

ARTÍCULO ORIGINAL

Eficacia de los imanes permanentes multipolares en el tratamiento del dolor crónico en pacientes con osteoartrosis generalizada

Effectiveness of the multipolar permanent magnets in the treatment of chronic pain in patients with generalized osteoarthritis

Lic. Mario Hechavarría Sánchez,¹ MsC. Mercedes Gay Muguercia,^{II} Dr. César Hernández Acosta^{II} y Dr.C. Luis Enrique Bergues Cabrales^I

^I Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.

^{II} Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres", Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Se efectuó un estudio longitudinal y controlado de 100 pacientes con osteoartrosis generalizada, atendidos en el Servicio de Medicina Natural y Tradicional del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres" de Santiago de Cuba, desde enero hasta diciembre del 2010, a fin de evaluar la eficacia de los imanes permanentes multipolares en el tratamiento del dolor crónico en los afectados. Estos imanes se ubicaron y fijaron en diferentes puntos de acupunturas para aliviar la dolencia. Los niveles de dolor se cuantificaron mediante la Escala Visual Análoga, por sexo y rango de edades; se evaluaron a los 0, 30, 60 y 90 días durante la terapia. Se demostró la factibilidad del uso de los imanes permanentes multipolares en el alivio del dolor de los pacientes con osteoartrosis generalizada por ser simples, seguros, eficaces y no inducir efectos adversos en el organismo.

Palabras clave: osteoartrosis, imanes permanentes multipolares, Escala Visual Análoga, Servicio de Medicina Natural y Tradicional, atención secundaria de salud.

ABSTRACT

A longitudinal and controlled study of 100 patients with generalized osteoarthritis, assisted in the Service of Natural and Traditional Medicine of "Saturnino Lora Torres" Clinical Surgical Teaching Provincial Hospital in Santiago de Cuba was carried out from January to December, 2010, in order to evaluate the effectiveness of the multipolar permanent magnets in the treatment of the chronic pain in those affected. These magnets were placed and fixed in different acupuncture points to reduce pain. The pain levels were quantified by means of the Analogue Visual Scale, by sex and age range; they were evaluated at the 0, 30, 60 and 90 days during the therapy. The feasibility of the use of the multipolar permanent magnets was demonstrated in the relief of pain of the patients with generalized osteoarthritis as they are simple, sure, effective and do not induce adverse effects in the organism.

Key words: osteoarthritis, multipolar permanent magnets, Analogue Visual Scale, Service of Natural and Traditional Medicine, secondary health care.

INTRODUCCIÓN

La artrosis u osteoartritis (OA) es una enfermedad reumática producida por el desgaste del cartílago; tejido amortiguador que protege los extremos de los huesos y favorece el movimiento de la articulación. Se manifiesta en personas obesas y con enfermedades genéticas que afectan al tejido conectivo; es la más frecuente tanto en hombres como en mujeres a partir de los 45 años, principalmente en personas de la tercera edad.¹

De hecho la OA puede afectar a cualquier articulación del cuerpo; no obstante, las más frecuentes son la artrosis de la espalda, que suele afectar al cuello y la zona baja de la espalda (artrosis lumbar); de la cadera y rodilla, así como la de manos, trapecio-metacarpiana y pies, que suele presentarse a partir de los 50 años. Los 3 tipos etiológicos de la OA primaria son: tipo I (causa genética), tipo II (hormona-dependiente) y tipo III (relacionada con la edad). No se sabe aún con certeza cuál es el origen de esta afección; sin embargo, se conoce que la superficie del cartílago se rompe, se desgasta y aumenta la fricción entre los huesos que conllevan al dolor, hinchazón y/o pérdida de movimiento en la articulación. Con el tiempo, la articulación llega a perder su forma original y pueden crecer en ella espolones.¹

