

Radiaciones electromagnéticas: ¿dañinas o benéficas?

A. González Arias

Facultad de Física, Universidad de La Habana, Cuba; arnaldo@fisica.cu

Recibido el 10/05/10. Aprobado en versión final el 03/09/10.

Sumario. Actualmente hay un 'boom' en el estudio de las aplicaciones médicas de la radiación electromagnética de baja frecuencia. Se publican infinidad de artículos y reviews, tanto a favor como en contra. Van siendo incluso frecuentes los 'resúmenes de resúmenes' y los meta-análisis estadísticos, compendio de muchos estudios. La mayor parte no se refiere al estudio biológico de los efectos sobre los tejidos, sino a estudios estadísticos llevados a cabo sobre las personas, asumiendo a priori que el tratamiento será siempre inocuo o benéfico. Otros, por el contrario, le achacan a la radiación proveniente de las líneas de alta tensión y equipos electrodomésticos toda clase de efectos perniciosos. ¿Quién tiene razón?

Abstract. Nowadays there is a 'boom' in the study of medical applications of the low frequency electromagnetic radiation. A great deal of reviews and papers are published, in support and against it. Most of these articles are not devoted to biological studies of the effects on tissues, but to statistical studies carried out on persons, with the a priori assumption that the treatment will be always innocuous or favorable. On the contrary, others blame the radiation coming from high-tension lines and electrodomestic equipment as the cause of all type of harmful effects. ¿Who is right?

Palabras clave. Electric and magnetic fields effects, in biological systems 87.50.C-, therapeutic applications, 87.50.ct

1 Introducción

En estos momentos existe un 'boom' en el estudio de las aplicaciones médicas de la radiación electromagnética de baja intensidad y baja frecuencia, entendiéndose por tal las radiaciones con frecuencias de 20-100 Hz e intensidades de 20-100 μ T. También se utilizan campos *pulsantes*, que no se aplican de forma continua, sino por impulsos de corta duración, con una frecuencia algo mayor. Aparecen muchos artículos a favor y en contra de terapias aplicadas a dolencias específicas (artritis, dolores de cabeza, fracturas) y los artículos de resumen o reviews se multiplican, hasta el punto que se hace prácticamente imposible revisarlos todos. La cantidad de publicaciones es tal que ya incluso existen 'resúmenes de resúmenes'.¹

Una rápida revisión muestra que la mayor parte de las

publicaciones no se dedica al estudio de los tejidos y a la evaluación biológica, bioquímica o biofísica de los efectos de la radiación, sino que se llevan a cabo estudios estadísticos con el fin de establecer si el procedimiento será o no benéfico para determinada dolencia. Los resultados son muy disímiles: en ocasiones no se reporta beneficio alguno; en otras el beneficio está en los límites de la confiabilidad de la estadística aplicada, lo que los hace muy dudosos, y solo en unos pocos reportes de aplicaciones muy específicas aparecen efectos claramente diferenciados con los grupos de control.

Otros resúmenes refieren que muchos de estos reportes estadísticos no incluyen grupos de control (y por tanto su confiabilidad es nula a causa del efecto placebo). En este resumen específico la conclusión fue 'se necesitan más estudios', algo que se repite bastante en muchos artículos.²

La cantidad de artículos donde se resumen y comparan diferentes terapias es en realidad colosal. El *resumen de resúmenes* sobre diversos tratamientos para la osteoartritis en la rodilla ya mencionado en [1] (23 en total), reporta sólo dos resultados referentes a las terapias electromagnéticas –por cierto, contradictorios^{3,4}, para llegar a la conclusión, después de una amplia discusión, de que es mucho mejor hacer ejercicios.

