser útil es utilizar los hallazgos del estrés asociado para el diagnóstico y el seguimiento y evaluarlos de forma sinóptica. Las pruebas diagnósticas básicas deben llevarse a cabo como un primer paso, seguido por mediciones de exposición a los CEM como un segundo paso. El diagnóstico central debe centrarse en la investigación de la producción de óxido nítrico (nitrotirosina), mitocondriopatía (ATP intracelular), estrés oxidativo-peroxidación lipídica (MDA-LDL), la inflamación [TNF-alfa, proteína 10 IFN-gamma-inducible (IP-10), IL-1b, la histamina], y el estado de la melatonina (24 h orina melatonina /creatinina ratio).

A continuación, las pruebas de diagnóstico adicionales pueden ser consideradas. Debido a las diferencias en los rangos normales entre laboratorios y diferentes prácticas en cuanto a las unidades de medida en diferentes países, que no proporcionan niveles a tener en cuenta relevante en EHS. Se recomienda a interpretarlos en su contexto, centrándose no sólo en valores fuera de rango. Por ejemplo, cuando varios parámetros están simultáneamente cerca de la frontera de los rangos normales, esto podría ser instructivo para la formación de una opinión terapéutica o de diagnóstico.

### **Las pruebas funcionales**

#### ***Pruebas diagnósticas básicas***

- La presión arterial y la frecuencia cardíaca (en todos los casos en reposo, la frecuencia cardíaca en la mañana, mientras que está todavía en la cama), incluyendo autocontrol, posiblemente varias veces al día, por ejemplo, en diferentes lugares y con diario del bienestar subjetivo durante una semana.

#### ***Otros exámenes de diagnóstico***

- 24 h monitorización de la presión arterial (ausencia de la noche disminución)
- 24 h ECG (diagnóstico ritmo de corazón)
- Variabilidad de la frecuencia cardíaca de 24 horas (HRV) (diagnóstico del sistema nervioso autónomo)
- La ergometría bajo estrés físico

- EEG del sueño en el hogar

## **Pruebas de laboratorio**

### ***Pruebas diagnósticas básicas***

- Sangre:
  - ACTH
  - Bilirrubina
  - Hemograma y recuento diferencial de la sangre
  - BUN
  - Colesterol, LDL, HDL, triglicéridos
  - Relación de la coenzima Q10 para oxidado CoQ10 / total de CoQ10
  - Quinasas de creatinina (CK-MB, CK-MM)
  - Proteínas de alta sensibilidad C reactiva (PCR-as)
  - Cistatina C (tasa de filtración glomerular)
  - Electrolitos
  - Glucosa en sangre en ayunas
  - Ferritina
  - Glutación S-transferasa (GST)
  - Glutación reducido (GSH)
  - Glutación peroxidasa (GPX)
  - HbA1c
  - Histamina y diaminoxidase (DAO)
  - Proteína IFN-gamma-inducible 10 (IP-10)
  - Interleucina-1 (por ejemplo, IL-1a, IL-1b)
  - ATP intracelular
  - Enzimas hepáticas (por ejemplo, ALT, AST, GGT, LDH, AP)
  - Magnesio (sangre entera)
  - El malondialdehído (MDA) -LDL
  - Nitrotirosina (NTT)
  - Potasio (sangre entera)
  - Prolactina
  - Selenio (sangre entera)
  - Testosterona
  - TSH
  - T3, T4

- Factor de necrosis tumoral alfa (TNFa)
- Vitamina D3
- Zinc (sangre entera)
- Standard de orina
  - Leucocitos, eritrocitos, albúmina, urobilinógeno, pH, bacterias, glucosa, microalbúmina
- En segundo lugar la orina de la mañana
  - Adrenalina
  - Dopamina
  - Noradrenalina
  - Relación de noradrenalina / adrenalina
  - Serotonina
  - Beta-phenylethyleamine (PEA)
- 24 h de orina
  - 6-OH sulfato de melatonina
  - Creatinina
  - 6-OH sulfato de melatonina relación / creatinina
- Saliva
  - Cortisol (8 a.m., 12 a.m., y 8 p.m.)

### ***Exámenes de diagnóstico adicionales***

- Orina
  - Metales (dependiendo de la historia del caso, por ejemplo, el mercurio, cadmio, plomo, arsénico, aluminio)
- Segunda orina de la mañana:
  - Ácido gamma-aminobutírico (GABA)
  - Glutamato
  - Cryptopyrrole
- Saliva
  - Dehidroepiandrosterona DHEA (8 a.m. y 8 p.m.)
  - Alfa-amilasa
- Sangre
  - 8-hydroxydeoxyguanosine (oxidación del ADN)
  - Biotina
  - Perfil de lípidos diferencial
  - Folato
  - Holotranscobolamin

- Homocisteína
- Interferón-gamma (IFN- $\gamma$ )
- Interleucina-10 (IL-10)
- Interleucina-17 (IL-17)
- Interleucina-6 (IL-6)
- Interleucina-8 (IL-8)
- Glutación intracelular (equilibrio redox)
- Lactato, piruvato incl. proporción
- Lipasa
- NF-kappa B
- Vitamina B6 (sangre entera)

## **Pruebas de provocación**

Instalaciones especiales con uso de una variedad de señales, por ejemplo, DECT o exposición Wifi (por ejemplo, 20 a 60 min, dependiendo de la capacidad de regulación individual, la susceptibilidad y respuesta observada)

- Variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) (diagnóstico del sistema nervioso autónomo)
- Microcirculación
- Estrés oxidativo (peroxidación lipídica, malondialdehidooxo-LDL)
- Para los diabéticos, la glucosa plasmática
- Análisis de sangre en vivo (la agregación de glóbulos rojos en la forma de pilas de monedas, la viscosidad sanguínea, la actividad de los macrófagos, lisis de la membrana de glóbulos rojos)
- Para las personas con problemas neurológicos y problemas con la coordinación motora fina o gruesa, un video de ellos de marcha antes y después de la provocación y una fotografía tomada de una muestra de escritura a mano antes y después de la provocación.

## **Susceptibilidad individual**

- Sangre (parámetros genéticos y la función real)
  - Glutación S-transferasa M1 (GSTM1) - desintoxicación
  - Glutación S transferasa T1 (GSTT1) - desintoxicación
  - Superóxido dismutasa 2 (SOD2) - protección de mitocondrias
  - Catecol-O-metiltransferasa (COMT) - control del estrés

# Espectro electromagnético

## Las fuentes naturales y artificiales de los Campos Electromagnéticos.

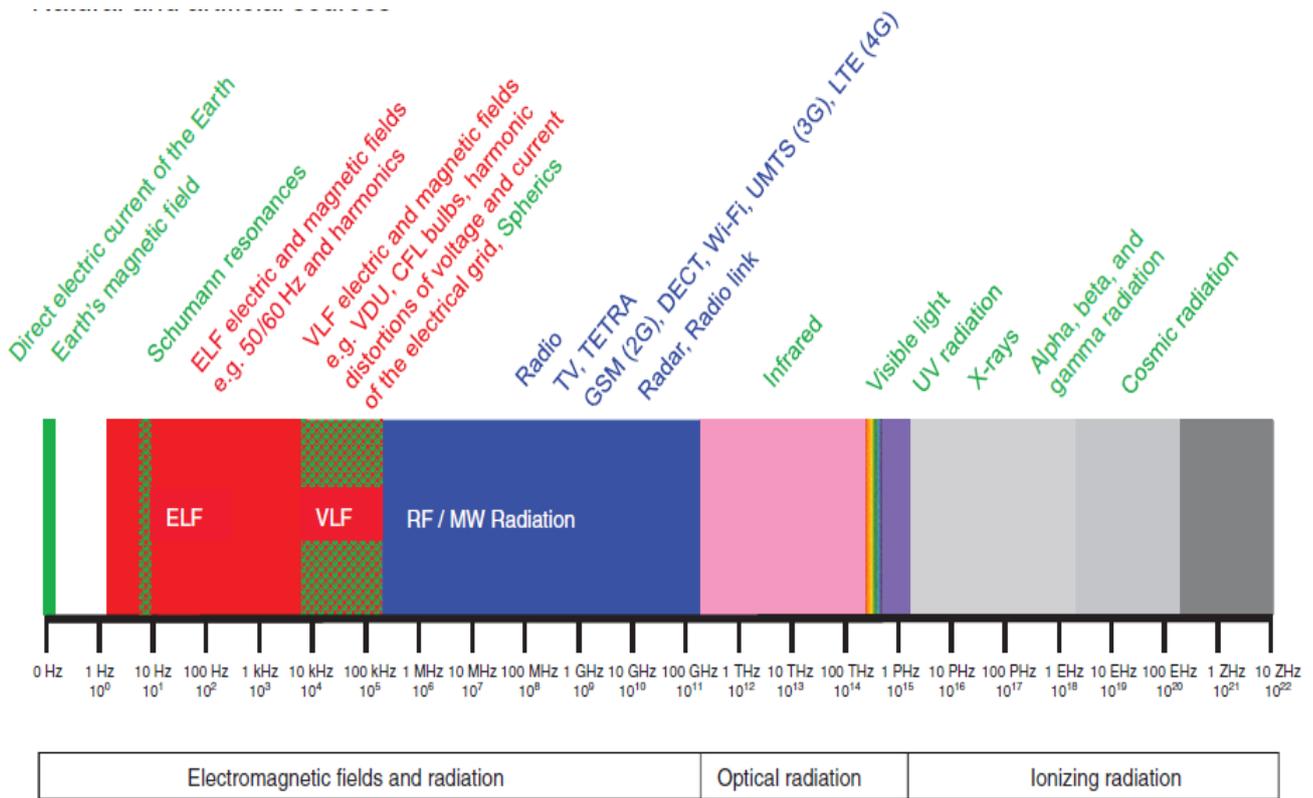


Figure 3: Examples of natural (green) and artificial (red and blue) EMF sources along the electromagnetic spectrum (256).