Los tratamientos actuales son fundamentalmente de tipo farmacológicos y se han centrado en aliviar el dolor, así como otras molestias asociadas a la OA, mediante la administración de analgésicos (paracetamol), antiinflamatorios y ácido hialurónico. Estas terapias no han dado una respuesta definitiva a la cura de esta enfermedad e inducen efectos adversos en el aparato gastrointestinal. Otros fármacos de acción sintomática lenta (condroitín sulfato, glucosamina y sus combinaciones) no presentan eficacia clínica.^{1,2} También, para el tratamiento de la osteoartrosis de rodillas y cadera se usan bastones, rodilleras y terapias físicas como la acupuntura, que produce un bioefecto local y a distancia para mejorar la calidad de vida del paciente; no obstante, la acupuntura puede causar daño tisular en dependencia del lugar anatómico e inducir otros efectos adversos por su uso incorrecto y deficiente esterilización de las agujas, tales como hepatitis, síndrome de inmunodeficiencia adquirida y endocarditis bacteriana subaguda.³ Por las razones antes expuestas algunos investigadores estimulan los puntos acupunturales (de mínima impedancia eléctrica) por medio de la digitopuntura, la estimulación eléctrica y la magnetoterapia.⁴⁻⁶

Asimismo, la magnetoterapia (terapia con imanes permanente) ha ganado aceptación por su seguridad, inducción de efectos adversos mínimos en el organismo y efectividad en diferentes afecciones óseas, como la OA, osteoporosis, osteogénesis y dolor.⁷ Diferentes ensayos clínicos demuestran que el uso de campos magnéticos estáticos (frecuencia cero) y variables (frecuencias diferente de cero) disminuyen el dolor en procesos inflamatorios y aumentan la densidad del hueso; por tanto, mejoran la calidad de vida de pacientes con osteoartrosis.⁸

Para el tratamiento de la OA, el campo magnético estático ha sido generado mediante diferentes tipos de dispositivos magnéticos activos (solenoides, par de Helmholtz, doble par de Helmholtz) y pasivos (imanes permanentes bipolares con diversas geometrías y configuraciones). Los bioefectos terapéuticos del campo magnético estático se potencian cuando este se combina con tratamientos farmacológicos y no farmacológicos.⁶⁻⁸

Hasta el momento, no se han notificado estudios clínicos que evalúen la seguridad, la eficacia y los efectos adversos en pacientes con dolor crónico producido por la OA generalizada tratados con imanes permanentes multipolares (polos norte y sur alternos en la superficie del imán), razón por la cual se decidió realizar esta investigación.

MÉTODOS

Se efectuó un estudio longitudinal y controlado de 100 pacientes con osteoartrosis generalizada (36 hombres y 64 mujeres, entre 40 y 90 años de edad), atendidos en el Servicio de Medicina Natural y Tradicional del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres" de Santiago de Cuba, desde enero hasta diciembre del 2010, a fin de evaluar la eficacia de los imanes permanentes multipolares en el tratamiento del dolor crónico en los afectados.

En esta investigación participaron investigadores del Servicio antes citado y del Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) de la Universidad de Oriente, ambos en Santiago de Cuba. En la misma se garantizó el cumplimiento de la regla de las 3R (reducción, repetitividad y reproducibilidad), así como de las buenas prácticas clínicas y médicas. El interrogatorio y examen físico estuvieron a cargo del personal médico. Un solo operario se entrenó para aplicar el campo magnético en los puntos de acupuntura.

Para la realización de este estudio se tuvieron en cuenta las normas éticas de la Declaración de Helsinki.⁹ Previamente a las mediciones, cada sujeto debía estar de acuerdo y firmar el consentimiento informado, mediante el cual conocieron los objetivos y fines de la investigación.

Se incluyeron todos los pacientes que manifestaron su voluntad de participar en la investigación clínica.

