

MICROONDAS Y RADIOFRECUENCIAS: EFECTOS BIOLÓGICOS Y EVALUACION DE LOS RIESGOS PARA LA SALUD

Javier Maldonado González
Médico del Trabajo.
CNNT de Madrid. INSHT

INTRODUCCION

En los últimos años cada vez es mayor el número de noticias que aparecen en los medios de comunicación alertando sobre la amenaza para la salud que constituyen los campos electromagnéticos.

El empleo creciente de dispositivos electrónicos y la enorme expansión producida en la industria de los sistemas de comunicación; así como la implantación progresiva de fuentes emisoras de microondas y radiofrecuencias destinadas a la producción de calor industrial, hacen que el ser humano y especialmente la población trabajadora estén cada vez más expuestas a este tipo de «radiaciones no ionizantes».

El objetivo de este artículo es divulgar y exponer brevemente los conocimientos existentes sobre los riesgos para la salud producidos por la exposición a microondas y radiofrecuencias, y comentar los estudios revisados sobre los efectos en la población trabajadora expuesta.

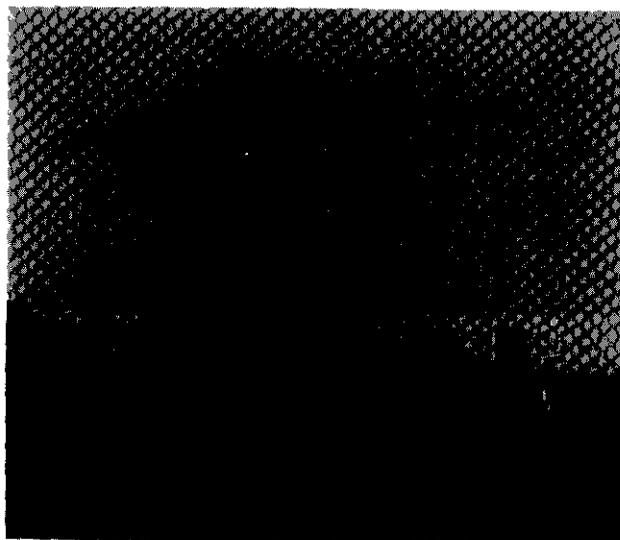
INTERACCION DE LAS MICROONDAS Y RADIOFRECUENCIAS CON LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS

Las microondas (MO) y radiofrecuencias (RF) están incluidas en el espectro electromagnético en la región de las radiaciones no ionizantes, situándose en el intervalo del espectro con poder energético más bajo, menor de 1,24 m EV.

Cuando un sistema biológico resulta expuesto a la radiación electromagnética de las MO y RF se produce una interacción de la materia con esta clase de radiaciones no ionizantes lo que ocasiona cambios en los estados energéticos atómicos y moleculares.

En este intervalo de frecuencias del espectro electromagnético (MO y RF), las radiaciones emitidas no tienen un poder energético por fotón suficiente para ionizar la materia o cambiar su configuración electrónica. La energía incidente se transforma en energía rotacional empleada en los movimientos de rotación de los átomos, con el consiguiente aumento de la energía cinética molecular y producción de calor. Este aumento de la temperatura se distribuye irregularmente en el organismo estableciéndose gradientes térmicos internos.

Ello es debido a la distribución interna de los campos electromagnéticos y a la actuación de los mecanismos termorreguladores orgánicos.



En estudios posteriores realizados en la Unión Soviética y países de la Europa Oriental; advirtieron la ocurrencia de efectos en el organismo sin que se produjese una elevación de la temperatura corporal.

EFECTOS BIOLÓGICOS

Los efectos biológicos producidos por la exposición a MO y RF dependerán de la capacidad de absorción del organismo, la intensidad de los campos inducidos y el grado de vascularización de los órganos y tejidos afectados.