Figura 3: Ejemplos de origen natural (verde) y artificial (rojo y azul) de fuentes de CEM a lo largo del espectro electromagnético (256).

### 3. Medición de la exposición a los CEM

El desarrollo evolutivo de la especie humana se llevó a cabo bajo la presencia del espectro electromagnético natural (el campo magnético de la Tierra, el campo eléctrico de la Tierra (esféricos) y la resonancia Schumann). Esas influencias han sido parte de nuestra biosfera como el contenido de oxígeno en el el aire o el espectro de la luz visible, y que se han integrado en las funciones biológicas (14).

Ahora, casi todas las partes no ionizantes del espectro electromagnético están llenas de campos electromagnéticos artificiales, fuentes técnicas de EMF, debido a la electrificación y las tecnologías de comunicación (inalámbrica), pero muy rara vez se encuentran en la naturaleza (ver Figura 3). Mediciones de los CEM y/o daños de exposición por lo general no están cubiertos por el seguro obligatorio de enfermedad.

En general, una amplia variedad de tipos de exposición a EMF (Campos estáticos, ELF, VLF, y RF) deben ser considerados.

- Los campos magnéticos ELF (frecuencia extremadamente baja) pueden originarse a partir de, por ejemplo, transformadores 12 V, estaciones transformadoras, las corrientes de la red de cableado eléctrico, tuberías de agua, y otros materiales conductores,

calentadores de infrarrojos, mantas de calentamiento y diferentes tipos de líneas de alta tensión.

- Campos eléctricos ELF pueden originarse a partir de, por ejemplo, cableado eléctrico, lámparas y electrodomésticos.

- Los campos magnéticos VLF, de baja frecuencia (de 3 kHz a 30 kHz), ("energía sucia") y/o campos eléctricos VLF ("electricidad sucia") pueden emitirse a partir de dispositivos electrónicos como: iluminación de bajo consumo, transformadores electrónicos, cocina de inducción, unidades de frecuencia de velocidad variable, interruptores reguladores de intensidad de luz, comunicaciones a través de las líneas eléctricas (PLC) conectado a la red eléctrica. Estos dispositivos utilizan voltaje de la corriente y/o en pulsos cortos que podrían producir armónicos y transitorios VLF en los circuitos eléctricos, materiales de puesta a tierra y el suelo.

- Fuentes típicas de radiación RF incluyen, por ejemplo, teléfonos sin cable (DECT), acceso a Internet inalámbrico (Wi-Fi), los teléfonos móviles y sus estaciones base, antenas de transmisión de radio y televisión, radares (militares, aeropuertos, marinos, y del tiempo), Bluetooth, y los hornos microondas.

En la zona del dormitorio, el punto más importante de la exposición es la cabeza y la región del tronco seguido por todos los demás puntos con exposición crónica o alta.

Las mediciones de los CEM deben ser planeadas y ejecutadas por especialistas probados y experimentados especialmente entrenados y siempre de conformidad con las normas pertinentes, por ejemplo, las VDB, Directrices de la Asociación Alemana de Profesionales de Biología de la Construcción (257). Además de los resultados de la medición, el informe de medición debe incluir también sugerencias sobre cómo reducir en lo posible la exposición a los CEM.

Para aclarar ciertas cuestiones, dosímetros personales con una función de registro de datos están disponibles para medir campos magnéticos ELF y radiación de radiofrecuencia.

Una vez que las mediciones se han encargado por el interesado y llevadas a cabo, los resultados deben ser discutidos con un médico familiarizado con la cuestión de los CEM.

## Valores de referencia de EMF o CEM

En cada caso, los siguientes aspectos deben ser tenidos en cuenta de forma individual en la evaluación de los resultados de la medición de EMF (27, 26):

- La susceptibilidad individual de la persona, que, por ejemplo, puede estar basada en la historia previa de traumatismo (eléctrico, químico, biológico y físico).
- La carga corporal total individual de la persona (por ejemplo, la exposición al ruido, productos químicos como neurotoxinas)
- Duración de la exposición a los CEM
- Exposición a los CEM durante la noche y el día
- La exposición múltiple a diferentes fuentes de CEM
- Intensidad de la señal: watt/m<sup>2</sup> (W/m<sup>2</sup>), Volt/m (V / m), amperios/m (A / m)

- Características de la señal que se han tenido en cuenta de los valores de referencia de EMF - véase el Suplemento 3 (258)

- Frecuencia
- Tiempo de subida ( $\Delta T$ ) de ráfagas, transitorios, etc.
- La frecuencia y la periodicidad de las ráfagas, por ejemplo, ciertas estaciones base GSM (8,3 Hz), redes Wi-Fi (10 Hz), teléfonos inalámbricos DECT (100 Hz)
- Tipo de modulación (modulación frecuencia, modulación de amplitud, modulación de fase).

Independientemente de las recomendaciones ICNIRP para efectos específicos agudos, los siguientes valores de referencia (Tablas 1-3, 5 y 6) se aplican a lugares sensibles con exposición a largo plazo de más de 20 h por semana (259). Se basan en estudios epidemiológicos (9, 10, 27, 221, 260-262), observaciones empíricas y mediciones relevantes en la práctica (258, 263), así como recomendaciones de la Declaración de Seletun (40) y la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa (42). Los valores de referencia propuestos se basan en datos científicos que incluyen un componente preventivo y el objetivo de ayudar a restaurar la salud y el bienestar ya comprometidos de los pacientes. Todos los niveles proporcionados son para intensidades incidentes y exposición de todo el cuerpo.

## Campos magnéticos ELF (frecuencia extremadamente baja) (ELF MF)

### Especificaciones de medición

---

**Rango de frecuencia:** 50/60 Hz red de electricidad, hasta 2 kHz. 16,7 Hz sistemas ferroviarios en Austria, Alemania, Suiza, Suecia, y Noruega, 400 Hz en los aviones.

**Tipo de medida:** inducción magnética o densidad de flujo [T; mT;  $\mu$ T; nT]

**Sonda de campo:** sonda de campo magnética e isotrópica (tres ejes ortogonales)

**Modo de detector:** RMS (media cuadrática) o valor cuadrático medio.

**Volumen de medición:** **Alojamiento:** medidas a corto plazo a través de toda el área de descanso. **Lugar de trabajo:** medidas a corto plazo a través de todo área de trabajo (por ejemplo, la posición de sentado). **Mediciones a largo plazo:** por ejemplo, punto cercano a la cabeza/tronco en la cama o en el lugar de trabajo.

**Período de medición:** Las medidas a corto plazo para identificar fuentes del campo. Mediciones a largo plazo durante el sueño y turno de trabajo.

**Bases para la evaluación:** las mediciones a largo plazo: máximo (MAX) y la media aritmética (AVG).

---

### Valores de referencia de precaución

*En las zonas donde las personas pasan largos períodos de tiempo (> 4hrs. por día), minimizar los niveles de exposición a los campos magnéticos de ELF a lo más bajo*

posible o por debajo de los valores de referencia de precaución especificados a continuación.

**Tabla 1: valores de referencia de precaución para los campos magnéticos ELF.**

**Table 1: Precautionary guidance values for ELF magnetic fields.**

ELF magnetic field	Daytime exposure	Nighttime exposure	Sensitive populations
Arithmetic mean (AVG)	100 nT (1 mG) <sup>1),2),3)</sup>	100 nT (1 mG) <sup>1),2),3)</sup>	30 nT (0.3 mG) <sup>5)</sup>
Maximum (MAX)	1000 nT (10 mG) <sup>2),4)</sup>	1000 nT (10 mG) <sup>2),4)</sup>	300 nT (3 mG) <sup>5)</sup>

Based on: <sup>1)</sup>BIoInitiative (9, 10); <sup>2)</sup>Oberfeld (262); <sup>3)</sup>Seletun Statement (40), <sup>4)</sup>NISV (264); <sup>5)</sup>Precautionary approach by a factor of 3 (field strength). See also IARC 2002 (30), Blank and Goodman (17), and TCO Development (265).

#### **Directrices de evaluación específicas para las áreas de dormir**

*Las frecuencias más altas que las de la red eléctrica a 50/60 Hz y armónicos distintos deben ser evaluados de manera más crítica. Véanse también los valores de referencia de precaución para el rango de frecuencia VLF más adelante. Si es aplicable, corriente de redes eléctricas (50/60 Hz) y corriente de potencia (16.7 Hz) deben evaluarse por separado, pero añadir (promedio al cuadrado). Las mediciones a largo plazo deben llevarse a cabo especialmente durante la noche, pero al menos, durante 24 h.*

#### **Campos eléctricos ELF (frecuencia extremadamente baja) (ELF EF)**

##### **Especificaciones de medición**

**Rango de frecuencia:** 50/60 Hz red de electricidad, hasta 2 kHz. 16,7 Hz sistemas ferroviarios en Austria, Alemania, Suiza, Suecia, y Noruega.

**Tipo de medida:** Campo eléctrico [V/m] sin referencia de tierra (libre de potencial).

**Sonda de campo:** sonda de campo eléctrico isotrópica (tres ejes ortogonales).

**Modo de detector:** RMS (media cuadrática).

**Volumen de medición: Alojamiento:** Nueve puntos a través del área de dormir. **Lugar de trabajo:** En toda la zona de trabajo (por ejemplo, la posición sentado tres o seis puntos).

**Período de medición:** mediciones puntuales para evaluar la exposición así como para identificar las fuentes del campo. Dado que los niveles de exposición a campos eléctricos en el rango de frecuencias ELF por lo general no cambian, no se necesitan mediciones a largo plazo.