Entre los criterios de exclusión figuraron: sujetos que no deseaban participar en la investigación, embarazadas y/o que tuvieran marcapasos, bombas de insulina, implantes metálicos y dispositivos eléctricos que se afectan en presencia del campo magnético, así como enfermedades en las cuales se contraindiquen el uso de sistemas magnéticos (epilepsia u otros estados convulsivos, trastornos de la conducción eléctrica cardíaca).

Por otra parte, el tratamiento se aplicó en un local a temperatura ambiente (30 ± 2 °C) y humedad ambiental entre 60-65 %, libre de equipos generadores de campo y radiaciones electromagnéticas (ambiente neutro). Esto último se garantizó para no alterar la inducción magnética generada por los imanes permanentes multipolares y así evitar que se falseara la interpretación de los resultados y/o se indujeran otros bioefectos no deseados.

Se impone señalar en este sentido que los tratamientos farmacológicos y no farmacológicos convencionales usados en la consulta de Ortopedia del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres" fracasaron en los pacientes del estudio; por tanto, estos acudieron a la consulta de Medicina Tradicional y Natural de este hospital. Se formaron 4 grupos etarios teniendo en cuenta la edad cronológica 40-49; 50-59; 60-69 y 70-90 años.

La Escala Visual Análoga (EVA) es internacionalmente empleada para evaluar el dolor y consiste en una línea recta, habitualmente de 10 cm de longitud, con las leyendas "sin

dolor" y "dolor máximo" en cada extremo. El paciente anota en la línea el grado de dolor que siente de acuerdo con su percepción individual y lo mide en centímetros desde el punto cero (sin dolor) hasta el 10 (dolor máximo). Es un método relativamente simple, que ocupa poco tiempo, aún cuando requiere de un cierto grado de comprensión y colaboración por parte del paciente. Tiene buena correlación con las escalas descriptivas, satisfactoria sensibilidad y confiabilidad, o sea, es fácilmente reproducible.¹⁰

El análisis de la EVA se realiza por grupo etario y sexo. La intensidad del dolor de los pacientes se evalúa antes (día 0) y durante (10; 30; 60 y 90 días) la aplicación de los imanes multipolares, mediante el uso de esta escala. Para cada paciente, estas evaluaciones y el tratamiento se hacen en un horario específico, previamente fijado por el especialista en Medicina Natural y Tradicional.

Igualmente, se tuvieron en cuenta diferentes índices para la evaluación de la actividad diaria del paciente, tales como actividad laboral, patrón de sueño, actividad sexual, alimentación, limitación funcional, alteraciones en el ánimo y relaciones personales de cada paciente. Si bien estos índices no cuantifican directamente el dolor, proporcionan datos objetivos, que son extremadamente útiles para evaluar la respuesta al tratamiento con imanes permanentes multipolares.

Estos imanes son cilíndricos, de ferrita anisotrópica, de estroncio, con 3 mm de grosor y 10 mm de diámetro, medidos con un pie de rey de precisión 0,05 mm. El peso de cada uno es de 0,83 g, medidos con una balanza digital Sartorius (Alemania), de precisión $\pm 0,1$ g.

La inducción magnética en la cara de los imanes permanentes multipolares es de 0,07 $\pm 0,01$ T, medida con un gausímetro Gorsky (Rusia) de precisión 0,01 T. Esta inducción magnética es la que se aplica en los puntos de acupuntura específicos IG11 (meridiano intestino grueso, ku 11), E36 (meridiano estómago, ku 36), BP6 (meridiano bazo-páncreas, ku 6) y H3 (meridiano hígado, ku 3). Dichos puntos son inmunológicos y hemostáticos del cuerpo humano; la activación de los mismos alivia el dolor y estimula los mecanismos homeostáticos del individuo.⁸ Los imanes se colocaron en los citados puntos y se fijaron a la piel con esparadrapo durante los 3 meses de tratamiento.

Un programa de computación fue implementado en el software MATLAB para calcular las inducciones magnéticas en cada punto de las superficies de los imanes multipolares y bipolares, así como las distribuciones de campo magnético generadas por ambos tipos de imanes. Los resultados se expresaron en porcentaje.