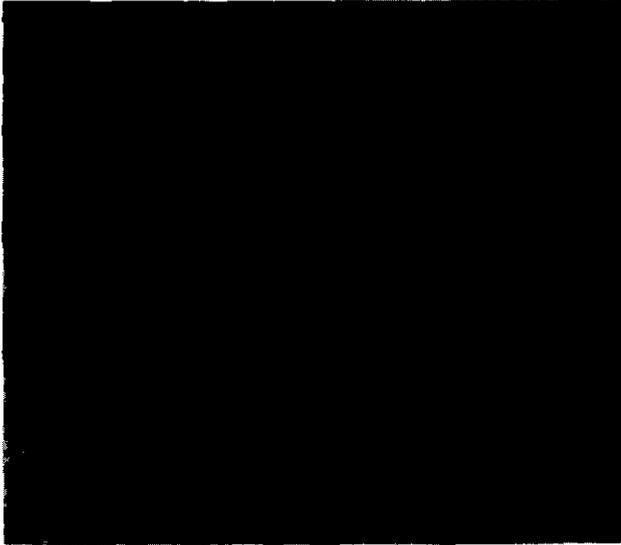
A continuación resumiremos brevemente los efectos biológicos más importantes estudiados fundamentalmente mediante la experimentación con animales, clasificándolos de forma genérica en dos tipos:

Efectos térmicos

Se sabe desde los primeros estudios realizados, que la exposición a grandes dosis de MO y RF puede producir quemaduras en los tejidos o fatiga por calor; aunque no se ha demostrado la existencia de un límite claro por encima del cual la radiación de bajo nivel sea perjudicial.

Estos efectos térmicos son el resultado de la conversión de la radiación electromagnética en energía térmica. Han sido clásicamente descritos y son responsables etiológicamente de la mayoría de los efectos biológicos estudiados.

Se produce cuando los sistemas termorreguladores del organismo se ven superados por la energía incidente de MO y RF, dando lugar a lesiones locales, quemaduras, hemorragias, necrosis y muerte tisular.



La cantidad de energía absorbida varía considerablemente con la frecuencia de la radiación y el tamaño del cuerpo. En el hombre las exposiciones de mayor riesgo se encuentran en el intervalo de 30 a 300 MHz, y los órganos más susceptibles serán aquéllos con peor grado de vascularización (ojos y testículos).

La mayoría de los efectos encontrados tenían lugar para densidades de potencias superiores a 10 mW/cm², sin embargo también se habían puesto de manifiesto otros efectos para densidades de potencia menores y existía la posibilidad de que alguno de ellos resultase perjudicial para la salud.

Efectos no térmicos

Han sido peor estudiados y son objeto de una gran controversia y debate científico. En la actualidad no se ha encontrado una explicación satisfactoria unánimemente reconocida, y se tratan de explicar desde diferentes teorías:

- Modificaciones en el equilibrio electroquímico de la membrana citoplasmática, a nivel celular y tisular.
- Interferencia directa con fenómenos bioeléctricos del organismo.
- Efectos sobre la actividad del DNA-RNA y acción mutagénica.

Una vez explicada la etiopatogenia de dichos se exponen los más significativos.

- Cambios funcionales del sistema nervioso y trastornos neurofisiológicos con modificaciones de la conducta.
- Cataratas y opacidades del cristalino que se producen en exposiciones agudas, sin efectos acumulativos con densidades de potencias altas y en intervalos de frecuencias mayores de 500 MHz.
- Alteraciones de la tensión arterial y del ritmo cardíaco consecuencia de la respuesta neurovegetativa sobre el sistema cardiovascular.
- Trastornos hormonales y alteraciones del equilibrio iónico resultado de la interacción de la radiación de MO y RF con el eje hipotálamo-hipofisario.
- Efectos genéticos y celulares en condiciones experimentales no extrapolables a la exposición laboral; alteracio-

nes macromoleculares, en la membrana citoplasmática, sobre la mitosis y trastornos cromosómicos. En este apartado incluimos aquellos estudios que refieren mayor desarrollo de tumores malignos en los animales expuestos.

- Efectos sobre la reproducción y el desarrollo de etiología térmica y en exposiciones mayores de 10 mW/cm².

