

RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA DE LAS EXPOSICIONES AMBIENTALES A CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS

La introducción creciente de nuevas tecnologías y/o productos basados en la utilización de las ondas electromagnéticas está provocando un aumento de la exposición de la población a las radiaciones no ionizantes. Este fenómeno preocupa a un sector cada vez más amplio que se pregunta sobre los posibles efectos en la salud. Las autoridades sanitarias se enfrentan ante el reto de identificar, estimar y controlar este riesgo.

*Francisco Vargas Marcos. Subdirector Gral. de Sanidad Ambiental
Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo*

El objetivo de este artículo es revisar las evidencias y las medidas que se proponen para controlar o prevenir los posibles efectos sobre la salud humana de los Campos Eléctricos y Magnéticos, (CEM).

Los estudios realizados hasta la fecha han proporcionado evidencias convincentes de los efectos biológicos de las exposiciones a campos eléctricos y magnéticos a partir de 10 (kV/m) y 100 mT. Estas magnitudes son muy superiores a las que habitualmente se exponen los seres humanos. Además, no sabemos todavía si las respuestas bioquímicas y celulares detectadas en laboratorio pueden extrapolarse al ser humano, ni tampoco si los efectos observados en estudios experimentales se deben a una acción directa o indirecta de los CEM. La reacción fisiológica desencadenada por la presencia del estímulo de CEM podría hacer al organismo más vulnerable frente a los verdaderos agentes etiológicos. En este caso, los CEM podrían actuar como un factor de riesgo que, en presencia de otros factores o condicionantes, podrían facilitar la aparición de una enfermedad.

Pero, sin embargo, la realidad es que no disponemos de evidencias claras y convincentes. Es necesario seguir investigando sobre los mecanismos celulares y moleculares implicados, los límites o umbrales peligrosos y la identificación de los efectos sobre el sistema nervioso central y el sistema reproductivo.

• EFECTOS AGUDOS SOBRE LA SALUD HUMANA

El resultado del acoplamiento entre los campos y el cuerpo humano puede producir los siguientes tipos de efectos: cargas superficiales perceptibles, flujos de corriente eléctrica y voltajes eléctricos a través de los vasos sanguíneos, interacciones magnetomecánicas, reacciones químicas, formación y reorientación de dipolos eléctricos, estimulación eléctrica, absorción de energía y elevación de la temperatura de los tejidos (1°-2°C), corrientes de contacto o descargas transitorias, alteración de los dispositivos o implantes médicos, shocks y quemaduras (CEM de alta frecuencia, 100 kHz - 110 MHz), efectos cardiovasculares y hemodinámicos.

De los estudios experimentales no se han deducido efectos adversos para la salud cuando la densidad de corriente inducida en los tejidos de los sujetos expuestos es igual o inferior a 10 mA/m². Por encima de este valor se han observado cambios funcionales en el sistema nervioso. Así, en roedores se ha observado una disminución en la síntesis de melatonina, una hormona de la glándula pineal a la que se le atribuyen propiedades oncostáticas y de secuestrador de radicales libres. En voluntarios expuestos a CEM se han descrito sensaciones visuales con un ligero centelleo, así como una ligera reducción del ritmo cardíaco.

Los datos experimentales disponibles indican que los CEM no ionizantes no son capaces de provocar alteraciones en la molécula del ADN.

• POSIBLES EFECTOS DE EXPOSICIONES CRÓNICAS: INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA

A partir de los trabajos de Wertheimer y Leeper (1979) se han realizado numerosos estudios epidemiológicos con resultados heterogéneos (positivos y negativos). La mayoría de los resultados se refieren a la posible asociación de exposición a CEM y leucemia o cáncer cerebral.

En numerosos estudios las asociaciones encontradas han sido débiles, pero consistentes, y con riesgos relativos muy próximos a la unidad. Sin embargo, otros estudios epidemiológicos no han encontrado estas asociaciones. En algunos de los estudios se detectan inconsistencias, errores metodológicos, sesgos de selección o publicación, dificultades objetivas en la medición de la exposición y factores de confusión.

Son numerosas las incertidumbres que los estudios epidemiológicos no han podido desvelar. Una de ellas es que los resultados obtenidos no demuestran una relación de dosis- respuesta.

Las discrepancias entre los resultados de los estudios basados en estimaciones teóricas de la exposición y los estudios que utilizan medidas directas de la intensidad de la exposición, junto a la ausencia de pruebas experimentales y de un mecanismo biológico plausible para causar la enfermedad han originado una gran incertidumbre sobre la posible relación entre leucemia infantil y CEM.

En una reciente meta-análisis sobre CEM y leucemia, realizado por Wartenberg (1998), se concluye que existe un riesgo consistente que no puede ser explicado por causas aleatorias. Sin embargo, el autor reconoce que son necesarios nuevos estudios sobre

individuos altamente expuestos para superar las inconsistencias detectadas en los estudios revisados.

