

Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay"

MAGNETOTERAPIA, SU APLICACIÓN EN LA MEDICINA

Tte. Cor. Juan Daniel Zayas Guillot¹

RESUMEN

El magnetismo constituye una ciencia que tiene en su haber el juez del tiempo, para evaluar su eficacia. El doctor *William Gilbert* en su libro escrito en 1600 sobre el magnetismo, explica sus principios así como sus experiencias personales en la aplicación de este en un grupo grande de afecciones del SOMA. Durante los años transcurridos y los avances de las ciencias físicas y médicas, se han logrado comprobar muchos de los enunciados realizados por *Gilbert* y otros científicos que trabajaron en este tema. Este trabajo recoge un recuento histórico sobre la aplicación del magnetismo en la medicina, algunos de los principales investigadores y la situación actual de la aplicación del magnetismo en el mundo, basados en los estudios infométricos realizados sobre este tema por la consultoría Biomundi, con nuestra asesoría. Se realiza una breve exposición de las principales líneas de investigación y desarrollo actuales de la aplicación del magnetismo. Se concluye con los resultados de investigaciones recientes sobre los efectos adversos de la aplicación de los campos magnéticos.

DeCS: CAMPOS ELECTROMAGNETICOS; TERAPIAS ALTERNATIVAS; ENFERMEDADES MUSCULOESQUELETICAS/terapia.

En el oriente de Grecia septentrional se encuentra Tesalia, famosa otrora por sus hermosos caballos. Limita al norte con Macedonia y en la frontera que separa la Macedonia de la Tesalia, se ubica el Monte Olimpo, morada de los dioses.¹

Magnesia es una extensa región de la Tesalia, alargada hacia el sur y bañada por las aguas azules del mar Egeo. Se cuenta que el pastor *Magnus* de la tribu de los magnetos, nativos de Magnesia, cuando deambulaba en el monte Ida de la isla de

Creta, fue fuertemente atraído hacia el suelo por la punta de su bastón y por los clavos de su calzado, en grado tal que tuvo dificultad para caminar. Al remover la tierra para encontrar la causa del fenómeno, descubrió una piedra llamada magnetita (del latín *magnes*, magnetis y del griego *magnes*, *magnetos*, imán), con la muy extraña propiedad de atraer el hierro. No se sabe que tanto haya de verdad en esta historia; pero lo que parece darle cierta verosimilitud es el párrafo que a continuación

¹ Especialista de II Grado en Ortopedia y Traumatología. Profesor Asistente. Profesor Consultante.

se presenta tomado de la Enciclopedia Británica: ¹

“Desde varias centurias antes de la Era Cristiana, se sabía que una piedra mineral, un óxido del hierro magnético (magnetita = Fe_3O_4), tenía la propiedad de atraer al hierro y a otras piezas del mismo mineral. Este magneto natural fue mencionado por *Tales de Mileto* (624 - 548 A.C.) y según el decir de *Platón*, *Sócrates* afirmaba que en una cadena de anillos de hierro, cada anillo sostenía al de arriba por una atracción magnética”.

En los primeros años del siglo XVI el famoso alquimista, médico y místico suizo *Philippus Aureolus Paracelsus* (1493-1541) utilizó los imanes en procesos inflamatorios, heridas supurantes, ulceraciones y afecciones internas de los intestinos y el útero.^{1,2}

El doctor *William Gilbert de Rochester*, Gran Bretaña (1540-1603), notable médico de su época y Presidente del Colegio Médico de la Reina *Isabel I*, escribió en 1600 un libro que siguió toda una era, titulado *El magnetismo*, que cobró gran difusión mundial.

Hacia mediados del siglo XIX, el físico inglés *Michael Faraday* demostró el comportamiento de un imán alrededor de una corriente, fue el fundador del biomagnetismo y la magnetoquímica. Demostró que toda la materia es magnética en un sentido u otro, es decir, la materia es atraída o repelida por un campo magnético.^{1,2}

La tierra es un gigantesco imán natural y por ende, transmite energía magnética a todos los organismos vivientes humanos, animales y vegetales.

TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN MEDICINA

El desarrollo de la vida está indisolublemente ligado a las radiaciones magnéticas, y tanto las plantas como el hombre y los animales son afectados para bien o para mal por este fenómeno, el cual en innumerables ocasiones es inevitable.¹

Por todo esto es de vital importancia conocer de qué modo influye el campo magnético y electromagnético (CME) sobre los seres vivos, en primer lugar, pero también conocer cómo el hombre puede manipular este y obtener beneficio de sus propiedades, ya sea por aplicación directa, o por el desarrollo de sistemas y equipos que mejoren la calidad de la vida en general.

Es por ello que en importantes centros de investigaciones en el mundo, los sistemas que aplican al campo magnético son muy estudiados, con resultados satisfactorios en muchos casos, lo que abre un vasto campo para el desarrollo de diversas tecnologías y aplicaciones. Sin duda la consulta y el estudio de las tendencias de investigación y desarrollo mundial sobre la aplicación del CME tiene importancia primordial para definir cuáles son las ramas que más resultados aportan a la sociedad, es por eso que un trabajo con tales características es indispensable en cualquier proyecto de investigación.

En el proceso de investigación sobre las propiedades y posibilidades de utilización del CME en la medicina, biotecnología, agricultura y otras ramas fueron consultadas 18 bases de datos entre las que se encuentran: Medline; Excerpta Medica; Predicast; Biomundi Data Base entre otras, por solo citar las más relevantes.

También fueron consultados un número importante de publicaciones seriadas y no seriadas de las cuales se recogió información trascendental.

Dentro de todas las fuentes consultadas la mayor cantidad de información fue obtenida de la base de datos Medline con más del 85 % de la información científica analizada. En un principio se tomó como punto de partida para el análisis los 5 últimos años, pero la cantidad de registros existentes en la base de datos Medline fue tan grande (más de 4 000 registros sobre el tema) que se decidió utilizar solamente en esta base de datos la de los años 1994, 1995 y 1996 para realizar el estudio. De este modo se localizaron casi 2 000 registros sobre el tema.³⁻⁵

La medicina es sin duda la rama donde con mayor intensidad se realizan investigaciones y se desarrollan aplicaciones utilizando las propiedades del CME.

Anualmente se publican sobre el tema un número impresionante de trabajos de investigaciones sobre las diversas ramas que la esfera abarca en muchas de las publicaciones seriadas de mayor prestigio a nivel mundial.

Las líneas de investigación se dirigen hacia 3 objetivos esencialmente:

- Aplicación como magnetoterapia.
- Aplicación como medio diagnóstico.
- Estudios epidemiológicos (efectos adversos).

MAGNETOTERAPIA

La magnetoterapia es el método mediante el cual sobre el organismo humano se aplican campos magnéticos constantes (CMC) o variables (CMV) con el objetivo de solucionar determinadas afecciones. A diferencia del campo electromagnético de alta frecuencia durante la acción del CMC ó CMV de baja frecuencia los efectos térmicos son despreciables.^{1,3,5,6}

EFFECTOS TERAPÉUTICOS

En investigaciones realizadas en importantes centros científicos se ha comprobado el efecto sedante del campo magnético sobre el sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y la musculatura, el cual ha mostrado una acción mioenergética y espasmolítica sobre los músculos así como también antialérgica, cicatrizante y trófica.

También puede ser utilizado para el tratamiento ortopédico-traumatológico, sea invasivo o no invasivo, de manera que induce en el organismo cambios de la membrana celular de los tejidos, metabólicos, de los procesos enzimáticos, en la actividad de reconstrucción y normalización del tejido nervioso en el ámbito celular.^{2,7,8} El CME estimula la acción general de la normalización sobre los impulsos nerviosos, la circulación sanguínea y la dinámica muscular y de coordinación. El campo magnético aumenta la actividad inmunológica e intensifica la microcirculación.