**Bases para la evaluación:** mediciones puntuales (máxima) para puntos relevantes de exposición

---

## Valores de referencia de precaución

*En las zonas donde las personas pasan largos períodos de tiempo (> 4 por día), minimizar los niveles de exposición a los campos eléctricos de ELF a lo más bajo posible o por debajo de los valores de referencia de precaución especificados a continuación.*

**Tabla 2: valores de referencia de precaución para los campos eléctricos ELF.**

**Table 2: Precautionary guidance values for ELF electric fields.**

ELF electric field	Daytime exposure	Nighttime exposure	Sensitive populations
Maximum (MAX)	10 V/m <sup>1), 2)</sup>	1 V/m <sup>2)</sup>	0.3 V/m <sup>3)</sup>

Based on: <sup>1)</sup>NCRP Draft Recommendations on EMF Exposure Guidelines: Option 2, 1995 (261); <sup>2)</sup>Oberfeld (262); <sup>3)</sup>Precautionary approach by a factor of 3 (field strength). See also TCO Development (265).

## Directrices de evaluación específicas para las áreas de dormir

*Las frecuencias más altas que las de la red eléctrica a 50/60 Hz y armónicos distintos deben ser evaluados de manera más crítica. Ver también los valores de referencia de precaución para el rango de frecuencia VLF más adelante.*

## Radiación de radiofrecuencia (RF)

### Especificaciones de medición

---

**Rango de frecuencia:** antenas de transmisión de radio y televisión, estaciones base de teléfono móvil, por ejemplo TETRA (400 MHz), GSM (900 y 1800 MHz), UMTS (2100 MHz), LTE (800, 900, 1800, 2500 a 2700 MHz), estaciones base de telefonía sin cable, por ejemplo DECT (1900), los puntos de acceso Wi-Fi y clientes (2450 y 5600 MHz), WiMAX (3400-3600 MHz). Las frecuencias en MHz se refieren a las redes europeas.

**Tipo de medida:** Por lo general, el campo eléctrico [V/m] -> densidad calculada de potencia [W / m<sup>2</sup>; mW / m<sup>2</sup>; μW / m<sup>2</sup>]; para conversión de unidades véase la Tabla 4.

**Sonda de campo:** isotrópica, antena periódico-logarítmica o bicónica.

**Modo de detector:** detector de pico con retención de máximos

**Volumen de medición:** Punto de la exposición en la cama y en el lugar de trabajo.

**Período de medición:** Normalmente mediciones a corto plazo para identificar fuentes de campo RF (por ejemplo, análisis de acústica) y lecturas pico.

**Bases para la evaluación:** mediciones puntuales de frecuencia específica o banda específica (detector de pico con fijación de máxima) de las señales comunes en puntos relevantes de exposición (por ejemplo, con analizador de espectro o por lo menos con medidor de RF de banda específica).

---

## Valores de referencia de precaución para fuentes de RF seleccionadas

*En las zonas donde las personas pasan largos períodos de tiempo (> 4 h por día), minimizar la exposición a la radiación de radiofrecuencia a niveles tan bajos como sea posible o por debajo de los de referencia de precaución especificados a continuación. Las frecuencias a medir se deben adaptar a cada caso individual. Los valores de referencia específicos toman en cuenta las características de la señal de tiempo de subida ( $\Delta T$ ) y el "impulso" periódico de ELF (258). Nota: señales rectangulares muestran tiempos de subida cortos y consisten en un amplio espectro de frecuencias. La densidad de corriente inducida en el cuerpo humano aumenta con frecuencia creciente en una relación aproximadamente lineal (266).*

Tabla 3: Valores de referencia de precaución para la radiación de radiofrecuencia.

**Table 3: Precautionary guidance values for radio-frequency radiation.**

RF source Max Peak/ Peak Hold	Daytime exposure	Nighttime exposure	Sensitive populations <sup>1)</sup>
Radio broadcast (FM)	10,000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
TETRA	1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
DVBT	1000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
GSM (2G) 900/1800 MHz	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
DECT (cordless phone)	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
UMTS (3G)	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
LTE (4G)	100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
GPRS (2.5G) with PTCCH* (8.33 Hz pulsing)	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	0.1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
DAB+ (10.4 Hz pulsing)	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	0.1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$
Wi-Fi 2.4/5.6 GHz (10 Hz pulsing)	10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$	0.1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$

\*PTCCH, packet timing advance control channel.

Based on: BioInitiative (9, 10); Kundl and Hutter (260); Leitfaden Senderbau (221); PACE (42); Seletun Statement (40). <sup>1)</sup>Precautionary approach by a factor of 3 (field strength)= a factor of 10 (power density). See also IARC 2013 (24) and Margaritis et al. (267).

**Table 4: Conversion of radio-frequency radiation measurement units.**

Conversion of RF Measurement units	$\text{mW}/\text{m}^2$	10	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
	$\mu\text{W}/\text{m}^2$	10,000	1000	100	10	1	0.1
	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	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

## Los campos magnéticos en el rango VLF (VLF MF)

### Especificaciones de medición

**Rango de frecuencia:** 3 kHz-3 MHz. mediciones específicas de frecuencia (medidor de EMF/Analizador de espectro), por ejemplo, "Energía sucia" comunicación por línea eléctrica (PLC), transmisores de identificación por radiofrecuencia (RFID), lámparas fluorescentes compactas (CFL).

**Tipo de medida:** Campo magnético [A / m] -> inducción magnética calculada [T; mT;  $\mu\text{T}$ ; nT]

**Sonda de campo:** sonda de campo magnético isotrópica o anisotrópica.

**Modo de detector:** RMS (media cuadrática). Calculada para cada una de las bandas de frecuencia.

**Volumen de medición:** Punto de la exposición en la cama y en el lugar de trabajo

**Período de medición:** medidas a corto plazo para identificar fuentes de campo. Mediciones a largo plazo durante el sueño y el turno de trabajo.

**Bases para la evaluación:** mediciones a largo plazo: detector RMS, media aritmética y la máxima en los puntos relevantes de la exposición

**Nota:** Si se detecta una exposición elevada, analizadores de calidad de energía y el osciloscopio se puede utilizar en el cableado actual para rastrear la fuente de la energía sucia.

---

## Valores de referencia de precaución

*En las zonas donde las personas pasan largos períodos de tiempo (> 4 h por día), minimizar la exposición a campos magnéticos VLF a niveles lo más bajo posible o por debajo de los de precaución. Valores especificados a continuación.*

**Tabla 5:** Valores de referencia de precaución para los campos magnéticos VLF.

**Table 5:** Precautionary guidance values for VLF magnetic fields.

VLF magnetic field	Daytime exposure	Nighttime exposure	Sensitive populations
Arithmetic mean (AVG)	1 nT (0.01 mG) <sup>1)</sup>	1 nT (0.01 mG) <sup>1)</sup>	0.3 nT (0.003 mG) <sup>2)</sup>
Maximum (MAX)	10 nT (0.1 mG) <sup>1)</sup>	10 nT (0.1 mG) <sup>1)</sup>	3 nT (0.03 mG) <sup>2)</sup>

**Basado en:** 1) La densidad de corriente inducida en el cuerpo humano aumenta con el aumento de frecuencia en una relación aproximadamente lineal (266). Por lo tanto, el valor de referencia del campo magnético en el rango de frecuencia VLF debe ser inferior a la del campo magnético de 50/60 Hz, por ejemplo, para 100 nT RMS / 100 = 1 nT. Para la base de 100 nT (media) y 1 µT (max), ver la sección campos magnéticos ELF. 2) Aproximación de precaución por un factor de 3 (intensidad de campo). Ver También TCO Development (265).

## Campos eléctricos en el rango de VLF (VLF EF)

Especificaciones de medición

---

**Rango de frecuencia:** 3 kHz-3 MHz. mediciones específicas de frecuencia (Medidor de EMF/Analizador de espectro), por ejemplo, "Electricidad sucia", línea eléctrica de comunicación (PLC), transmisores de identificación por radiofrecuencia (RFID), lámparas fluorescentes compactas (CFL).

**Tipo de medida:** Campo eléctrico [V / m].

**Sonda de campo:** isotrópica, bicónica, sonda de campo eléctrica periódico-logarítmica.

**Modo de detector:** RMS media aritmética.

**Volumen de medición:** Punto de la exposición en la cama y en el lugar de trabajo.

**Período de medición:** Las medidas a corto plazo para identificar fuentes del campo. Mediciones a largo plazo durante el sueño y el turno de trabajo.

**Bases para la evaluación:** las mediciones a largo plazo: media aritmética en los puntos relevantes de la exposición.

**Nota:** Si se detecta una exposición elevada, los analizadores de calidad de la energía y los osciloscopios se pueden utilizar en el cableado actual para rastrear fuente de energía sucia.

---

## Valores de referencia de precaución

*En las zonas donde las personas pasan largos periodos de tiempo (> 4 h por día), minimizar la exposición a campos eléctricos VLF a niveles tan bajos como sea posible o por debajo de los valores de precaución especificados a continuación.*

**Tabla 6:** valores de referencia de precaución para campos eléctricos VLF.

**Table 6: Precautionary guidance values for VLF electric fields.**

VLF electric field	Daytime exposure	Nighttime exposure	Sensitive populations
Arithmetic mean (AVG)	0.1 V/m <sup>1)</sup>	0.01 V/m <sup>1)</sup>	0.003 V/m <sup>2)</sup>

Basado en: **1)** La densidad de corriente inducida en el cuerpo humano aumenta con el aumento de frecuencia en una relación lineal aproximadamente (266). Por lo tanto, el valor de referencia del campo eléctrico en el rango de frecuencia VLF debe ser inferior a la del campo eléctrico de 50/60 Hz, por ejemplo, para 10 V / m / 100 = 0,1 V / m. Por la razón de ser de 10 V / m y 1 V / m, véase la sección campos eléctricos ELF. **2)** Aproximación de precaución en un factor de 3 (intensidad de campo). Ver también TCO Development (265).

## 4. Reducción y Prevención de la exposición a los CEM

Prevenir o reducir la exposición a los CEM después de consultar a un especialista en pruebas es ventajoso por varias razones:

- (A) Para prevenir y reducir los riesgos para la salud individual y pública,
- (B) Identificar cualquier enlace con los problemas de salud,
- (C) Para tratar las causas de los problemas de salud relacionados con el EMF.