Los resultados de estos estudios han conducido a un consenso entre la mayoría de los investigadores en el sentido de que la única prueba clara sobre los peligros de las MO y RF, se pone de manifiesto en niveles de exposición elevados. En relación a la existencia de alguna peligrosidad por parte de los campos débiles de MO y RF, en el presente, las pruebas existentes sobre tal riesgo resultan poco convincentes.

Por otro lado, las conclusiones de estos estudios experimentales no son extrapolables al hombre y debemos considerar además que las densidades de potencia que se encuentran en la exposición laboral raramente superan los límites establecidos.

El conocimiento de los efectos biológicos nos debe servir de «guía» en la búsqueda de los efectos sobre la salud de la exposición a MO y RF.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD EN LA EXPOSICION LABORAL

Es necesario recalcar que en la exposición laboral a MO y RF las densidades de potencia a las que se ven sometidos los trabajadores están muy por debajo de los niveles utilizados en la experimentación con animales. No se ha podido demostrar la existencia de un límite claro por encima del cual la radiación de bajo nivel sobre el hombre sea perjudicial, pero tampoco se puede afirmar que la exposición a pequeñas dosis esté exenta de peligros.

Los estudios revisados sobre población laboral expuesta padecen serias limitaciones metodológicas que nos impiden relacionar la exposición a MO y RF con los efectos descritos en ellos. En la actualidad no debemos hablar de causalidad, pues no ha podido ser demostrada en estos estudios.



Se trata en su mayoría de estudios descriptivos sesgados por la indefinición de las condiciones de exposición, en los que en muchos casos se observan deficiencias técnicas importantes (instrumentación inadecuada o descripciones insuficientes de la exposición).

Además, en muchos estudios no se suelen aportar grupos control y al tratarse de hallazgos generalmente subjetivos o de signos inespecíficos no es posible establecer su relación con la exposición sin antes analizar y descartar otros factores asociados o de confusión: antecedentes personales, condiciones de trabajo, carga mental y física, estados de ansiedad y estrés y reacciones de adaptación, etc. Obviamente muchos de estos factores pueden encontrarse asociados a la exposición y producir efectos similares a los que vamos a describir.

Los efectos citados con mayor frecuencia y en los que ha existido coincidencia entre los diversos autores son:

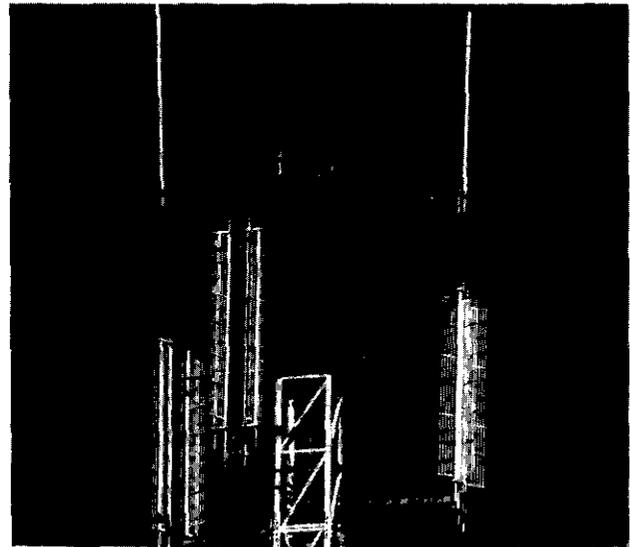
- *Síndrome neuroasténico subjetivo*: cefaleas, astenia, ansiedad, irritabilidad, insomnio, disminución de la libido, sensación de malestar y debilidad poco definidas.
- *Alteraciones funcionales del sistema nervioso*: temblores, hipotonía en extremidades, hiperhidrosis y trastornos neurovegetativos.
- *Trastornos cardiovasculares*: Alteraciones del ritmo cardíaco y de la tensión arterial. Trastornos vasculares periféricos.
- *Efectos oftalmológicos*: Se han diagnosticado cataratas y opacidades cristalinas aisladas, sin poder establecer una relación causal con la exposición.
- *Efectos sobre la reproducción y el desarrollo*. Se dispone de escasa información en mujeres trabajadoras expuestas, habiéndose descrito en algunos estudios la aparición de trastornos menstruales, una mayor incidencia de abortos y nacimientos con malformaciones.