• OPINIÓN DEL COMITÉ DIRECTOR CIENTÍFICO DE LA COMISIÓN EUROPEA

Las conclusiones de este Comité (junio 1998) fueron las siguientes:

- La bibliografía científica disponible no proporciona suficiente evidencia para deducir que los CEM producen efectos a largo plazo. Por ello, no pueden establecerse límites de exposición crónica a la luz del conocimiento científico.
- Los programas de investigación que se están realizando actualmente (OMS y 5º Programa Marco de la UE) pueden proporcionar una base científica apropiada para evaluar el riesgo.
- Por lo que se refiere a los efectos térmicos agudos de los CEM de 0 Hz – 300 GHz las directrices de la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones no Ionizantes (ICNIRP) constituyen una base adecuada para establecer límites de exposición aguda de la población.
- Respecto a los mecanismos e interacciones, además de los efectos agudos descritos anteriormente, se informa que los CEM podrían modificar la permeabilidad de la membrana celular. Esto conduciría a eventuales alteraciones de factores tales como la homeostasis de iones biológicamente relevantes (calcio y otros). La evidencia experimental indica que los CEM no ionizantes no modifican la estructura de efectos mutagénicos. Los estudios de carcinogénesis en animales no permiten deducir una conclusión final. Hay poca evidencia de que los CEM tengan un efecto promotor de cánceres.
- Estudios epidemiológicos no han demostrado una relación causal entre cáncer y CEM. Por tanto no hay base científica para establecer valores límite. Si se aceptara que existe un riesgo de leucemia en niños expuestos a CEM el incremento relativo sería menor a 10⁻⁶.
- En relación con la “Hipersensibilidad Electromagnética” el Comité menciona que hay personas que sienten reacciones adversas como dolores inespecíficos, fatiga, cansancio, disestesias, palpitaciones, dificultad para respirar, sudores, depresión, dificultades para dormir, y otros síntomas atribuidos a la exposición a CEM. Recogiendo las conclusiones de un Grupo de Expertos (DG V) el Comité concluye que no hay suficiente información disponible sobre la posible hipersensibilidad debida a los CEM.

Actualmente está en marcha un programa de investigación de la OMS, el IARC y ICNIRP y otras organizaciones internacionales y centros nacionales de investigación de numerosos países. Este estudio iniciado en 1996, pretende coordinar los programas de investigación, evaluar la bibliografía científica, identificar los problemas para realizar evaluaciones de riesgo fiables, promover programas de investigación, etc.

• EVALUACIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO

La evaluación del riesgo ('risk assessment') es una metodología ampliamente utilizada por numerosos organismos internacionales que nos permite fundamentar las medidas de control de la exposición a un agente peligroso o perjudicial para la salud humana. La evaluación del riesgo (ER) tiene 4 etapas:

- 1) Identificación de los peligros inherentes del agente estudiado: Toxicología, propiedades físico-químicas, clínica, epidemiología, etc.
- 2) Evaluación de los efectos. Cuantificación de dosis-respuesta.
- 3) Evaluación de la exposición: Estimación de la magnitud cuantitativa y cualitativa, tipo, duración, distribución de los efectos sobre la salud, severidad, etc.
- 4) Caracterización del riesgo: La interpretación de la información de las etapas anteriores permite clasificar y analizar el riesgo (aceptabilidad y percepción pública). En su fase final permite establecer la reducción del riesgo o las medidas de control, sustitución, reducción de la exposición, viabilidad, etc.

La gestión del riesgo (GR; 'Risk management') es un proceso de decisión más subjetivo que implica consideraciones políticas, sociales, económicas y de gestión necesarias para desarrollar, analizar y comparar las opciones legislativas.

En términos sencillos estas metodologías responden a las preguntas ¿Cuánto riesgo hay? (ER) ¿Qué estamos dispuestos a aceptar? (GR) y ¿Qué deberíamos hacer? (GR).

La exposición a CEM puede evaluarse con estas dos herramientas y de hecho así lo están haciendo todas las partes implicadas (científicos, industria, opinión pública, políticos, etc.). El problema surge en el momento en el que la información suministrada por los estudios científicos no es concluyente o definitiva, o incluso es contradictoria, como es el caso de los CEM (no se detecta dosis-respuesta, dificultades en la medición de la exposición, etc.). Por tanto debemos movernos en una cierta ambigüedad o incertidumbre.

La primera dificultad es que la mayoría de la opinión pública no acepta esta incertidumbre y no entiende los resultados epidemiológicos en términos de probabilidad, o no se contenta con una conclusión que no es más que una ausencia de conclusión.

La segunda dificultad es que si existe un riesgo, por bajo que este sea, hay que reducirlo a cero.

Suprimir la exposición (a los CEM) no es siempre ni realizable ni deseable porque, sencillamente, esta exposición está ligada a actividades de las que se deriva un beneficio personal o social (electricidad, comunicaciones, ordenadores, telefonía, etc.). La supresión o disminución del riesgo siempre tiene unos costes que no están completamente justificados. Por ejemplo, si se exige el enterramiento de las líneas de alta tensión, debe tenerse en cuenta el coste, o los peligros potenciales que ello puede conllevar si no se señalan correctamente las líneas enterradas. Es necesario informar al

ciudadano que descansa tranquilamente en un banco de un parque situado justo encima de la línea enterrada o al trabajador que abre una zanja de canalización y desconoce la existencia de la línea subterránea.