Las acciones locales del CME puede condicionar la reestructuración general adaptativa de todo el organismo y efectos antiinflamatorios en regiones distintas del lugar de acción.^{1,9,10}

De conformidad con los mecanismos generales de acción, el campo magnético tiene aplicación en pacientes con osteoartrosis cervical que presentan perturbaciones motoras y de la sensibilidad. Un campo magnético de 20 - 30 mT es capaz de disminuir la sensación de dolor en la zona de enervación radicular cervical y en los brazos, y aumentar la capacidad de movimiento en esta zona. La magnetoterapia ejerce igualmente efecto terapéutico en las enfermedades del sistema neurovegetativo, en pacientes que presentan polineuritis diabética, neuritis

izquémica y síndrome infeccioso alérgico; después de 3 a 5 días de tratamiento disminuyen o desaparecen los dolores.^{9,11}

Se emplea además para el tratamiento de la neuritis redicular lumbar y sacra en niños, manifestada por dolores fantasmas.

Ha sido reconocida también para la cura de enfermedades de los vasos periféricos por medio de inductores selenoides, con la localización de la acción sobre las piernas y la parte inferior del tórax en pacientes que presentan endoartritis obliterantes y arteriosclerosis oclusiva de los vasos periféricos; mejora la circulación sanguínea arterial y venosa y elimina los edemas, el dolor y la pesadez en las piernas.^{12,13}

De forma experimental se ha comprobado además que el empleo del CME es capaz de elevar la estabilidad de la membrana mucosa del estómago expuesta a la acción lesionadora del estrés. Por otro lado, el CME mediante determinada selección de los parámetros, intensifica los procesos preparativos de la túnica acuosa de estómago de existir úlcera no cicatrizada por largo tiempo.

Observaciones clínicas han demostrado que el CMV ejerce una influencia positiva en el transcurso de enfermedades ulcerosas del estómago y del duodeno; esto se refleja en el debilitamiento y el cese de la sensación de dolor. El CMV no provoca agudización durante el proceso terapéutico y puede ser utilizado durante los primeros días de la curación. El CME tiene aplicación también en la cura de pacientes que presentan neumonía aguda retardada. Un CMV de 50 Hz y de intensidad de 15 - 35 mT y superior induce en cierto grado, una mejora en la ventilación de los pulmones y disminuye el contenido de inmunoglobulina, y aumenta la cantidad de linfocitos T.^{14,15}

Hoy día el CME está siendo ampliamente empleado para la curación de diversos procesos inflamatorios de la pelvis menor de la mujeres; la magnetoterapia ejerce una acción favorable en la endometriosis, no solo sobre el proceso inflamatorio acompañante en los anexos del útero, sino además mejora la función genital de las mujeres. La acción antiinflamatoria del CME se emplea en la profilaxis de las mastitis en las parturientas y en la curación de las salpingofaritis en el período de agudización. Durante este período la presencia de miomas en el útero no constituye una contraindicación para el empleo de la magnetoterapia. Además de esto la acción aspamolítica, analgésica y antiinflamatoria del CMV permite su recomendación para el tratamiento de cálculos renales en pielonefritis acompañante.^{5,16}

Por todo lo anteriormente planteado la investigación y el desarrollo de terapias con la utilización del CME se dirige hacia 4 líneas fundamentales, las causas están dadas por el efecto que proporciona este como:^{17,18}

- Bioestimulador
- Analgésico
- Antiinflamatorio
- Antiedematoso

APLICACIÓN DE LA MAGNETOTERAPIA

Las principales aplicaciones del CME en la medicina con fines terapéuticos son los siguientes:

- Alteraciones pasajeras de la circulación sanguínea cerebral después de un insulto o trauma.
- Neuritis en diferentes localizaciones, dolores fantasmas y polineuritis vegetativa.
- Ganglionitis inflamatoria de los troncos simpáticos.

- Enfermedades izquémicas ligeras y de grado medio del corazón, endoarteritis, arteriosclerosis oclusiva de los vasos de las piernas y los brazos.
- Insuficiencia venosa crónica, incluyendo alteraciones tróficas.
- Asma bronquial y neumonías prolongadas.
- Enfermedades ulcerosas del estómago y del duodeno, hepatitis subagudas, incluyendo la viral y pancreatitis subaguda.
- Osteoartrosis en todas sus manifestaciones articulares.
- Enfermedades distróficas e inflamatorias de las articulaciones; fractura de huesos tubulares y del maxilar inferior.
- Dermatitis crónica, psoriasis, esclerodermia.
- Heridas de tejidos blandos.
- Otitis agudas, amigdalitis, odontalgia y flemones posoperatorio.

APLICACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO EN LA BIOTECNOLOGÍA

Las más recientes investigaciones acerca de la influencia del campo magnético sobre los organismos vivos han despertado nuevas expectativas sobre la función que el electromagnetismo puede desempeñar en la medicina clínica. De manera general se plantea que el cuerpo humano es un verdadero universo de interacciones electromagnéticas de los organismos en conjunción con los aspectos biológicos a ellas asociados.

Hace ya más de 20 años que se demostró que las ondas cerebrales se encuentran asociadas con un campo magnético muy débil, específicamente de onda alfa y delta, ondas similares se encuentran igualmente asociadas con el corazón humano.

La importancia fisiológica de este débil campo magnético en la regulación de la estructura y función de los tejidos y células del cuerpo humano ha sido verificado en numerosas ocasiones por trabajos investigativos desarrollados con este fin. En la literatura consultada se reporta que las fuerzas electromagnéticas, una de las 4 fuerzas fundamentales de la naturaleza, son esenciales para el mantenimiento de la integridad estructural y funcional del tejido humano, las células y los genes.

La información bioquímica y electromagnética que fluye desde los genes al ARN y de este a la proteína no es unidireccional. El flujo inverso puede ser asimilado por un ADN viral el que podría interesarse en el genoma humano o desprenderse y trasladarse hacia ese lugar para enlazarse hacia otra porción del cromosoma. También ha sido demostrado que el campo magnético aunque fuese débil puede llevar a un estado exitado a los constituyentes celulares. Estas fuerzas pueden regular la estructura molecular de los genes, las hormonas, factores tróficos y las enzimas e influir en su orientación y disposición fisiológica.^{2,3,8,16}

De modo general existe una interrogante fundamental: ¿Cuál es el mecanismo por el cual el campo electromagnético actúa?

Algunos autores plantean esta idea: cuando a través de un conductor circula una corriente eléctrica en presencia de un campo magnético se induce a través de este la denominada fuerza electromotriz. El conductor puede ser una célula, un gen o una proteína. Cuando el potencial eléctrico varía entre las caras de un enrejado cristalino, tal como una proteína, se produce una deformación mecánica que provoca la reorientación de las moléculas y átomos de la estructura en cuestión y por ello cambiar su posición espacial.^{5,6,11,18}

Ha sido demostrado por varios investigadores que existen tejidos humanos que poseen tales propiedades piezoeléctricas.

Estas estructuras pueden ser genes, componentes citoplasmáticos colágenos o células óseas y los efectos comentados se refieren a la conversión de las oscilaciones electromagnéticas a vibraciones mecánicas y viceversa. De este modo la estructura de los genes, factores de crecimiento, proteínas, hormonas y ARN, entre otras formaciones, son controladas por este mecanismo junto a otros más generales como las acciones bioquímicas. Se puede señalar también que según los datos obtenidos de los recientes estudios acerca de la influencia de las radiaciones electromagnéticas no iónicas sobre los sistemas biológicos, se abren nuevas vías para la utilización del electromagnetismo en la modificación de los procesos biológicos y en la manipulación entendida de modo general, de los organismos vivos.^{1,5-7,19-21}

La acción del campo magnético y electromagnético a nivel celular actúa del modo siguiente:

- la activación de la repolarización y de la permeabilidad,
- la mayor rapidez de la mitosis,
- el aumento del DNA,
- la actividad del metabolismo de los iones y de la oxigenación.

A nivel hístico se ha comprobado:

- el desarrollo de círculos vasculares colaterales,
- la reabsorción de edemas,
- la acentuación de la actividad fagocitaria de los leucocitos,
- la activación en la formación de las estructuras conectivas fibrosas,
- la activación osteoblástica.