Existen numerosas causas potenciales de la exposición relevante a los CEM y esta Guía sólo da algunos ejemplos. Más información se puede encontrar, por ejemplo, en el documento "Opciones para minimizar la Exposición a Campo Estáticos EMF / RF / en entornos de oficina "(268) y "Elektrosmog im Alltag" (269). Para obtener información detallada sobre la física, propiedades, y medición de campos electromagnéticos, ver Virnich (270); respecto a la reducción de la radiación de radiofrecuencia (RF) en hogares y oficinas, ver Pauli y Moldan (271).

En la mayoría de los casos, será necesario consultar a un experto (Por ejemplo un Ingeniero/consultor cualificado en EMF/RF) y/o un electricista que aconsejará a la persona sobre las medidas que podrían tomar para reducir la exposición a CEM.

### La reducción de la exposición a CEM - primer paso.

Como primer paso, se dan recomendaciones (también como medidas preventivas) para eliminar o reducir las típicas exposiciones a EMF, las cuales pueden ayudar a aliviar los problemas de salud dentro de días o semanas. Se sugieren las acciones siguientes:

### Prevención de la exposición a la radiación de radiofrecuencia (RF)

- Realizar llamadas cortas con el teléfono móvil/teléfono inteligente y teléfono inalámbrico; utilizar la función de manos libres o un equipo de manos libres.
- Evitar llevar el teléfono / teléfono inteligente móvil cerca el cuerpo.
- Desactivar todas las aplicaciones de teléfonos móviles inalámbricos no esenciales, que causan exposición periódica a la radiación.
- Mantener los teléfonos móviles/smartphones en "modo avión", siempre que sea posible o desactivar los datos móviles, Wi-Fi, Bluetooth y la comunicación de proximidad (NFC) en los ajustes de teléfonos inteligentes.
- Desconectar (desenchufar) el suministro de energía de todas las estaciones base DECT de teléfonos inalámbricos. El llamado "modo ECO" o "cero emisiones" de teléfonos DECT son sólo recomendados condicionalmente debido a que la exposición en el auricular aún está presente. Se recomienda un teléfono con cable "tradicional" en su lugar.
- Desconectar (desenchufar) el suministro de energía a todos los punto de acceso Wi-Fi o routers Wi-Fi. Muchos routers LAN vienen ahora equipados con Wi-Fi adicional. Llame al

proveedor del router LAN para pedir que ponga el Wi-Fi desactivado. Por lo general, también es posible hacerlo en línea siguiendo las instrucciones del proveedor.

- En el caso de las fuentes de radiación de RF externas, las habitaciones – especialmente dormitorios - deben ser elegidos mirando de espaldas a la fuente.
- Evitar la comunicación a través de la línea eléctrica para el acceso a Internet (DLAN) y en su lugar utilizar un cable Ethernet (LAN).
- Evitar la exposición a la radiación de radiofrecuencia (por ejemplo, dispositivos **inalámbricos** como, de entretenimiento para el hogar, auriculares, monitores de bebés, juegos de ordenador, impresoras, teclados, ratón, sistemas de vigilancia en el hogar) en el hogar, en las oficinas y en los coches.
- Evitar la exposición a la iluminación de bajo consumo (lámparas fluorescentes compactas, así como algunos LEDs que generan campos transitorios de alta frecuencia). Estos tipos de lámparas pueden ser sustituidas con lámparas incandescentes halógenas hasta que lámparas energéticamente eficientes de buena calidad de iluminación estén disponibles comercialmente.

### **Prevención de la exposición a campos eléctricos y magnéticos ELF (frecuencia extremadamente baja)**

- Mover la cama o mesa lejos del cableado de las paredes y de los cables de alimentación. Se recomienda una distancia mínima de 30 cm (1 pie) de la pared.
- Dado que los campos magnéticos pueden atravesar paredes, asegúrese de que no existen fuentes magnéticas inmediatamente por debajo o por encima de una cama o en una habitación adyacente.
- Otra acción complementaria sencilla es desconectar la fuente de alimentación a la habitación (apagar el interruptor del circuito o fusible) durante la noche mientras se duerme; probarlo durante una fase de prueba de, por ejemplo, 2 semanas. En general, esta medida no siempre tiene éxito porque los circuitos de habitaciones adyacentes contribuyen a los niveles de campo eléctrico. Las mediciones de campos eléctricos ELF son requeridas para saber exactamente qué interruptores del circuito es necesario desconectar. Deben ser sopesados los beneficios frente al riesgo potencial de accidentes; Por lo tanto, se recomienda el uso de una linterna en la fase de prueba.
- Desconectar el suministro de energía eléctrica a todos los no circuitos no esenciales, posiblemente en todo el apartamento o casa.

(Nota Importante. Véase la nota anterior).

- Evitar el uso de una manta eléctrica durante el sueño; no solo apagarla, sino también desconectarla.
- Evitar exposiciones prolongadas cerca de funcionamiento de motores eléctricos
- . Como primer paso, mantener una distancia mínima de 1,5 m (5 pies). Como segundo paso, establecer una distancia de seguridad sobre la base de mediciones del campo magnético.

## **Prevención de la exposición a campos magnéticos estáticos /eléctricos estáticos**

- Dormir en una cama con colchón sin metal.
- Evitar dormir cerca de materiales de hierro (radiador, acero, etc.)
- El uso de ropa sintética y, por ejemplo, zapatos de suela de goma y no estar regularmente en contacto con la tierra puede dar lugar a la acumulación de electricidad estática. Prendas de vestir de algodón y zapatos de suela de cuero ayudarán a evitar la electricidad estática.

## **Reducción de la exposición a CEM – segundo paso**

Como segundo paso, deben llevarse a cabo mediciones de los CEM y medidas de mitigación. Ejemplos típicos son:

- Medir el campo eléctrico ELF en la residencia. Con base en los resultados de la medición, instalación de interruptores de demanda automáticos en aquellos circuitos que aumentan la exposición.
- Medir el campo eléctrico ELF en todos los lugares que se usan durante períodos prolongados en el hogar y en el trabajo. Si es necesario, elija un cable eléctrico blindado y un accesorio (de metal) para poner a tierra las lámparas utilizadas cerca del cuerpo. Especialmente en la construcción con materiales ligeros (madera, placa de yeso), el cableado eléctrico sin toma de tierra (cable de dos hilos) podría tener que ser reemplazado por cableado eléctrico conectado a tierra o el cableado eléctrico blindado.

En casos especiales, pueden tener que ser instalados en todo el edificio cableado blindado y enchufes apantallados.

- Medir el campo magnético ELF cerca de la cama, por ejemplo, durante 24 h. Si se detectan corrientes netas, el cableado eléctrico y el sistema de puesta a tierra del edificio deben ser corregidos para reducir los campos magnéticos.
- Instalar un dispositivo de corriente residual (RCD) o interruptor del circuito de fallo a tierra (GFCI) para evitar descargas eléctricas (medida de seguridad).
- Medir la radiación de radiofrecuencia y mitigar los niveles altos de exposición mediante la instalación de ciertos materiales de blindaje a RF para paredes, ventanas, puertas, techos y pisos afectados. Por ejemplo, en un entorno de múltiples unidades residenciales (comunidades de vecinos o apartamentos en edificios altos, chalets adosados), la proximidad de los vecinos puede contribuir a la exposición en el hogar.
- Medir la electricidad sucia/energía sucia (eléctrica y de los campos magnéticos en el rango de frecuencias VLF) e identificar las fuentes con el fin de eliminarlas. Si esto no es posible, se pueden utilizar filtros de potencia apropiados acordes con la la fuente.

## **5. Diagnóstico**

Tendremos que distinguir entre EHS (Hipersensibilidad Electromagnética) y otros problemas de salud relacionados con los EMF, como ciertos tipos de cáncer, enfermedad de Alzheimer, ALS, la infertilidad masculina, etc., que podrían haber sido inducidos, promovidos o agravados por la exposición a los CEM. Una investigación sobre EHS y

otros problemas de salud relacionados con el EMF- se basará, en gran medida, en un historial completo de casos, centrándose, en particular, en las correlaciones entre los problemas de salud y tiempo, lugar y circunstancias de exposición a los CEM, así como la progresión de los síntomas a lo largo del tiempo y la susceptibilidad individual. Además, las mediciones de la exposición a los CEM y los resultados de otra u otras pruebas de diagnóstico (pruebas de laboratorio, sistema cardiovascular) servirán para apoyar el diagnóstico. Por otra parte, el resto de causas potenciales deben excluirse en la medida de lo posible.

En el año 2000, el Consejo de Ministros Nórdicos (Finlandia, Suecia y Noruega) ha aprobado el siguiente Código inespecífico CIE-10, Clasificación Internacional de Enfermedades, de EHS: Capítulo XVIII, síntomas, indicios y hallazgos anormales clínicos y de laboratorio, no clasificados en otra parte, código R68.8 "Otros síntomas generales especificados e indicios" (Adaptación CIE-10 Nórdica, 2000) (272).

En cuanto a la actual Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), CIE-10 de la OMS de 2015, recomendamos en este momento:

(A) Hipersensibilidad Electromagnética (EHS): utilizar los códigos de diagnóstico existentes para los diferentes síntomas más el código "R68.8 Otros síntomas generales especificados y los indicios" más el código Z58.4 "Exposición a la radiación" y / o Z57.1 "Exposición ocupacional a la radiación."

(B) Problemas de salud relacionados con los CEM-(excepto EHS): utilizar los códigos de diagnóstico existentes para las diferentes enfermedades/síntomas, más el código Z58.4 "Exposición a la radiación" y/o Z57.1 "Exposición ocupacional a la radiación."

En cuanto a la próxima actualización de la CIE, que se publicará en 2018 (CIE-11 OMS), se recomienda:

(A) Crear códigos de la CIE para todas las enfermedades multisistémicas crónicas (CMI) inducidas por el ambiente como sensibilidad química múltiple (MCS), el síndrome de fatiga crónica (SFC), fibromialgia (FM), y la hipersensibilidad electromagnética (EHS) sobre la base de su descripción clínica y patológica (187, 192).