En este estudio, la información se obtuvo de la historia clínica de cada paciente; para su procesamiento se crearon las planillas de recogidas de datos y luego se confeccionó una base de datos en el programa Microsoft Excel. Dicha información, aunque puede ser revisada por otros investigadores, autoridades hospitalarias y regulatorias estatales o quienes estas designen, no se hará pública en ningún caso. Su identidad no será revelada en ninguna publicación científica. Se conserva por 15 años en el Servicio de Medicina Natural y Tradicional del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres".

RESULTADOS

La medición de la inducción magnética, con el gausímetro, en la superficie de cada imán permanente multipolar revela un mapa espacial como el que se muestra en la figura. También, la distribución alterna de las polaridades norte (N) y sur (S) en la superficie de cada imán se representa en dicha figura, la cual revela que el campo magnético estático generado en las superficies de los imanes permanentes multipolares es no homogéneo (o no uniforme). Las simulaciones corroboran que la inducción magnética decrece inversamente proporcional con el cuadrado de la distancia y a partir de $z = 1$ cm, la inducción magnética es cero.

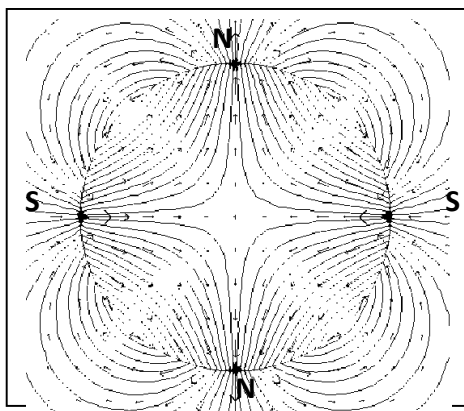


Fig. Líneas del campo magnético estático en la superficie de un imán permanente multipolar de polaridades norte (N) y sur (S), alternas

Todos los afectados refirieron dolor crónico severo generalizado antes del tratamiento con imanes multipolares (día cero). Se corroboró que la mayor incidencia de la OA estuvo en pacientes mayores de 60 años (tabla 1) y fue más frecuente en mujeres que en hombres (tabla 2).

Tabla 1. Escala del dolor según grupo etario

Escala del dolor	Rangos por grupos de edades				Total (%)
	40-49	50-59	60-69	70-79	
10	4	14		3	21,0
9	3	7	3	5	18,0
8	1	2	9	9	21,0
7	1		6	11	18,0
6		1	4	8	13,0
5		1	2	2	5,0
4			2	1	3,0
3			1		1,0
2					
1					
0					
Total	9	25	27	39	100,0

Tabla 2. Escala del dolor según sexo

Escala del dolor	Femenino		Masculino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
10	14	14,0	11	11,0	25	25,0
9	11	11,0	9	9,0	20	20,0
8	10	10,0	6	6,0	17	17,0
7	12	12,0	5	5,0	17	17,0
6	7	7,0	4	4,0	11	11,0
5	6	6,0	1	1,0	7	7,0
4	3	3,0			3	3,0
3	1	1,0			1	1,0
2						
1						
0						
Total	64	64,0	36	36,0	100	100,0

Los resultados evidencian que el tratamiento con campo magnético generado con imanes multipolares es simple y seguro. En los pacientes no se encontraron efectos ni eventos adversos, según el examen clínico y el interrogatorio. Tampoco se observó coloración rojiza en las diferentes zonas tratadas con los imanes permanentes multipolares.

Durante los primeros 10 días de tratamiento, todos los afectados refirieron alivio del dolor, lo cual se distribuyó en las escalas de 5-9, con predominio de ésta última. Esto se evidenció porque los mismos se distribuyeron en las escalas 3-8, 1-7 y 1-6 a los 30, 60 y 90 días de tratamiento, respectivamente (tabla 3).