INFORMACIÓN OBTENIDA SOBRE LA BIOTECNOLOGÍA Y LAS RAMAS MÉDICAS

Principales temas investigados en medicina y biotecnología. Los principales temas investigados (de 2 000 publicaciones analizadas) en medicina y biotecnología en este estudio fueron los siguientes: tópicos generales el 19,7 %; neurología 17,4 %; otros 15,1 %; biotecnología 8,9 %; efectos adversos 7,0 %; terapia 5,6 %; equipamientos y métodos 5,1 %; oncología 22,9 %; ortopedia 2,9 % y otras ramas más de la medicina.^{20,21}

Principales regiones donde se estudia la aplicación y efecto del campo magnético y electromagnético. La región donde más se trabaja en el tema es en América del Norte con casi el 45 % de las investigaciones con respecto al total, a esta le sigue Europa con algo más del 41 % y Asia, Australia y Oceanía con poco más del 13 %.²²

Principales países que investigan sobre la aplicación del campo magnético y electromagnético en la medicina y la biotecnología. Sobre el tema han realizado investigaciones 34 países. El país que más investiga resulta ser EUA con el 53 % de los trabajos consultados, a este le sigue Alemania con el 14 %, Japón con el 12 %, el Reino Unido con el 11 % y Canadá e Italia con el 5 % del total.²²

Principales publicaciones seriadas sobre el tema de análisis. El tema que se está investigando aparece reportado en 420 publicaciones, pero tan solo 50 de estas publicaciones, menos del 15 % poseen casi el 50 % de los registros totales extraídos, las 10 primeras publicaciones son: *Bioelectromagnetics*, EUA, con 56 publicaciones; *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, Irlanda, con 55; *IEEE Trans Action on Biomedical*

Engineering, EUA, con 31; *International Journal of Neurosciences*, EUA, con 26; *Muscle & Nerve*, EUA, con 23; *American Journal Epidemiology*, EUA, con 17; *Problemas of Health Resorts Physiotherapy and exercise therapy*, Rusia, con 16; *Review on Environmental Health*, Reino Unido, con 15; *Biochimica et Biophysica Acta*, Holanda, con 13; *Journal of Physiology*, Reino Unido, con 13; *Science*, EUA, con 13 trabajos publicados en este período analizado.

En total aparecen artículos publicados en 18 idiomas, entre los que se destacan el inglés, el ruso y el alemán.

De modo similar EUA es el país donde más se publica sobre este tema, con el 47 % de los trabajos revisados, le sigue el Reino Unido con el 17 % y Rusia con el 8 % del total; es útil señalar que los primeros 8 países, del total de 32 en los que aparecen reportadas publicaciones que traten el tema, recogen más de 90 % de estas.²²

Principales autores e instituciones.

Existen, entre los años analizados, un total de 3 058 científicos que han publicado sobre el tema tanto como autor principal o secundario. De ellos tan solo 24 han publicado más de 3 trabajos con más del 50 % de las veces como autor principal. Entre los autores principales se encuentran: *Sandyk R* (Laboratorio de investigaciones de Neuro Comunicación) EUA, con 23 trabajos; *Pascual-Leone A* (Instituto Nacional de Afectaciones Neurológicas), EUA, con 12; *Savitz DA* (Escuela de Salud Pública de la Universidad de Carolina del Norte) EUA, con 10; *Ugaway* (Departamento de Neurología Universidad de Tokio) Japón, con 7; *Jacobsonjl* (Departamento de Psicología Universidad del Estado de Wayne), EUA, con 6; *Bondemark* (Clinical Ortodoncia), Suecia, con 6 trabajos publicados en este período.²²

CENTROS QUE APLICAN EL CAMPO MAGNÉTICO Y ELECTROMAGNÉTICO CON FINES MÉDICOS

- Todos los hospitales nacionales.
- Todos los hospitales provinciales.
- Todos los hospitales regionales.
- Todos los hospitales militares.
- Centro de Investigaciones Médico-Quirúrgica (Ciudad de La Habana).
- Policlínico del Ministerio del Interior (MININT) (G y 19, C. Habana).
- Policlínico del municipio Santa Cruz del Norte (La Habana).
- Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos.
- Facultad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba.
- Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (Santiago de Cuba).
- Facultad de Ciencias Médicas de Camagüey.
- Hospital Nacional de Rehabilitación “Julio Díaz”.
- Centro de Descanso y Salud (MININT).
- Las Clínicas de Medicina Bioenergética y Naturalista.