(B) Ampliar el capítulo XIX, Lesiones, envenenamientos y otras consecuencias de causas externas (T66-T78), incluir/distinguir los efectos de los campos electromagnéticos (campo magnético estático, campo eléctrico estático, campo magnético ELF, campo eléctrico ELF, campo magnético VLF, campo eléctrico VLF, la radiación de radiofrecuencia), radiación infrarroja, luz visible, radiación UV y la radiación ionizante.

(C) Para ampliar el capítulo XXI, factores que influyen en la salud, situación y contacto con los Servicios de Salud (Z00-Z99), incluir/distinguir los efectos de los campos electromagnéticos (campo magnético estático, campo eléctrico estático, campo magnético ELF, campo eléctrico ELF, campo magnético VLF, campo eléctrico VLF, la radiación de radiofrecuencia), radiación infrarroja, luz visible, radiación UV y la radiación ionizante.

## **6. Tratamiento del paciente incluyendo el entorno**

El primordial método de tratamiento debe centrarse principalmente en la prevención o reducción de la exposición a los CEM, es decir, reduciendo o eliminando todas las fuentes de campos electromagnéticos en el hogar y en el lugar de trabajo. La reducción de la exposición a los CEM debe ser también extendida a las escuelas, hospitales, transporte público, lugares públicos como bibliotecas, etc., a fin de permitir a las personas con EHS

un uso sin trabas (medida de la accesibilidad). Muchos ejemplos han demostrado que tales medidas pueden resultar eficaces. En lo que respecta a la carga corporal total también deben ser consideradas otras influencias ambientales.

Junto a la reducción de la CEM, otras medidas pueden y deben ser consideradas. Estas incluyen una homeostasis equilibrada con el fin de aumentar la "resistencia" a los CEM. Hay una evidencia creciente de que el efecto principal de EMF en los seres humanos es la reducción de su capacidad de regulación oxidativa y la nitrosativa. Esta hipótesis también explica observaciones de cambio de la sensibilidad a los CEM y el gran número de los síntomas Informados en el contexto de la exposición a los CEM. Basado en los conocimientos disponibles en la actualidad se considera útil recomendar un tratamiento de aproximación, como los que están ganando terreno para enfermedades multisistémicas, que tiene por objeto reducir al mínimo efectos adversos del peroxinitrito. Las medidas que mejoran el sistema inmunológico y reducen el estrés en combinación con la desintoxicación promoverán la recuperación de EHS.

Hay que resaltar, que la psicoterapia tiene el mismo significado que en otras enfermedades. Los productos que se ofrecen en forma de placas y similares para "neutralizar" o "armonizar" la contaminación electromagnética deben evaluarse con gran restricción. El estrés psicológico generado por la falta de comprensión o apoyo de familiares, amigos y médicos puede exacerbar los síntomas de EHS como puede acentuarse con la exposición. Para la recuperación rápida, los tratamientos necesitan aplicarse al cuerpo, a la mente y al espíritu de la persona.

En resumen, el tratamiento y medidas de accesibilidad siguientes parecen ser ventajosas, dependiendo del caso de la persona:

## Reducción de la exposición a los CEM

Esto debe incluir todos los tipos de exposiciones a EMF relevantes para la persona, especialmente durante el sueño y en el trabajo – véase el Capítulo "Reducción de la exposición a campos electromagnéticos". Para más información, véase, por ejemplo, "opciones para minimizar EMF/RF / Exposiciones a Campo Estático en el Ambiente de la Oficina" (268) y "Elektrosmog im Alltag "(269).

## Tratamientos de medicina ambiental

Hasta ahora, no se ha establecido un tratamiento específico para EHS. En los párrafos siguientes se dan recomendaciones basadas en la experiencia combinada del equipo. Dichas recomendaciones pueden considerarse ya sea como un intento de restaurar la plena capacidad reguladora de los pacientes, como consejos generales para una vida saludable (que podría y debería adaptarse a la cultura y la situación individual del paciente), o como un enfoque más específico para abordar los problemas propios de los individuos con EHS de acuerdo con la experiencia del equipo.

Serían necesarios ensayos clínicos controlados para evaluar el tratamiento y las medidas de accesibilidad óptimos. Los datos reales indican que los déficits funcionales, que pueden ser encontrados en pacientes con EHS, se corresponden con los que podemos encontrar en CMI como MCS, SFC y FM. El objetivo de la terapia es la regulación de la disfunción fisiológica detectada por los pasos de diagnóstico (véase el Capítulo 2 "Examen y Hallazgos "). El objetivo terapéutico principal incluye tanto procedimientos generales y adyuvantes como tratamientos específicos. Estos últimos son un reto y necesitan conocimientos especiales y experiencia en tratamientos clínicos de medicina ambiental. Los principales objetivos terapéuticos incluyen:

## **- Control de la carga corporal total**

Además de la reducción de la exposición a los CEM, se recomienda la reducción de la carga corporal total de diversos contaminantes ambientales (en el hogar, lugar de trabajo, escuela, ocio), aditivos alimentarios y productos dentales.

## **- Reducción de la oxidación y / o el estrés nitrosativa**

Las especies de oxígeno reactivas (ROS) y las especies de nitrógeno reactivo (RNS) son radicales libres producidos naturalmente en las células. Los quelantes/eliminadores de radicales libres garantizan el equilibrio entre la producción de radicales libres y la tasa de su eliminación. Muchos compuestos biológicamente importantes con función antioxidante (AO) se han identificado como eliminadores endógenos y exógenos. Entre la AO endógena, distinguimos entre la AO enzimática (catalasa, glutatión peroxidasa, glutatión reductasa, superóxido dismutasa) y la AO no enzimática [bilirrubina, ferritina, la melatonina, el glutatión, metalotionina, N-acetil cisteína (NAC), NADH, NADPH, tiorredoxina, 1.4, -bezoquinone, ubiquinona, ácido úrico]. Estas interactúan con la dieta exógena y/o con los AO sintéticos (carotenoides, retinoides, flavonoides, polifenoles, glutatión, ácido ascórbico, tocoferoles). La compleja regulación y el uso de estas sustancias es el desafío de la terapéutica (232, 273).

## **- Regulación de la disfunción intestinal**

Los quelantes/eliminadores endógenos y exógenos actúan de forma sinérgica para mantener la redox (oxidación-reducción) de la homeostasis (tendencia del cuerpo a mantener el equilibrio interno). Por lo tanto, antioxidantes dietéticos o naturales juegan un papel importante para estabilizar esta interacción.

El tratamiento de un intestino permeable, intolerancia a los alimentos, y alergia a los alimentos es un requisito previo para mantener la redox de la homeostasis (274) y también requiere conocimientos especiales y experiencia.

## **- Optimización de la nutrición**

Los alimentos bioactivos son la principal fuente de componentes antioxidantes tales como: la vitamina C, la vitamina E, NAC, carotenoides, CoQ10, ácido alfa-lipoico, el licopeno, el selenio, y los flavonoides (275, 276). Por ejemplo, la regeneración de vitamina E por el glutatión o vitamina C se necesita para prevenir la peroxidación lipídica. Los antioxidantes de la dieta sólo pueden tener efectos beneficiosos sobre el sistema redox si están presentes en unos niveles de concentración suficiente (273). El ácido alfa-lipoico actúa directa e indirectamente como un agente de barrido de radicales libres, incluyendo: oxígeno singulete, superóxido, radicales peroxilo, y los radicales de descomposición del peroxinitrito (232). Se ha demostrado que el número de electrones libres en los micronutrientes determina cuanto de efectivos son. En alimentos orgánicos, el número de electrones libres es mayor que en los alimentos producidos convencionalmente (277). Especialmente en el caso de intolerancia a los alimentos, es necesaria la sustitución adaptada de micronutrientes en forma de suplementos.

## **- Control de la inflamación (silenciosa)**

Los niveles elevados de óxido nítrico y la reacción con superóxido siempre conducen a niveles elevados de peroxinitrato, que inducen niveles de ROS como no lo hace ninguna

otra sustancia (NO/ONOO- ciclo). Como resultado, el factor nuclear kB (NF-kB) se activa, induciendo: citocinas inflamatorias tales como el factor  $\alpha$  de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ), Interleucina-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ), interleucina-6 (IL-6), interleucina 8 (IL-8), y el interferón gamma (IFN- $\gamma$ ) y activando diversos NO sintetas (232). Los Tocoferoles (278, 279), carotenoides a niveles de concentración bajos (280), vitamina C (281, 282), NAC (283), la curcumina (284), el resveratrol (285, 286), flavonoides (287) han demostrado interrumpir esta cascada inflamatoria en varios puntos.

### **- Normalización de la función mitocondrial**

La función mitocondrial puede ser perturbada de dos maneras. En primer lugar: la gran cantidad de radicales libres puede bloquear la producción de trifosfato de adenosina (ATP), lo que conduce a dolor muscular y fatiga. Segundo: en el caso de inflamación (latente) silenciosa, la demanda de más energía se eleva al 25% (236), causando un alto consumo de ATP. En este caso, NADH, L-carnitina, y CoQ10 es esencial para la síntesis de ATP.

Debido a la falta de ATP, la regulación del estrés de las catecolaminas, especialmente norepinefrina (NE), se reduce porque el catabolismo de NE por la S-adenosilmetionina es ATP dependiente (288-290). Además, la regulación del estrés tiene una alta demanda de ácido fólico, vitamina B6 y metilcobalamina. Los polimorfismos genéticos de la COMT y MTHFR influyen en la necesidad individual de las sustancias (244, 291).

### **- La desintoxicación**

En los seres humanos, la acumulación de toxinas ambientales tiene un perfil individual de muchos diferentes productos químicos orgánicos e inorgánicos y, que constituyen la carga total del cuerpo (292).