Tabla 3. Evolución de los síntomas según la Escala Visual Analógica del dolor durante los 90 días de tratamiento con imanes multipolares

Escala del dolor	Número de pacientes (%)				
	0 días	10 días	30 días	60 días	90 días
10	100 (100,0)				
9		80 (80,0)			
8		14 (14,0)	50 (50,0)		
7		3 (3,0)	17 (17,0)		
6		2 (2,0)	15 (15,0)	20 (20,0)	
5		1 (1,0)	9 (9,0)	15 (15,0)	15 (15,0)
4			7 (7,0)	20 (20,0)	20 (20,0)
3			2 (2,0)	20 (20,0)	20 (20,0)
2				10 (10,0)	15 (15,0)
1				10 (10,0)	15 (15,0)
0				5 (5,0)	15 (15,0)
Total	100 (100,0)	100 (100,0)	100 (100,0)	100 (100,0)	100 (100,0)

El examen físico y la palpación de las zonas afectadas con OA muestran una disminución de la inflamación asociada con esta afección. Según el interrogatorio realizado a todos los pacientes, su calidad de vida mejoró a partir de los 3 meses de tratamiento. Asimismo, manifestaron progreso respecto al tiempo y profundidad del sueño, la disposición y rendimiento en la actividad laboral, del estado de ánimo y las

relaciones personales, así como un aumento de su actividad funcional y mental, estabilización de la tensión arterial en el rango normal y una disminución de los niveles de glicerina y colesterol. Durante los 3 meses de tratamiento, también se observó una disminución de la rigidez en las articulaciones de cada paciente, independientemente de su localización.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio revelan un predominio de los pacientes con OA a partir de los 60 años, lo cual corrobora el criterio de que la mayor incidencia de esta afección está en la tercera edad. Esto indica que la artrosis de tipo III es la que prevalece, puesto que está estrechamente relacionada con la edad o el envejecimiento.

El hecho de que las mujeres muestran la mayor frecuencia de aparición de OA a partir de los 50 años, puede ser explicado por el proceso de menopausia, que se relaciona con los niveles de hormonas esteroideas, particularmente con los niveles bajos de estrógenos, y también puede acelerar la pérdida de masa muscular. Además, el polimorfismo del gen 1 del receptor de estrógenos se ha asociado con artrosis en diferentes poblaciones.

Resulta importante tener en cuenta que el dolor es subjetivo, lo cual significa que nadie mejor que el propio enfermo sabe si le duele y con qué intensidad; por tanto, hay que contar con el paciente al hacer la valoración de este; sin embargo, como es una sensación emocional subjetiva y desagradable, resulta muy difícil su evaluación, puesto que no existe ningún signo objetivo que pueda medir con exactitud su intensidad. Estas razones justifican la utilización en este estudio de la EVA.

Algunos ensayos clínicos rigurosos^{10,11} no han encontrado efectos benéficos del campo magnético estático y electromagnético en el dolor y hacen una crítica científica sobre la veracidad de los resultados porque se basan en un número pequeño de participantes, estudios de corta duración (menos de 1 mes) y/o son inadecuadamente controlados. Así, Pittler *et al*¹¹ solo considera en su análisis ensayos clínicos aleatorizados con un control consistente de un placebo no magnético o un equipo que genere campo magnético muy débil. Esto es siempre válido cuando las variables de estudio son medibles; no obstante, en experiencias donde las variables a estudiar son de tipo subjetivas, como el dolor, se debe tener en cuenta que el mejor "control" es el propio paciente en el cual fracasaron los diferentes métodos terapéuticos convencionales, debido a que es el único que puede dar fe de su verdadera evolución, además del examen clínico antes, durante y después de la aplicación de los imanes permanentes multipolares.