Uno de las aplicaciones más difundidas de las terapias electromagnéticas tiene que ver con las fracturas de los huesos largos. Un meta análisis de 11 artículos estadísticos seleccionados entre 1980 y 2008 con criterios rigurosos de confiabilidad, llegó a la conclusión de que: *‘aunque la estimulación electromagnética ha sido evaluada en múltiples ensayos aleatorios, la evidencia actual proporciona poca justificación para el relativamente alto uso clínico... en la reparación de fracturas’*.⁵ Otro resumen de 2009 acerca de los efectos cardiovasculares de la radiación afirma que los intentos de reproducir tanto los estudios epidemiológicos como los de laboratorio han sido por lo general infructuosos. Se concluye que los resultados equívocos reportados hasta la fecha requieren esclarecimiento con estudios más profundos.⁶

Aunque la mayor parte de estos reportes se refieren a efectos benéficos en las personas, no faltan quienes afirman todo lo contrario, y atribuyen efectos dañinos a las radiaciones de baja frecuencia, cualquiera sea su intensidad (por ejemplo, la proveniente de los tendidos eléctricos). Sin embargo un resumen publicado en 1992 expresa: *‘Una cantidad substancial de evidencia indica que los efectos de los campos electromagnéticos sobre la bioquímica celular... puede relacionarse a la densidad de corrientes inducidas, con la mayoría de los efectos ocurriendo a niveles en exceso de 10 mA/m²... estos efectos ocurren a niveles que exceden las corrientes endógenas presentes normalmente en los tejidos vivos. Desde esta perspectiva, resulta en extremo difícil interpretar los resultados de estudios epidemiológicos recientes que reportan una correlación entre la incidencia de cáncer y la exposición a campos magnéticos de frecuencia 50-60 Hz y densidades de flujo bajas en extremo. Los niveles de densidad de corriente inducida por la exposición residencial son, en casi todos los casos, significativamente menores que los niveles que originan perturbaciones medibles en el laboratorio sobre las funciones biológicas’*.⁷

Tampoco faltan los escépticos. Un artículo de S. Solomon, médico del Dpto. de Neurología del Montefiore Medical Center de New York, tras un análisis bastante exhaustivo de todos los factores que intervienen en el dolor concluye que la mejoría en el dolor u otros síntomas a menudo se atribuye falsamente a una supuesta terapia, cuando en realidad la remisión tiene lugar porque el padecimiento ha seguido su curso normal.⁸

Desde luego, también existen resúmenes no basados en estadísticas, sino en estudios bioquímicos y biofísicos complejos a nivel celular. Un grupo de investigación de la Universidad Técnica de Dresden ha publicado hace poco un resumen muy completo, de 86 páginas (15 de

ellas dedicadas a enumerar unas 400 referencias) que incluye la acción de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos a nivel celular. La gran diversidad de temas tratados hace prácticamente imposible llegar a una conclusión general.⁹

En los estudios estadísticos, como no aparecen efectos indeseables de forma inmediata, es usual asumir que el procedimiento no será perjudicial para el paciente. Pero nadie garantiza que a la larga sí pudiera serlo. Ejemplos muy concretos hay en la historia, y resulta oportuno recordar lo que sucedió con los rayos X en sus inicios, donde tampoco se observaban daños inmediatos a las personas tras su aplicación.

2 Los rayos X y la belleza femenina

Al poco tiempo de aparecer los primeros equipos para radiografías, surgieron en los EE.UU. salones de belleza que empleaban los rayos x para depilar los vellos en diversas partes del cuerpo, principalmente de mujeres jóvenes. El procedimiento fue promovido, entre otros, por el médico Albert C. Geysler, quien se presentaba con los siguientes atributos (según el original en idioma inglés): *‘Medical Director of the Tricho System, Formerly, Professor of Physiological Therapy and Chief of Clinic at Fordham University, Lecturer and Chief of Electro and Roentgenray Clinic at Cornell College, Lecturer and Chief of the Electro and Radio Therapy Clinic at the New York Polyclinic, etc.’* En fin, como para creer a pie juntillas todo lo que afirmara.



Figura 1. El sistema Tricho para eliminar el vello facial mediante radiación de rayos X. (<http://www.museumofquackery.com/ephemera/tricho.htm>)

Para 1925 existían en los EE.UU. alrededor de 75 máquinas Tricho diseñadas para eliminar los molestos e indeseables vellos en las mejillas y el labio superior de señoras y señoritas –y quizás de algún que otro insatisfecho caballero (figura 1). Sin embargo, al cabo de unos pocos años se comprobó que una gran dosis única de radiación, o muchas dosis pequeñas repetidas en largos períodos de tiempo, podía causar daños serios en los tejidos sin que se notara de inmediato, creando lesiones que sa-

lían a la luz meses o años después. Las lesiones se manifestaban como cambios en la pigmentación, queratosis, úlceras y la aparición de carcinomas que conducían a la muerte.