El problema de estos estudios es que no se define la existencia de otros cofactores de riesgo derivados de las propias condiciones de trabajo que pudieran ser responsables de dichos efectos. En el hombre se han descrito algunos casos aislados de infertilidad y oligospermia.

- *Alteraciones analíticas*: Son de carácter inespecífico y contradictorias en los diferentes trabajos revisados. Fundamentalmente se ven afectados la serie blanca, proteinograma y metabolismo lipídico. Incluimos aquí la referencia a ciertos estudios que indican un aumento significativo de los casos de leucemias asociadas a la exposición a campos electromagnéticos.

CONCLUSIONES

1. De la observación de los efectos de las MO y RF descritos en la exposición laboral, se deduce la subjetividad e inespecificidad de los hallazgos aportados en los estudios. No se ha podido por tanto establecer ninguna relación de causalidad y los efectos en cuestión pueden ser también el resultado de una respuesta fisiológica, de una fluctuación estadística o de una variable experimental no controlada.
2. Es necesario realizar una definición completa de las condiciones de exposición especialmente cuantificando la densidad de potencia.
3. Habrá que considerar los valores ambientales de referencia en función de la frecuencia de emisión como



J. Maldonado González

primera aproximación real al riesgo asociado a la exposición.

4. La OMS recomienda para investigar el estado de la salud de los trabajadores expuestos a MO y RF, «el examen de grandes grupos de trabajadores expuestos que nos permitan obtener datos epidemiológicos estadísticamente significativos».
5. Necesidad de analizar y controlar en los estudios epidemiológicos todos aquellos factores asociados a la exposición y/o enfermedad que puedan confundirnos en los resultados.

Siguiendo esta línea, el Centro Nacional de Nuevas Tecnologías de Madrid del INSHT realiza en la actualidad un estudio epidemiológico descriptivo transversal que estudiará mediante un protocolo médico específico a una población de trabajadores expuestos a MO y RF y a un grupo control no expuesto de trabajadores de la misma empresa.

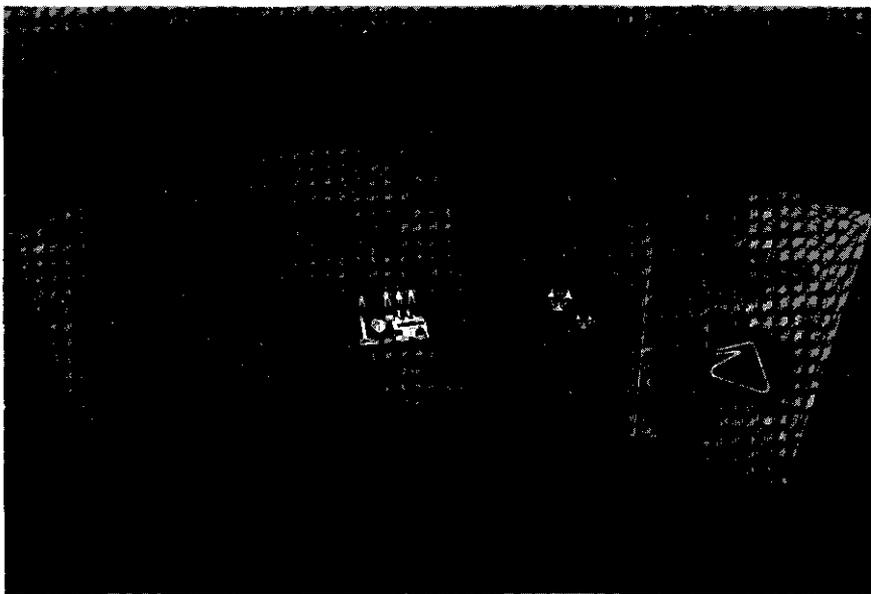
Dicho estudio que recoge las posibles alteraciones de la salud descritas en la bibliografía revisada, constituye un primer paso en la investigación de los posibles efectos asociados a la exposición laboral a MO y RF; permitiéndonos a partir de las hipótesis generadas plantear futuros trabajos encaminados a estimar el riesgo de padecer determinados trastornos en la exposición a MO y RF.