En contraste con lo referido anteriormente, este estudio, regido por las buenas prácticas clínicas y médicas, evidencia el alivio del dolor y mejora de la calidad de vida de los pacientes con OA, al menos, durante el periodo de tratamiento con imanes permanentes multipolares, verificados por EVA, el examen clínico y el interrogatorio. Estos hallazgos clínicos sugieren que, al menos, un efecto biológico se induce en el organismo cuando el campo magnético estático es aplicado en los diferentes puntos de acupuntura.

La disminución del dolor puede ser explicada, en parte, por la disminución del edema y las zonas inflamadas, lo cual confirma que el campo magnético estático tiene efectos antiinflamatorio y antiedematoso, en concordancia con otros trabajos.¹² La disminución del edema, observada en los pacientes durante los 3 meses de tratamiento, se

corresponde con lo encontrado por Morris *et al.*¹³ Los efectos antiinflamatorios a la exposición del campo magnético estático han sido explicados a partir de la supresión de la liberación de citoquina proinflamatoria IL-6 e IL-8,^{14,15} factor de necrosis tumoral α (TNF- α)¹⁵ y el incremento en las citoquinas antiinflamatorias IL-10.^{15,16} También, el campo magnético variable puede regular las citoquinas específicas involucradas en un medioambiente inflamado.¹⁷ Es bien conocido que las citoquinas proinflamatorias son mediadores importantes de la inflamación, inmunidad, proteólisis, reclutamiento y proliferación celular; además, tienen un papel decisivo en el envejecimiento y en la OA.

Como los puntos de acupuntura IG11, E36, BP6 y H3 son de baja impedancia eléctrica, inmunológicos y hemostáticos del cuerpo humano, se espera un sinergismo antiinflamatorio cuando son estimulados con un campo magnético estático. Los autores de este artículo consideran que el campo magnético estático también estimula las terminaciones nerviosas y sanguíneas que confluyen en estos puntos de acupuntura, si se tiene en cuenta que la disminución del dolor en pacientes con OA es debido a que el campo magnético estático generado por un imán permanente bipolar promueve un incremento del flujo de sangre a través de los tejidos de la piel, subcutáneo y muscular. Trabajos futuros pueden ser encaminados a la combinación de imanes permanentes multipolares con la estimulación eléctrica, teniendo en cuenta los resultados de esta última.¹⁸⁻²⁰

Estudios adicionales son requeridos para la medición de, al menos, un proceso fisiológico involucrado en el dolor, mediante el uso de la transmisión eléctrica de nervios periféricos, la electromiografía, la electroencefalografía, índices autonómicos (frecuencia cardíaca, presión arterial, temperatura corporal, conductancia de la piel), potenciales evocados, entre otros. Los resultados que se deriven de estas investigaciones futuras mostrarán evidencias objetivas de los bioefectos del campo magnético en la OA, lo que permitirá grandes avances en este tema de investigación.

A partir de los resultados obtenidos se pudo concluir que el campo magnético generado por un imán permanente multipolar, colocado en diferentes puntos de acupuntura tanto inmunológicos como homeostáticos fue eficaz para el alivio del dolor y el mejoramiento de la calidad de vida de los pacientes con osteoartritis local y generalizada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda brindada por las enfermeras del Servicio de Medicina Natural y Tradicional del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lorenzo D. Intra-Articular Treatments Horizons in Osteoarthritis. *J Arthritis*. 2012;1:e101.
2. Pavelka K, Uebelhart D. Efficacy evaluation of highly purified intra-articular hyaluronic acid (Sinovial[®]) vs hylan G-F20 (Synvisc[®]) in the treatment of symptomatic knee osteoarthritis. A double-blind, controlled, randomized, parallel-group non-inferiority study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011;19(11):1294-300.