EFFECTOS ADVERSOS DEL CAMPO MAGNÉTICO Y ELECTROMAGNÉTICO

Las investigaciones realizadas en este campo se enfocan hacia 2 tipos de ensayos: los realizados en animales, fundamentalmente en aves, y los realizados en humanos.

Estudios realizados en aves. La interpretación y relevancia de los estudios realizados en aves de la capacidad del CME de afectar el desarrollo es una problemática dada tanto por los factores específicos de estos como por su extrapolación a los mamíferos. En el primer tópico se discute desde las diferencias de resultados por la

orientación de las posturas de las aves hasta por la diferencia en la frecuencia y forma de onda del campo utilizado; respecto al segundo punto se llegó al criterio de que la extrapolación entre aves y mamíferos era extremadamente difícil. El problema fundamental consiste en las diferencias madre-feto existente entre los 2 sistemas que dificulta la validación de los resultados finales de cada experiencia.^{23,24}

Estudios realizados en mamíferos.

Los estudios realizados en mamíferos no demuestran un comportamiento que pueda definir la aseveración de la afectación de la reproducción y el desarrollo de estos debido a su exposición al CME, pues los resultados obtenidos en ambos sentidos no dan significación estadística.^{23,24}

CONSIDERACIONES FINALES

La literatura sobre el tema se refiere fundamentalmente al aborto espontáneo y las malformaciones congénitas, pero en algunos casos se incluyen otras mediciones como son el peso al nacer. La mayor cantidad de los estudios realizados son aquellos que consideran la exposición de las mujeres embarazadas al CME producido por los videos terminales. En este caso como en el estudio de las posibles afectaciones producidas en mamíferos no se puede concluir que existan afectaciones al desarrollo prenatal debido a la exposición al

CME, como tampoco fue validado estadísticamente que la exposición al CME generado por los videos-terminales incremente el riesgo de aborto espontáneo, malformaciones congénitas o bajo peso al nacer.^{23,24}

OTROS ESTUDIOS REALIZADOS

El Consejo de Investigaciones de la Academia Norteamericana de Ciencias concluyó (Dic. 1998):

- Que no existen pruebas algunas que los campos magnéticos de baja intensidad desempeñen un papel en el desarrollo de cánceres.
- Tengan relación con perturbaciones del comportamiento o aprendizaje.
- El consejo examinó unos 500 estudios sobre campos magnéticos realizados desde hace 17 años.^{23,24}

Después de 6 años de investigaciones aceleradas, por mandato del Congreso de los EUA, el Instituto de la Ciencia y la Salud del Medio Ambiente (NIEHS) anunció el 15 de junio de 1999, sus conclusiones que plantean: que es débil la evidencia del riesgo de cáncer y otras enfermedades sean producidas por los efectos de las fuentes de corriente eléctrica y de los campos magnéticos, que actúan alrededor de un punto localizado.^{23,24}

SUMMARY

Magnetism is a science whose efficiency has been judged by time. Dr. William Gilbert in his book about magnetism written in 1600, explained its principles and his personal experiences in its application on a large group of affections of the SOMA. During all these years and with the advances of physical and medical sciences, many of the enunciations made by Gilbert and other scientists that worked on this topic have been proved. This paper includes a historical review on the application of magnetism in medicine, some of the main researchers and the present situation of the application of magnetism in the world, based on the infometric studies conducted on this topic by Biomundi consultancy, with our advisory. A brief explanation of the main present lines of research and development of the application of magnetism is made. The results of recent research on the adverse effects of the application of the magnetic fields are shown to conclude.