BIBLIOGRAFIA

1. OIT. «Occupational Hazards from Non-Ionizing Electromagnetic Radiation» (Occupational Safety and Health series núm. 53) OIT, 1985.
2. WHO. «Non Ionizing Radiation Protection». WHO Regional publications, European series, núm. 1, 1982.
3. Criterios de Salud ambiental, 16. Radiofrecuencias y Microondas. OMS, núm. 468, 1984.
4. HORNOWSKI, J., et al. «Rechercher sur l'action pathogène des microondes chez l'homme». Traducción INRS 63. B-74, Institut National de Recherche et de Sécurité, 1974.

5. DARDALHON. «Les effets biologiques des microondes». Radioprotection, 1984, supplément au núm. 1, Rayonnements non Ionisants. Société Française de Radioprotection, 1984.
6. DESIDERI, E.; FANTAC, M. et al. «Indagine Ambientale e Sanitaria tra lavoratrici esposte a campi elettromagnetici a radiofrequenza». Rev. Med. del lavoro. 76, 399-411, 1985.
7. ACGIH. «TLV'S, Treshold limit values and biological exposure indices for» 1989-1990.
8. CLINTON COS et al. «Occupational exposures to radiofrequency radiation (18-31 MHz) from RF dielectric heat sealer». American Industrial Hygiene Association Journal (47) 3/82.
9. MALDONADO GONZALEZ, J. «Riesgos para la Salud en la exposición laboral a RF y MO». I Jornadas de Contaminación electromagnética y medio ambiente, abril 1990.
10. GALLARDO, E; GOMEZ-CANO, M.; MALDONADO, J.; RUPEREZ, M. J.; SAN MARTIN, D. «Radiaciones No Ionizantes. Prevención de Riesgos». INSHT, Madrid, 1989.
11. DAVID A. SAVITZ and EUGENIA E. CALLE. «Leukemia and Occupational Exposure to Electromagnetic Fields: Review of Epidemiologia Surveys». Journal of Occupational Medicine, volumen 29, núm. 1, 47-51, January 1987.
12. FOSTER, K. y GUY, A. «El problema de las Microondas. Investigación y Ciencia, 6-14, Noviembre 1986.
13. BEST, S. «Killing Fields, the Microwave health hazard». Electronics World + Wireless World, 208-211, March 1990.

DOCUMENTOS TECNICOS



- Colección de estudios sobre condiciones de trabajo y prevención de riesgos laborales.
- Escritos por profesionales de reconocida experiencia.
- Editados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Formato: 15 x 21 cm.

Precio: 300 pts. (+ 6% IVA)

Pedidos: I.N.S.H.T.

ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

- | | | |
|---|--|--|
| 45. Las Brucelosis. | 50. Control de contaminación en la fabricación y aplicación de pesticidas. | 54. Riesgos y Patologías por Isocianatos. |
| 46. Metodología para la elaboración del mapa de riesgos a nivel de Empresa. | 51. Seguridad en la Industria de la Madera. Protección de Máquinas. | 55. La detección de Enfermedades Profesionales. Nuevas posibilidades. |
| 47. Condiciones de trabajo en Hospitales. | 52. Riesgo de Incendio en la Industria de la Madera. | 56. Evaluación y Control de Contaminantes Biológicos en Ambientes Laborales. |
| 48. La Seguridad en el Trabajo de Oficina. | 53. Condiciones de Seguridad en Trabajos y Maniobras de Alta Tensión realizadas en Centros de Transformación bajo vigilancia de Empresas abonadas. | 57. Evaluación y Control de Contaminantes Químicos en Hospitales. |
| 49. Diseño del puesto de trabajo de operador. | | |