Entre las sustancias inorgánicas, los metales y sus sales juegan el papel dominante y podrían ser de importancia en pacientes con EHS. El mercurio elemental (Hg<sup>0</sup>) y otros metales pesados como el plomo (Pb) se acumulan en el cerebro (293), especialmente a exposición crónica de dosis bajas. Ellos pueden tener efectos tóxicos y pueden inducir diversas reacciones inmunes (294, 295). Dado que generalmente no existe una sustancia activa específica para la desintoxicación de productos químicos, hay dos grupos de sustancias con efectos más específicos que se pueden utilizar para la desintoxicación de metales:

1. Las sustancias con efectos fisiológicos no específicos: glutatión, NAC, ácido alfa-lipoico, vitamina C, y selenio.
2. Los agentes quelantes para la desintoxicación de metales (296 a 298): los agentes quelantes más importantes son: tiosulfato de sodio 10%, DMPS (ácido 2,3-dimercapto-1-propanosulfónico), DMSA (ácido mesodimercaptosuccinico), y EDTA (ácido 2,22,23,232-etano-1,2-diildinitrotetraacetic).

Hay que señalar que estas sustancias deberían ser utilizadas sólo por los reconocidos como expertos en este campo particular.

### **- Las terapias adyuvantes:**

#### **1. Beber agua**

Por razones de desintoxicación, se necesita una mayor ingesta de agua potable de alta calidad con bajo contenido de minerales y nada de CO<sub>2</sub>. La cantidad de ingesta debe oscilar de 2,5 a 3,0 L (10-12 vasos de 8 onzas) al día.

## **2. Luz**

La mayoría de las personas en Europa central y del norte están bajas de vitamina D. Una exposición suficiente a la luz natural durante los meses de producción de vitamina D (primavera a otoño) es un factor importante. Al mismo tiempo, es necesaria la prevención de daño actínico a la piel. Además de la luz natural del sol, terapia de luz y el láser de bajo nivel pueden promover la curación, reducir la inflamación, estimular la circulación y mejorar la producción celular de ATP.

## **3. Sauna**

Sauna y la hipertermia terapéutica es una terapia adyuvante para la desintoxicación de casi todos los xenobióticos. Estas terapias tienen que usarse con cuidado. Se lleva a cabo una interacción con medicamentos de desintoxicación de drogas. La sauna ayuda a regenerar la tetrahidrobiopterina de la dihidrobiopterina, que es esencial para el metabolismo de catecolaminas y serotonina (299). Sin embargo, no todas las saunas son iguales. Se recomiendan las saunas tradicionales o saunas de infrarrojos con campos eléctricos y magnéticos bajos que no utilizan pegamento tóxico ni madera tratada químicamente.

## **4. Oxígeno**

Una parte de los pacientes con EHS sufren de disfunción mitocondrial. Oxígeno natural suficiente es útil. Como tanto la hipoxia como el oxígeno hiperbárico pueden producir estrés oxidativo, la terapia de oxígeno hiperbárico sólo debe llevarse a cabo si los pacientes son tratados con antioxidantes suficientes, al mismo tiempo.

## **5. Ejercicio**

Todavía se está debatiendo la cantidad óptima de ejercicio. La capacidad física de una persona debe ser evaluada por ergometría el fin de prescribir un régimen de ejercicio individual. La experiencia de la medicina ambiental indica que para las personas enfermas solamente debería ser usado el ejercicio aeróbico de bajo impacto. En general, comenzar con una carga de trabajo de 20-30 vatios que a menudo puede ser finalizada a los 60-70 vatios. El ejercicio en un ergómetro permite un mejor control del consumo de energía, por ejemplo, de caminar en comparación con correr. El resultado del ejercicio debe ser no estar fatigado, al menos, después de media hora.

## **6. Sueño**

Los problemas del sueño son muy comunes en los pacientes con EHS. Los trastornos del sueño se asocian con una reducción del nivel de melatonina. En el caso de inflamación crónica, la activación de IDO (indolamina-2,3-dioxigenasa) reduce la producción de serotonina y, a su vez, también se reducen los niveles de melatonina. La exposición a los CEM podría bloquear la actividad parasimpática mientras persiste la actividad simpática. Con respecto a los trastornos del sueño, cualquier terapia tiene que seguir las causas patógenas. El sueño óptimo es necesario para ahorrar energía y para regular las funciones de los sistemas inmune y neuroendocrino.

## **7. Protección de la luz azul**

Las longitudes de onda de la luz visible por debajo de 500 nm (5 nanómetros/5x10<sup>-7</sup>m) se denominan "luz azul". Las dosis bajas de luz azul pueden aumentar las sensaciones de bienestar, pero cantidades mayores pueden ser perjudiciales para los ojos. En la luz natural, los efectos nocivos de la "luz azul" se compensan por el efecto regenerativo del contenido de luz roja y de rayos infrarrojos. La intensificación del uso de fuentes de luz electrónicas - tales como tubos fluorescentes y lámparas fluorescentes compactas (CFL), pantallas de ordenador, ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes, y ciertas bombillas LED - ha aumentado nuestra exposición a la "luz azul", lo cual a este nivel se sospecha que juega un papel en el desarrollo de la degeneración macular relacionada con la edad y desalineación circadiana a través de la supresión de la melatonina, que se asocia con un mayor riesgo de alteración del sueño, la obesidad, diabetes mellitas, depresión, enfermedad isquémica del corazón, accidente cerebrovascular, y cáncer. La exposición prolongada a "luz azul" artificial en la noche, por lo tanto, debe ser limitada. Los antioxidantes, especialmente la melatonina (300, 301), y los filtros de pantalla a luz azul (302-304) podrían ser útiles.

## **8. La exposición a los campos electromagnéticos naturales de la tierra**

La mayoría de la gente en los centros urbanos está desconectada de la puesta a tierra natural de la Tierra de los campos magnéticos por caminar con zapatos de suela de goma, llevar ropa sintética, conducir en cajas de metal con ruedas de goma, y vivir y trabajar en edificios de hormigón que son penetrados por los campos electromagnéticos artificiales y la radiación. Pasar tiempo en el bosque, caminar descalzo a lo largo de una playa, estar tumbado en la hierba, sentado en las rocas o paseando fuera después de una lluvia, ayuda a la persona a descargarse a tierra y a equilibrar, la frecuentemente aumentada, carga positiva de iones que están asociados con la mala salud.

### **Medicina dental**

La medicina dental sigue trabajando con materiales tóxicos o inmunoreactivos, por ejemplo, mercurio, óxido de plomo, oro, y titanio. La medicina dental medioambiental exige que estos materiales no se utilicen (305-308). La eliminación de los materiales tóxicos dentales debe tener lugar bajo condiciones de máxima seguridad (evitar la inhalación). La eliminación, particularmente, de los metales pesados del cuerpo puede ser indicada. En términos generales, los materiales de endoprótesis deben ser inertes con respecto a inmunorreactividad. Sobre la base de nuestros conocimientos actuales, el dióxido de circonio parece ser un material neutro. Sin embargo, la abrasión mecánica de la superficie revestida por el dentista debe ser evitada.

Los metales inmunotóxicos muestran una fisiopatología similar con respecto al estrés oxidativo, la mitocondriopatía y la inflamación.

### **Orientación del estilo de vida**

La orientación del estilo de vida puede incluir ejercicio equilibrado, la nutrición, reducción de sustancias adictivas, el cambio de los hábitos de sueño, etc., y medidas para reducción del estrés (reducción de estrés general y la tensión de trabajo), así como los métodos para aumentar la resistencia al estrés a través de, por ejemplo, entrenamiento autógeno, yoga, relajación muscular progresiva, técnicas de respiración, la meditación, el tai chi y el chi kung.

## Tratamiento de los síntomas

Un tratamiento bien equilibrado de los síntomas se justifica hasta que las causas se han identificado y eliminado. Sin embargo, es de suma importancia tener en cuenta que la reducción de los síntomas puede poner a la persona en riesgo de una mayor carga de EMF del medio ambiente, generando de este modo posiblemente en el futuro, efectos sobre la salud a largo plazo, incluyendo el daño neurológico y el cáncer. El médico del tratamiento se enfrenta a una tarea ética muy difícil al hacerlo, y los riesgos asociados deben ser señalados - de una manera igualmente bien equilibrada - para el paciente en cuestión. Desde un punto de vista ético, el tratamiento de los síntomas es, por supuesto, un muy buen comienzo para proporcionar alivio inmediato, pero - sin una reducción de la exposición al medio ambiente concurrente y la orientación del estilo de vida - puede resultar contraproducente a largo plazo. Para un médico formado convencionalmente, esto puede parecer una forma de razonamiento muy nuevo, pero es la única forma de aliviar los síntomas con éxito y efectividad y para lograr la recuperación clínica completa cuando se trata de la enfermedad multisistémica crónica (CMI) y la EHS. Incluso aun cuando las causas no son conocidas al principio, ya que es importante en esta etapa proporcionar asesoramiento sobre cómo reducir la exposición de una persona a campos electromagnéticos y a otros factores de estrés ambiental para evitar daños mayores y promover la curación.

# Referencias

## References

1. Hanninen O, Knol AB, Jantunen M, Lim TA, Conrad A, et al. Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries. *Environ Health Perspect* 2014;122(5):439–46.
2. Bundespsychotherapeutenkammer. BPTK-Studie zur Arbeitsunfähigkeit – Psychische Erkrankungen und Burnout [Internet]. Berlin (DE): Bundespsychotherapeutenkammer, 2012:29. Report 2012. Available at: [http://www.bptk.de/uploads/media/20120606\\_AU-Studie-2012.pdf](http://www.bptk.de/uploads/media/20120606_AU-Studie-2012.pdf).
3. Bundespsychotherapeutenkammer. BPTK-Studie zur Arbeits- und Erwerbsunfähigkeit – Psychische Erkrankungen und gesundheitsbedingte Frühverrentung [Internet]. Berlin (DE): Bundespsychotherapeutenkammer, 2013:66. Report 2013. Available at: [http://www.bptk.de/uploads/media/20140128\\_BPTK-Studie\\_zur\\_Arbeits-und\\_Erwerbsunfaehigkeit\\_2013\\_1.pdf](http://www.bptk.de/uploads/media/20140128_BPTK-Studie_zur_Arbeits-und_Erwerbsunfaehigkeit_2013_1.pdf).
4. Fritze J. Psychopharmaka-Verordnungen: Ergebnisse und Kommentare zum Arznelverordnungsreport 2011. *Psychopharmakotherapie* 2011;18:245–56.
5. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. Erstmals seit 20 Jahren kein Anstieg beim Methylphenidat-Verbrauch [Internet]. Bonn (DE): Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, 2014 Apr 1. Pressemitteilung Nummer 05/14; Available at: <https://www.bfarm.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/mittell2014/pm05-2014.html>.
6. Badura B, Duckl A, Schroder H, Klose J, Meyer M, editors. Fehlzeiten-Report 2012. Berlin, Heidelberg (DE): Springer Verlag, 2012:528pp.
7. OECD. Health at a Glance 2013: OECD Indicators [Internet]. Paris (FR) OECD Publishing, 2013:212 p. DOI: 10.1787/health\_glance-2013-en. Available at: [http://dx.DOI.org/10.1787/health\\_glance-2013-en](http://dx.DOI.org/10.1787/health_glance-2013-en).