Subject headings: ELECTROMAGNETIC FIELDS; ALTERNATIVE THERAPIES; MUSCULOSKELETAL DISEASES/therapy.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guillén P, Madrigal J. Aplicaciones clínicas de los campos magnéticos, magnetoterapia y magnetoosteogenia. *Rev Esp Cir Osteoart* 1985;27:120-257.
2. Adair RK. Effect of ELP magnetic fields on biological magnetite. *Bioelectromagnetics* 1993;14:1-4.
3. Bassett CA, Millar GJ. Repair of non-union by pulsing electromagnetic fields, *Acta Orthop Belg* 1978;44:7.
4. Campbel WC. *Cirugía Ortopédica*. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 1986;vol 1:508-63.
5. Braken MB, Balager K, Hellenbrand K, Dlugosz L, Holford TR, McSharry JE, et al. Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds: Association with birthweight and intrauterine-growth retardation. *Epidemiology* 1995;6:263-70.
6. Dlugosz L, Vena J, Byers T, Sever L, Bracken M, Marshall E. Congenital defects and electric bed heating in New York state: a register-based case-control study. *Am Epidemiol* 1992;135:1000-11.
7. Ceballos A, Zayas JD. La estimulación eléctrica en la consolidación de las fracturas tratadas por fijación externa. *Med* 1984;3(5):64.
8. Bassett CAL, Valdez MG. Modification of fractures repair with selected pulsing electromagnetic fields. *J Bone Joint Surg* 1982;64A:888.
9. Baldwin WS, Barret JC. Melatonin: receptor-mediated events that may affect breast and other steroid hormone-dependent cancers. *Molec Carcinogen* 1998;21:149-155.
10. Barnes FS. Interaction of DC and ELF electric fields with biological materials and systems. En: Polk C, Postowe, eds. *Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields*. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1996:103-47.
11. Bell GB, Marino AA, Chesson AL. Alterations in brain electrical activity caused by magnetic fields: detecting the detection process. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1992;83:389-97.
12. Balnk M, Soo L, Papstein V. Effects of low frequency magnetic fields on Na, K-ATPase activity. *Bioelectrochem Bioenergetics* 1995;38:267-73.
13. Goodman R, Shirley-Henderson A. Transcription and translation in cells exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. *Bioelectrochem Bioenergetics* 1991;25:335(1991).
14. Blanchard JP, Blackman CF. Clarification and application of an ion parametric resonance model for magnetic field interactions with biological systems. *Bioelectromagnetics* 1994;15:217-38.
15. Blank M, Soo L. Temperature dependence of electric field on Na, K-ATPase. *Bioelectrochem Bioenergetics* 1992;28:281-9.
16. Hardell L, Holmberg B, Malcker H, Paulsson LE. Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and the risk of malignant diseases. An evaluation of epidemiological and experimental findings. *Eur Cancer Prev* 1995;4:3-107.
17. Kaune WT, Darby SD, Gardner SN, Hrubec Z, Iriye RN, Linet MS. Development of a protocol for assessing time-weighted-average exposures of young children to power-frequency magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 1994;15:33-51.
18. Boorman GA, Gauger JR, Johnson TR, Tomlinson MJ, Findlay JC, Travios GS, et al. Eight-week toxicity study of 60Hz magnetic fields in F344 rats and B6C3 F1 mice. *Fundam Appl Toxicol* 1997;35:55-63.
19. Bracken TD, Montgomery JH, eds. *Proceedings of EMF Engineering Review Symposium, Status and Summary of EMF Engineering Research (Draft)*. Charleston: Department of Energy, 1998.
20. Dovan T, Kaune WT, Savitz DA. Repeatability of measurements of residential magnetic fields and wire codes. *Bioelectromagnetics* 1993;14:145-59.
21. Chiabrera A, Blanco B, Caratozzolo F, Giannetti G, Grattarola M, Viviani R. Electric and magnetic field effects on ligand to the cell membrane. En: Chiabrera A, Nicolini C, Schwan HP, eds. *Interactions between electromagnetic fields and cells* London: Plenum, 1985.
22. Desjobert H, Hillion J, Adolphe M, Averlant G, Nefziger J. Effects of 50Hz magnetic fields on c-myc transcript levels in nonsynchronized human cells. *Bioelectromagnetics* 1995;16:277-83.
23. Sodi Pallares D. *Terapéutica con campos magnéticos pulsados y su relación con el tratamiento metabólico*. Buenos Aires: Arti Grafiche Leonelli, 1990:1-5.
24. Olden K. *Niehs report on health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields*. Washington NIH Publication No. 99-4493.

Recibido: 29 de mayo del 2001. Aprobado: 30 de junio del 2001.

Tte. Cor. *Juan Daniel Zayas Guillot*. Hospital Militar Central "Dr. Carlos J. Finlay". Ave. 31 y 114, Marianao, Ciudad de La Habana, Cuba.