En 1930 el Dr. Henry H. Hazen publicó un artículo titulado 'Daños como Resultado de la Irradiación en los Salones de Belleza' donde aparece escrito lo siguiente: "Hace alrededor de 5 años cierto número de salones de belleza en varias ciudades instalaron máquinas Roentgen con el propósito de tratar el vello superficial... (también) se aplicaron tratamientos para otras condiciones... En mi lista hay una paciente que alegaba haber sido tratada por acné, y otra por pecas".¹⁰ En su gran mayoría eran mujeres con edades entre 18 y 30 años. Más adelante resume el Dr. Hazen: "En varios congresos han aparecido muchos reportes de daños a la piel causados por los tratamientos de rayos Roentgen en los salones de belleza... En esta serie de 10 casos no menos de 7 mujeres han recibido serios daños... Es de notar que en cada caso apareció una irritación a partir de la tercera o cuarta sesión y que, no obstante, se continuó la aplicación de los tratamientos. No podemos dejar de maravillarnos de la estupidez de los operadores y de la persistencia e ignorancia de las víctimas. Cualquier medida para proteger de su propia tontería a las mujeres que buscan mejorar su apariencia es recomendable. Es asombroso que en muchas comunidades las actas de práctica médica solo incluyan la prescripción de medicamentos y permitan a cualquier fisioterapeuta aplicar sus prácticas sin permiso o interferencia, con un total desprecio por los peligros potenciales de su proceder".

Lo que resulta aún más sorprendente es que situaciones similares se produzcan en la actualidad, no con los rayos X, sino con otros procedimientos que no han sido estudiados lo suficiente. Tales procedimientos prometen un máximo de beneficios con un mínimo de molestias, aunque en realidad su eficacia no ha sido demostrada, y a la larga pudieran resultar dañinos para el paciente. La situación es mucho peor cuando los practicantes se ven estimulados por la indiferencia, la tolerancia, y a veces el apoyo oficial. Una vez introducidos, los supuestos tratamientos benéficos son muy difíciles de erradicar. Sirva de ejemplo el hecho de que, a pesar de que el procedimiento de Tricho podía llegar a causar la muerte, reportes de víctimas dañadas aparecieron en las revistas médicas hasta unos 15 años después, bien entrada la década de 1940.

3 Radiaciones de baja frecuencia

El tratamiento con radiación de bajas frecuencias entre 20 y 100 Hz, reputado por algunos como muy novedoso, en realidad no lo es. La figura 2 muestra una paciente durante una aplicación del Theronoid, producido en los EE.UU. a partir de 1928. Consistía en un enrollado toroidal de alambre conductor de unos 50 cm de diámetro con una caja adosada y dos controles: uno de apaga-

do/encendido, y otro de alta/baja para regular la intensidad. Diseñado para aplicaciones caseras, el paciente lo conectaba a la corriente de la vivienda para autoaplicarse tratamientos diarios de 3 a 5 minutos de duración. Este no fue el primer dispositivo con estas características, pues con anterioridad se habían patentado otros similares, para ser usados tanto en personas como animales, hasta en caballos (para todo el caballo, parado en 4 patas, figura 3).



Figura 2. El Theronoid de 1928, prohibido en 1933.

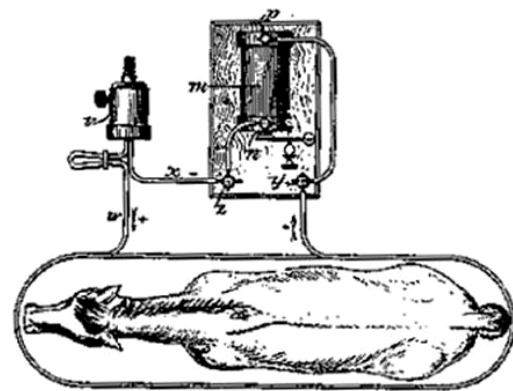


Figura 3. Terapia electromagnética para equinos. (Patente de los años 20 del siglo pasado).