No existe el riesgo nulo, sí un riesgo admisible o tolerable. El balance entre la evaluación del riesgo y las medidas necesarias para su prevención debe ser equilibrado. Respecto a los CEM no son necesarias medidas de ámbito colectivo, drásticas y urgentes porque la evidencia científica no las justifica actualmente.

• **Recomendación del consejo de la unión europea relativa a la limitación de la exposición de los ciudadanos a los CEM 0Hz - 300 GHz**

Con el fin de dar respuesta a la preocupación social por los posibles riesgos para la salud de las exposiciones a los CEM, la Unión Europea está a punto de aprobar una Recomendación destinada a prevenir los efectos agudos de los CEM.

Esta iniciativa se basa en las directrices de la ICNIRP, en la evidencia científica disponible y en el informe del Comité Director Científico de la UE.

Entre las obligaciones de los estados miembros de la Unión Europea se recogen las siguientes:

- Adopción de un marco de restricciones básicas y niveles de referencia.
- Aplicación de medidas en relación con las fuentes específicas que dan lugar a exposición de los ciudadanos cuando el tiempo de exposición sea importante.
- Realizar un análisis coste-beneficio de las medidas necesarias para la protección de la salud.
- Aplicar procedimientos normalizados o certificados europeos o nacionales de cálculo y medición para evaluar el respeto a las restricciones básicas.
- Proporcionar al público información en un formato adecuado sobre los efectos de los CEM y las medidas para hacerles frente.
- Promocionar la investigación sobre CEM y salud humana.
- Elaborar informes sobre las medidas que se apliquen en cumplimiento de la recomendaciones.

Por su parte la Comisión Europea asume las tareas siguientes:

- Promover procedimientos europeos para el cálculo y medición de los CEM.
- Priorizar la investigación sobre los efectos a corto y largo plazo de la exposición a CEM y no sólo en el caso de las radiofrecuencias de los teléfonos móviles o las bajas frecuencias.

- Continuar participando en el trabajo de las organizaciones internacionales con competencias en la materia para garantizar la coherencia de la Recomendación.
- Elaborar un informe en el plazo de 5 años que tenga en cuenta los informes de los estados miembros, y los avances científicos producidos con objeto de revisar o actualizar el contenido de la Recomendación.

El Ministerio de Sanidad y Consumo una vez que se apruebe esta Recomendación adoptará las medidas necesarias para su aplicación en nuestro país. Lógicamente, las medidas deberán ser consensuadas por todas las partes interesadas: ciudadanos, industria, administración, fabricantes, sector de telecomunicaciones, etc.

Para la aplicación práctica de la Recomendación será necesario contar con el asesoramiento técnico y científico de expertos reconocidos en la evaluación del riesgo de los CEM.

En esta línea deberán ser recogidas las aportaciones y conclusiones de los Grupos de trabajo nacionales que han publicado sus conclusiones sobre los efectos en la salud de los CEM (CIEMAT y IV Congreso de Medio Ambiente).

Referencias

- Wertheimer, N.; Leelper, E.D. (1979) Electrical Wiring configurations and childhood cáncer. *Am J Epidemiol* 109 (3): 273-284
- Wartenberg, D. Residential Magnetic Fields and childhood LeuKemia: a meta-analysis *Am J Public Health*. 1988; 88: 1787- 1794
- Van Leeuwen CJ, Hermens JLM. Risk Assessment of Chemicals: An introduction. Kluwer Academic Publisher 1995.
- Group of Experts of the European Commission DG V. Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields. EC DG V. Employment, industrial relations and social affairs. Public Health and safety at Work. Arbetslivsinstitutet (NIWL) 1997: 19
- Cost 244 – bis Project. Forum on future European Research on Mobile Communications and Health, 19-20 April 1999. College of Chemistry and Physics (ENSCP) University of Bordeaux. France. Electra 2000 – FGF DG XIII.
- Grupo de Trabajo “Efectos sobre la salud de los Campos Eléctricos y Magnéticos (EM) IV Congreso de Medio Ambiente. Madrid 1998.
- Comisión de las Comunidades Europeas. Propuesta de Recomendación del Consejo relativa a la limitación de la exposición de los ciudadanos a los campos electromagnéticos 0Hz – 300 GHz. *Cosn* (1998) 268 final, 98/0166 (CNS).
- Report and opinion adopted at the meeting of the Scientific Steering Committee of 25-26 June 1998. Possible Health Effects from exposure to electromagnetic fields 0Hz – 300 GHz. European Union.

- Communicating about risks to environment and health in Europe. Edited by Gray. P. Stern Mand Biocca M. WHO Regional Office for Europe. Kluwer Academic Publishers 1997.