8. Pawankar R, Canonica GW, Holgate ST, Lockey RF, editors. WAO White book on Allergy 2011–2012 [Internet]. Milwaukee, WI (US): World Allergy Organization, 2013:228. Available at: <http://www.worldallergy.org/UserFiles/file/WAO-White-Book-on-Allergy.pdf>.
9. BioInitiative Working Group, Sage C, Carpenter DO, editors. BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Fields (ELF and RF) at [www.bioinitiative.org](http://www.bioinitiative.org), August 31, 2007.
10. BioInitiative Working Group, Sage C, Carpenter DO, editors. BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard for Electromagnetic Radiation at [www.bioinitiative.org](http://www.bioinitiative.org), December 31, 2012.
11. Levitt B, Lal H. Biological effects from exposure to electromagnetic radiation emitted by cell tower base stations and other antenna arrays. *Environ Rev* 2010;18:369–95.
12. Pall ML. Scientific evidence contradicts findings and assumptions of Canadian safety panel 6: microwaves act through voltage-gated calcium channel activation to induce biological impacts at non-thermal levels, supporting a paradigm shift for microwave/lower frequency electromagnetic field action. *Rev Environ Health* 2015;30(2):99–116.
13. Binh VN. *Magnetobiology: Underlying Physical Problems*. San Diego: Academic Press, 2002:1–473.
14. Binh VN. *Principles of electromagnetic biophysics (In Russian)*. Moscow (RU): Fizmatlit, 2011:1–571.
15. Georgiou CD. Oxidative stress-induced biological damage by low-level EMFs: mechanism of free radical pair electron spin-polarization and biochemical amplification. In: Giullani 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/MNHJ1B49KH.DTL>.
16. Pall ML. Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects. *J Cell Mol Med* 2013;17(8):958–65.
17. Blank M, Goodman R. Electromagnetic fields stress living cells. *Pathophysiology* 2009;16(2–3):71–8.
18. Blackman C. Cell phone radiation: evidence from ELF and RF studies supporting more inclusive risk identification and assessment. *Pathophysiology* 2009;16(2–3):205–16.
19. Hedendahl L, Carlberg M, Hardell L. Electromagnetic hypersensitivity – an increasing challenge to the medical profession. *Rev Environ Health* 2015;30(4):209–15.
20. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. *Health Physics* 1998;74(4):494–522.
21. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)*. *Health Phys* 2010;99(6):818–36.
22. Belyaev I. Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects. In: Markov M, editor. *Electromagnetic fields in biology and medicine*. Boca Raton, London, New York: CRC Press 2015:49–68.
23. Belyaev I. Electromagnetic field effects on cells and cancer risks from mobile communication. In: Rosch PJ, editor. *Bioelectromagnetic and subtle energy medicine*, 2nd ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2015:517–39.

24. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer (IARC), 2013:480. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 102. Available at: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/>.
25. Vecchia P. ICNIRP and International standards. London (GB): Conference EMF and Health, 2008:28. Available at: [http://archive.radiationresearch.org/conference/downloads/021145\\_vecchia.pdf](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: Gullani 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. Grigorlev YG, Stepanov VS, Nikitina VN, Rubtcova NB, Shafirkhin 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/radiation-risk-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, Grigorlev Y, Johansson O, Margartlis 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](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.aeemonline.org/pdf/AAEMEMMedicalConditions.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 a la sobriete, a la transparence, a l'information et a la concertation en matiere d'exposition aux ondes electromagnetiques. 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. Khelfets 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. Kundl 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. Lal 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-Müntener K, Rössli 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, Maccacino 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, Ailpov 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, Ailpov 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, Ailpov 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. Marková 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, Marková 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. Marková 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, İkinci A, Özyılmaz 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. Schleppe 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. Röschke 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, Iacovello D, Rossini PM, et al. Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of  $\alpha$  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, Zental N, Kovács-Bálint Z, Thuróczy 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, Vlechtbauer 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, Aral 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, Zmyslony M, Sliwinska-Kowalska M. Effects of GSM signals during exposure to event related potentials (ERPs). *Int J Occup Med Environ Health* 2010;23(2):191–9.
  103. Maganloti AE, Hountala CD, Papageorgiou CC, Kyrianiou 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, Zental N, Bacskay I, Felinger A, et al. Lack of interaction between concurrent caffeine and mobile phone exposure on visual target detection: an ERP study. *Pharmacol Biochem Behav* 2014;124:412–20.
  105. Mann K, Röschke 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, Borbély 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, Borbély 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, Göder 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, Wilholm C, Hillert L, et al. Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related 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, Malre 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, Grolss 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, Tüshaus 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, Elyahu I, Hareuveni R, Margallot M, Melran 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, Roultan 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, Kännälä 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, Brück A, Sipilä H, Hämäläinen 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, Miltiados 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. Multigenerational effects of whole body exposure to 2.14-GHz W-CDMA cellular phone signals on brain function in rats. *Bioelectromagnetics* 2014;35(7):497–511.
141. Hu S, Peng R, Wang C, Wang S, Gao Y, et al. Neuroprotective effects of dietary supplement Kang-fu-ling against high-power 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, Jolnes 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/Fik-1-ERK pathway induced blood-brain barrier injury after microwave exposure. *Mol Neurobiol* 2015;52(1):478–91.
151. Ravera S, Bianco B, Cugnoli C, Panfoli I, Calzia D, et al. Sinusoidal ELF magnetic fields affect acetylcholinesterase activity in cerebellum synaptosomal membranes. *Bioelectromagnetics* 2010;31(4):270–6.
152. Fournier NM, Mach QH, Whissell PD, Persinger MA. Neurodevelopmental anomalies of the hippocampus in rats exposed to weak intensity complex magnetic fields throughout gestation. *Int J Dev Neurosci* 2012;30(6):427–33.
153. Gavalas RJ, Walter DO, Hamner J, Adey WR. Effect of low-level, low-frequency electric fields on EEG and behavior in Macaca nemestrina. *Brain Res* 1970;18:491–501.
154. Anderson LE, Phillips ED. Biological effects of electric fields: an overview. In: Gandolfo M, Michaelson S, Rindi A, editors. *Biological effects and dosimetry of static and ELF electromagnetic fields*. New York: Plenum Press, 1984.
155. Balassa T, Szemerszky R, Bárdos G. Effect of short-term 50 Hz electromagnetic field exposure on the behavior of rats. *Acta Physiol Hung* 2009;96(4):437–48.
156. Dimitrijević D, Savić T, Anđelković M, Prolić Z, Janać B. Extremely low frequency magnetic field (50 Hz, 0.5 mT) modifies fitness components and locomotor activity of *Drosophila subobscura*. *Int J Radiat Biol* 2014;90(5):337–43.
157. He LH, Shi HM, Liu TT, Xu YC, Ye KP, et al. Effects of extremely low frequency magnetic field on anxiety level and spatial memory of adult rats. *Chin Med J (Engl)* 2011;124(20):3362–6.
158. Korpinar MA, Kalkan MT, Tuncel H. The 50 Hz (10 mT) sinusoidal magnetic field: effects on stress-related behavior of rats. *Bratisl Lek Listy* 2012;113(9):521–4.
159. Salunke BP, Umathe SN, Chavan JG. Involvement of NMDA receptor in low-frequency magnetic field-induced anxiety in mice. *Electromagn Biol Med* 2014;33(4):312–26.
160. Szemerszky R, Zelena D, Barna I, Bárdos 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-μT 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, Khelfets L, Greenland S, Oksuzyan S, Cho YS, et al. Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and neurodegenerative disease: a meta-analysis. *J Occup Environ Med* 2013;55(2):135–46.
168. Kundi M, Hutter HP. Umwelthygienische Bewertung des Berichtes zur Bestimmung der Feldstärken niederfrequenter magnetischer Wechselfelder im Bereich der 110 kV Hochspannungsleitung im Siedlungsbereich der Gemeinde Kottlingbrunn von Dr.-Ing. Dietrich Moldan vom 20.8.2014 [Internet]. Kottlingbrunn(AT): Gemeinde Kottlingbrunn, 2014:69–104. Available at: [www.kottlingbrunn.or.at/system/web/GetDocument.ashx?fileid=972861](http://www.kottlingbrunn.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, Strömblad 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 mmp-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. Wdowlak A, Wdowlak 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 Iullis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile phone radiation induces reactive oxygen species production and DNA damage in human spermatozoa in vitro. *PLoS One* 2009;4(7):e6446.
180. Fejes I, Zavacki Z, Szollosi J, Koloszar Daru J, Kovacs L, et al. Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl* 2005;51(5):385–93.
181. Aitken RJ, Bennetts LE, Sawyer D, Wiklendt AM, King BV. Impact of radio frequency electromagnetic radiation on DNA integrity in the male germline. *Int J Androl* 2005;28(3):171–9.
182. Kumar S, Behari J, Sisodia R. Impact of Microwave at X-Band in the aetiology of male infertility. *Electromagnetic Electromagn Biol Med* 2012;31(3):223–32.
183. Aitken RJ, Koopman P, Lewis SEM. Seeds of concern. *Nature* 2004;432(7013):48–52.
184. Erogul O, Oztas E, Yildirim I, Kir T, Aydur E, et al. Effects of electromagnetic radiation from a cellular phone on human sperm motility: an In vitro study. *Arch Med Res* 2006;37(7):840–3.
185. Dasdag S. Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. *Urol Res* 1999;27(3):219–23.
186. Yan JG, Agresti M, Bruce T, Yan YH, Granlund A, et al. Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertil Steril* 2007;88(4):957–64.
187. Ottolouju 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, Hlatt 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, Meler 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, Bohm M. Does “electromagnetic pollution” cause illness? An inquiry among Austrian general practitioners. *Wien Med Wochenschr* 2005;155(9–10):237–41.
199. Kato Y, Johansson O. Reported functional impairments of electrohypersensitive Japanese: a questionnaire survey. *Pathophysiology* 2012;19(2):95–100.
200. Khurana VG, Hardell L, Everaert J, Bortkiewicz A, Carlberg M, et al. Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *Int J Occup Environ Health* 2010;16(3):263–7.
201. Carpenter DO. The microwave syndrome or electro-hypersensitivity: historical background. *Rev Environ Health* 2015;30(4):217–22.
202. World Health Organization. Factsheet Nr. 296, Elektromagnetische Felder und Öffentliche Gesundheit – Elektromagnetische Hypersensibilität (Elektrosensibilität) [Internet]. Genf (CH): WHO, 2005 Dec. Available at: [http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/ehs\\_fs\\_296\\_german.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/ehs_fs_296_german.pdf).
203. Treslinder 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. Genuls 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: Simonic 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, Gangl 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 radio-frequency 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. TNO-report FEL-03-C148. Available at: [https://www.salzburg.gv.at/gesundheits/Documents/tno-fel\\_report\\_03148\\_definitief.pdf](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: Glullani 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.lcems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNH1B49KH.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, Selgne 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, Moshammer H, Wallner P, Kundl 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, Polstingl 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](http://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, Alpov 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. Première reconnaissance d'un handicap dû à l'électrosensibilité en France. *Le Monde fr avec AFP* | 25.08.2015. Available at: [http://www.lemonde.fr/planete/article/2015/08/25/premiere-reconnaissance-en-justice-d-un-handicap-du-a-l-electrosensibilite\\_4736299\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2015/08/25/premiere-reconnaissance-en-justice-d-un-handicap-du-a-l-electrosensibilite_4736299_3244.html).
228. Abelou 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](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]. *Sarlesbach (AT): Ecoforma*, 2014 Sept 9. Available at: <http://www.ecoforma.co.at/holzbau-ecobau-lehrbaustelle/>.
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. Slimko 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. Pachter P, Beckman JS, Llaudet 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, Buttgeriet 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, Sidorko E, Henshel D, Kyrylenko O, et al. Oxidative mechanisms of biological activity of low-intensity 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, Thal JC, Raskovic D, Cesario 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. Müller 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, Müller KE. Multiple-Chemikalien-Sensitivität (MCS) – Ein Krankheitsbild der chronischen Multisystemerkrankungen, umweltmedizinische, toxikologische und sozialpolitische Aspekte. Aachen (DE): Shaker-Verlag, 2010 Apr, 3rd edition, 500p. ISBN: 978-3-8322-9046-7.
247. Redmayne M, Johansson O. Could myelin damage from radiofrequency electromagnetic field exposure help explain the functional impairment electrohypersensitivity? A review of the evidence. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev* 2014;17(5):247–58.
248. Von Baehr V. Rationelle Labordiagnostik bei chronisch entzündlichen Systemerkrankungen. *umwelt medizin gesellschaft* 2012;25(4):244–7.
249. Warnke U, Hensinger P. Steigende. “Burn-out“-Inzidenz durch technisch erzeugte magnetische und elektromagnetische Felder des Mobil- und Kommunikationsfunks. *umwelt-medizin-gesellschaft* 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, Kalln 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): Hüthig and Pflaum Verlag, 2012. ISBN 1438-8707.
257. Berufsverband Deutscher Baubiologen. VDB-Richtlinien, Physikalische Untersuchungen, Band 1: Fürth (DE): Verlag AnBUS eV, 2006. 2nd edition. ISBN 3-9808428-6-X.
258. Virnich M. Gutachten über die messtechnische Untersuchung der Charakteristika von Funksignalen [Internet]. Salzburg (AT): Land Salzburg, 2015 Jun 26, 141p. Available at: <https://www.salzburg.gv.at/gesundheits/Selten/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/elektros-mog/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](https://www.salzburg.gv.at/gesundheits/Documents/ncrp_draft_recommendations_on_emf_exposure_guidelines_1995.pdf).
262. Oberfeld G. Prüfkatalog 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 + 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/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/classified-compilation/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 high-voltage 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](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/gesundheits/Selten/Infoblatter.aspx>.
270. Virnich M. *Baubiologische EMF-Messtechnik – Grundlagen der Feldtheorie, Praxis der Feldmesstechnik*. München, Heidelberg (DE): Hüthig & Pflaum Verlag, 2012. ISBN 1438-8707.
271. Paull P, Moldan D. *Reduzierung hochfrequenter Strahlung im Bauwesen: Baustoffe und Abschirmmaterialien*. Fürth (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](http://www.nordclass.se/ICD-10_Nordic%20Occupational_2000.pdf).
273. Bansal M, Kaushal N. Oxidative stress mechanisms and their modulation. New Delhi (IN): Springer, 2014:167.
274. Brostoff J, Challacombe S. Food allergy and intolerance. London (GB): Balliere Tindall, 1987.
275. Andre CM, Larondelle Y, Eners D. Dietary antioxidants and oxidative stress from a human and plant perspective, a review. *Curr Nutr Food Sci* 2010;6(1):2–12.
276. Bouayed J, Bohn T. Exogenous antioxidants-double edged swords In cellular redox state; health beneficial effects at physiological doses versus deleterious effects at high doses. *Oxid Med Cell Longev* 2010;3(4):228–37.
277. Hoffmann W, Staller B. Prävention durch richtige Ernährung. *umwelt medizin gesellschaft* 2012;25(2):115–7.
278. Suzuki YJ, Packer L. Inhibition of NFκB activation by vitamin E derivatives. *Biochem Biophys Res Commun* 1993;193(1):277–83.
279. Zingg JM. Modulation of signal transduction by vitamin E. *Mol Aspects Med* 2007;28(5–6):481–506.
280. Yeh SL, Wang HM, Chen PY, Wu TC. Interaction of β-Carotin and flavonoids on the secretion of inflammatory mediators In an in vitro system. *Chem Biol Interact* 2009;179(2–3): 386–93.
281. Carcamo JM, Pedraza A, Borquez-Ojeda O, Golde DW. Vitamin C suppresses TNF alpha-Induced NF kappa B activation by inhibiting I kappa B alpha phosphorylation. *Biochemistry* 2002;41(43):12995–3002.
282. Carcamo JM, Pedraza A, Borquez-Ojeda O, Zhang B, Sanchez R, et al. Vitamin C is a kinase inhibitor: dehydroascorbic acid inhibits IκappaBα/kinase beta. *Mol Cell Biol* 2004; 24(15):6645–52.
283. Kyaw M, Yoshizumi M, Tsuchiya K, Suzuki Y, Abe S, et al. Antioxidants inhibit endothelin-1 (1-31)-Induced proliferation of vascular smooth muscle cells via the inhibition of mitogenactivated protein (MAP) kinase and activator protein-1 (AP-1). *Biochem Pharmacol* 2002;64(10):1521–31.
284. Lubbad A, Orlowo 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 tea 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. Rasso J, Hauser K, Netzker, Deutzmann R. Biochemie. 2nd ed. Stuttgart (DE): Thieme, 2008:872pp.
291. Müller KE. Genetische Polymorphismen der Catechol-O-Methyltransferase (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. Schäfer SG, Elsenhans B, Forth W, Schumann K. Metalle. In: Marquardt H, Schäfer 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. Müller 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. *Pract Optometry News* 2012;18–9.
302. van der Lely S, Frey S, Garbazza C, Wirz-Justice A, Jenni OG, et al. Blue blocker glasses as a countermeasure for alerting effects of evening light-emitting diode screen exposure In male teenagers. *J Adolesc Health* 2015;56(1):113–9.
303. Narimatsu T, Negishi K, Miyake S, Hirasawa M, Osada H, et al. Blue light-induced inflammatory marker expression In the retinal pigment epithelium-choroid of mice and the protective effect of a yellow intraocular lens material In vivo. *Exp Eye Res* 2015;132:48–51.
304. Nishi T, Saeki K, Obayashi K, Miyata K, Tone N, et al. The effect of blue-blocking intraocular lenses on circadian biological rhythm: protocol for a randomised controlled trial (CLOCK-IOL colour study). *BMJ Open* 2015;5(5):e007930.
305. Mutter J, Naumann J, Schneider R, Walach H, Haley B. Mercury and autism: accelerating evidence? *Neuro Endocrinol Lett* 2005;26(5):439–46.
306. Mutter J, Naumann J, Guethlin C. Comments on the article “the toxicology of mercury and its chemical compounds” by Clarkson and Magos (2006). *Crit Rev Toxicol* 2007;37(6):537–49; discussion 551–2.
307. Mutter J, Curth A, Naumann J, Deth R, Walach H. Does inorganic mercury play a role In Alzheimer’s disease? A systematic review and an integrated molecular mechanism. *J Alzheimers Dis* 2010;22(2):357–74.
308. Geler DA, King PG, Sykes LK, Geler MR. A comprehensive review of mercury provoked autism. *Indian J Med Res* 2008;128(4):383–411.

**Supplemental Material:** The online version of this article (DOI: 10.1515/reveh-2016-0011) offers supplementary material, available to authorized users.