Como casi siempre ocurre con estas terapias 'maravillosas', los promotores afirmaban que el dispositivo podía curar casi cualquier dolencia, desde el estreñimiento hasta la parálisis. En 1933 la Comisión Federal de Comercio de los EE.UU. prohibió la publicidad del Theronoid como dispositivo terapéutico, por no encontrar que proporcionara beneficio alguno a las personas

(<http://www.americanartifacts.com/smma/index.htm>).

La actividad eléctrica está presente en el cuerpo humano en todo momento. Es posible medir los potenciales causados por las corrientes en el corazón mediante el electrocardiograma, o en el cerebro mediante el electroencefalograma. Un hueso sometido a un esfuerzo mecánico también puede generar diferencias de potencial por efecto piezoeléctrico. De manera que no es absurdo suponer que la aplicación de una corriente eléctrica adecuada de baja intensidad pudiera afectar los tejidos de distintas maneras.

A nuestro entender, el problema principal radica en que casi nunca se supone que pudiera haber efectos dañinos. La mayoría de los investigadores asumen de entrada que, de haber algún efecto, será benéfico, sin tomar las debidas precauciones previas ensayando con tejidos y animales. La corriente eléctrica se puede aplicar directamente, a través de contactos en la piel, o de forma indirecta mediante un campo electromagnético de baja frecuencia –que genera campos eléctricos y corrientes en el interior del cuerpo-. La palabra *adecuada* es importante; los tejidos responden de muy diversa forma a diferentes señales eléctricas, en dependencia tanto del tejido particular considerado como de la señal aplicada.⁸

Aunque hay muchas otras aplicaciones reportadas, la más estudiada es la relacionada a las fracturas óseas. Si bien el mecanismo no está totalmente esclarecido, se sabe que la radiación estimula los procesos biológicos referentes a la formación del hueso y a la asimilación de implantes. Es norma usual emplear frecuencias entre 20 y 100 Hz con intensidades muy pequeñas, entre 0.5 y 8 mT, y duración de hasta 30 minutos. El tratamiento puede extenderse durante días o meses.

Pero junto a los reportes de ensayos en animales, aparecen otros muchos aplicados a las personas, a pesar de que no se ha demostrado a plenitud que los tratamientos sean siempre benéficos, y de que hay investigadores que alegan que la regeneración del hueso pudiera ocurrir de manera indeseable. Un artículo muy documentado, basado en ensayos en animales, publicado en 2003, concluye que “...sin conocer con precisión el mecanismo celular asociado a la respuesta de los tejidos a estas intervenciones, resultaría difícil e inefectivo implementar una terapia apropiada acorde a la prescripción clínica precisa”. Más adelante señala: “se requiere un esfuerzo en este sentido para lograr la suficiencia en la aplicación clínica”. Y al final de la publicación, en un intercambio con los árbitros, los propios autores advierten: “...utilizar esta tecnología de forma indiscriminada (sin prescripción y supervisión apropiada) puede causar efectos secundarios indeseados, e incluso dañinos”.¹¹

La radiación electromagnética de baja frecuencia no solo se aplica en los huesos. También en la cabeza, para supuestamente calmar los dolores o la ansiedad, o en cualquier otra parte del cuerpo con diversos fines. Existen equipos comerciales en los que se puede introducir el torso completo de una persona (figura 4).

Sin embargo, un reporte bastante extenso de la Universidad de Washington en 2004, firmado por H. Lai y

N.P. Singh¹² reporta que “... ratas expuestas a campos sinusoidales de 60 Hz por dos horas, a intensidades de 0.1-0.5 mT, mostraron incremento de la rotura de cadenas simples y dobles de ADN en las células del cerebro”. Tal resultado debiera indicarle a los magnetoterapeutas contemporáneos no aplicar indiscriminadamente campos de baja frecuencia cerca de la cabeza de los pacientes, al menos hasta tener mayor información sobre el tema. Si el efecto también se presentara en otro tipo de células –lo que es muy probable- al exponer los ovarios o los testículos a estas radiaciones se podría dañar el ADN de óvulos y espermatozoides. Como son entidades unicelulares, se incrementaría así la probabilidad de que el paciente llegue a procrear hijos con alguna anomalía, lo que, desde luego, no se sabrá de inmediato.