3. Ernst E, White A. Life-threatening adverse reactions after acupuncture? A systematic review. *Rev Soc Esp Dolor*. 1999;6:24-8.
4. Spezia Adachi LN, Caumo W, Laste G, Fernandes Medeiros L, Ripoll Rozisky J, de Souza A, et al. Reversal of chronic stress-induced pain by transcranial direct current stimulation (tDCS) in an animal model. *Brain Res*. 2012;1489:17-26.
5. Xu S, Okano H, Tomita N, Ikada Y. Recovery effects of a 180 mT static magnetic field on bone mineral density of osteoporotic lumbar vertebrae in ovariectomized rats. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2011;2011:620984.
6. Kanai S, Taniguchi N, Okano H. Effect of Magnetotherapeutic Device on Pain Associated With Neck and Shoulder Stiffness. *Alternative Therapies in Health and Medicine*. 2011;17(6):44-8.
7. Cameron HU. Electromagnetic therapy: fact or fiction. *New Zealand J Physiotherapy*. 2012;40(3):110-2.
8. Kanai S, Taniguchi N. Efficacy of static magnetic field for pain of adjuvant arthritis rats. *Adv in Biosc Biotech*. 2012;3:511-5.
9. Eckenwiler D, Feinholz C, Ells T, Schonfeld T. The Declaration of Helsinki through a feminist lens. *Int J Feminist Appr to Bioethics*. 2008;1:161-77.
10. National Center for Complementary and Alternative Medicine (NCCAM). Magnets for Pain Relief. 2012 [citado 7 Oct 2013]. Disponible en: <http://nccam.nih.gov/health/magnet/magnetsforpain.htm>
11. Pittler MH, Brown EM, Ernst E. Static magnets for reducing pain: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *CMAJ*. 2007;177(7):736-42.
12. Richmond SJ, Brown SR, Campion PD, Porter AJ, Moffett JA, Jackson DA, et al. Therapeutic effects of magnetic and copper bracelets in osteoarthritis: a randomised placebo-controlled crossover trial. *Complement Ther Med*. 2009;17(5-6):249-56.
13. Morris CE, Skalak TC. Acute exposure to a moderate strength static magnetic field reduces edema formation in rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2008;294(1):H50-7.
14. Shen LK, Huang HM, Yang PC, Huang YK, Wang PD, Leung TK, et al. A static magnetic field attenuates lipopolysaccharide-induced neuro-inflammatory response via IL-6-mediated pathway. *Electromagn Biol Med*. 2013 [citado 7 Oct 2013]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23781996>
15. Vergallo C, Dini L, Szamosvölgyi Z, Tenuzzo BA, Carata E, Panzarini E, et al. In vitro analysis of the anti-inflammatory effect of inhomogeneous static magnetic field-exposure on human macrophages and lymphocytes. *PLoS One*. 2013;8:e72374.
16. Lin CT, Lee SY, Chen CY, Chen CA, Lin CP, Huang HM. Long-term continuous exposure to static magnetic field reduces popolysaccharide-induced cytotoxicity of fibroblasts. *Int J Radiat Biol*. 2008;84(3):219-26.

17. Ross CL, Harrison BS. Effect of time-varied magnetic field on inflammatory response in macrophage cell line RAW 264.7. *Electromagn Biol Med.* 2013;32(1):59-69.
18. Mendonca ME, Santana MB, Baptista AF, Datta A, Bikson M, Fregni F, et al. Transcranial DC stimulation in fibromyalgia: optimized cortical target supported by high-resolution computational models. *J Pain.* 2011;12(5):610-7.
19. Pascual-Leone F, Ferrucci R, Priori A, Boggio PS, Fregni F. Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): challenges and future directions. *Brain Stimul.* 2011;5(3):175-95.
20. Laste G, Caumo W, Adachi LNS, Rozisky JR, Macedo IC, Filho PM, et al. Effect of transcranial direct current stimulation in hyperalgesia for chronic inflammation in rats. *Exp Brain Res.* 2012;221:75-83.

Recibido: 8 de octubre de 2013.

Aprobado: 8 de octubre de 2013.

Mario Hechavarría Sánchez. Ave Las Américas s/n, Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: marioh@cnea.uo.edu.cu