Figura 4. Equipo comercial moderno para radiaciones de baja frecuencia.

Conclusiones

A pesar de la inmensa cantidad de publicaciones y resúmenes acerca de los efectos de la radiación electromagnética en terapias de diversos tipos, el denominador común de las conclusiones parece ser ‘se necesitan más estudios’. Se reconoce la estimulación del crecimiento de las fracturas como algo comprobado, pero existen alertas indicando que la regeneración del hueso pudiera ocurrir de manera indeseable. Otros consideran que los beneficios no justifican su relativamente alto uso clínico en algunos lugares. Reportes acerca del daño en las cadenas de ADN de ratas sugieren una posible afectación a óvulos y espermatozoides si la radiación se aplica de forma indiscriminada. Los niveles de densidad de corriente inducida por la exposición a líneas de alta tensión y otras fuentes en la industria y áreas residenciales son, en casi todos los casos, bastante menores que los niveles medibles en el laboratorio que originan perturbaciones sobre las funciones biológicas. Este resultado tiende a desestimar cualquier posible influencia de los factores residenciales en la salud de las personas.

Referencias

1. Jamtvedt G., K. Thuve Dahm, A. Christie, R. H. Moe, E.

Haavardsholm, I. Holm, K. B Hagen, Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: An overview of systematic reviews, *Physical Therapy* vol. 88 Number 1, January (2008).

2. Vincent W., F. Andrasik and R. Sherman, Headache treatment with pulsing electromagnetic fields: A literature review, *Appl. Psychophysiol. Biofeedback* 32:191–207 (2007)

3. McCarthy CJ, Callaghan MJ, Oldham JA. Pulsed electromagnetic energy treatment offers no clinical benefit in reducing the pain of knee osteoarthritis: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders* 7:51, (2006)

4. Hulme JM, Robinson VA, de Bie RA, et al. Electromagnetic fields for the treatment of osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* (1):CD003523, (2002)

5. Mollon B., V.da Silva, J. W. Busse, T. A. Einhorn and M.Bhandari, Electrical stimulation for long-bone fracture-healing: A meta-analysis of randomized controlled trials, *J Bone Joint Surg Am.*; 90: 2322-2330 (2008).

6. McNamee D.A., A.G. Legros, D.R. Krewski, Gerald Wisenberg, Frank S. Prato and Alex W. Thomas, A literature review: the cardiovascular effects of exposure to extremely low frequency electromagnetic fields; *Internat. Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 82: 919-1041 (2009)

7. Tenford T.S. e, Biological Interactions and Potential Health Effects of Extremely-Low-Frequency Magnetic Fields From Power Lines and other Common Sources. *Annu. Rev. Publ. Health* 13:173 (1992)

8. Solomon S., A Review of Mechanisms of Response to Pain Therapy: Why Voodoo Works; *Headache*, vol. 42:656-662 (2002)

9. Funk R.H.W, T. Monsees and N Ozkucur, Electromagnetic effects – From cell biology to medicine, *Progress in Histochemistry and Cytochemistry* 43, 177–264, (2009)

10. H.H. Hazen, Injuries Resulting from Irradiation in Beauty Shops, *American Journal of Roentgenology and Radium Therapy* vol. 23, No.4, 409-412 (1930).

11. E.Y.S. Chao and N. Inoue, Biophysical stimulation of bone fracture repair, regeneration and remodelling, *European Cells and Materials*, vol. 6, p.72-85, (2003).

12. H. Lai and N.P. Singh, Environmental Magnetic-Field-Induced DNA Strand Breaks in Brain Cells of the Rat, *Health Perspectives*, 112, 6, p.687-694, Mayo (2004).