

## Campos electromagnéticos pulsados en el tratamiento de la artritis reumatoide

Pulsed electromagnetic fields in the treatment of rheumatoid arthritis

Vivian Borroto Rodríguez<sup>1\*</sup> <http://orcid.org/0000-0001-7651-9835>

Ricardo Cortez Salazar<sup>2</sup> <http://orcid.org/0000-0002-9273-5244>

Yolanda Aguilera Martínez<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0001-7876-0710>

Antonio Jiménez Tapia<sup>3</sup> <http://orcid.org/0000-0002-0956-7930>

<sup>1</sup> Instituto de Neurología y Neurocirugía. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Dirección Provincial de Salud. La Habana, Cuba.

<sup>3</sup> Centros de Tratamientos Hope4Cancer. Cancún y Tijuana, México.

\* Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [dra.vivianborroto@gmail.com](mailto:dra.vivianborroto@gmail.com)

### RESUMEN

**Introducción:** La artritis reumatoide es una enfermedad crónica inflamatoria autoinmune y multisistémica de difícil tratamiento que constituye un problema de salud pública a nivel mundial.

**Objetivo:** Evaluar el efecto del tratamiento con campos electromagnéticos pulsados en la artritis reumatoide.

**Métodos:** Se realizó un estudio aleatorizado, prospectivo y longitudinal en 60 pacientes con diagnóstico de artritis reumatoide en fase de exacerbación, con actividad moderada y alta, y con factor reumatoide positivo. Todos acudieron a la consulta de medicina natural y tradicional del Instituto de Neurología y Neurocirugía entre marzo y septiembre de 2017. La muestra se dividió en dos grupos de 30 pacientes. A los del grupo control se les administró metotrexato, ácido fólico e ibuprofeno. A los integrantes del segundo grupo se les aplicó metotrexato, ácido fólico y campos electromagnéticos pulsados. Antes y después de tres meses de comenzado el tratamiento se evaluó el factor reumatoide, la proteína C reactiva, la velocidad de sedimentación globular, el dolor y el índice de actividad de la enfermedad.

**Resultados:** En todos los parámetros medidos se obtuvo una diferencia estadística altamente significativa ( $p \leq 0,01$ ) a favor del grupo que usó campo electromagnético pulsado de baja frecuencia. No se reportaron eventos adversos en los pacientes del segundo grupo, pero sí en los tratados con ibuprofeno.

**Conclusiones:** La terapia con campos electromagnéticos pulsados resulta efectiva y segura en el tratamiento de la artritis reumatoide en fase de exacerbación, con actividad moderada y alta.

**Palabras clave:** Artritis reumatoide; campos electromagnéticos pulsados; factor reumatoideo.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Rheumatoid arthritis is a chronic, inflammatory, autoimmune and multisystemic disease that is difficult to treat and is a global public health problem.

**Objective:** To assess the effect of pulsed electromagnetic field therapy in rheumatoid arthritis.

**Methods:** A randomized, prospective, longitudinal study was conducted in 60 patients with a diagnosis of exacerbated rheumatoid arthritis, with moderate and high activity, and positive rheumatoid factor. All attended the natural and traditional medicine consultation of the Institute of Neurology and Neurosurgery between March and September 2017. The sample was divided into two groups of 30 patients. Those in the control group were given methotrexate, folic acid and ibuprofen. Members of the second group were given methotrexate, folic acid and pulsed electromagnetic fields. Rheumatoid factor, C-reactive protein, globular sedimentation rate, pain, and disease activity rate were evaluated before and after three months of treatment.

**Results:** For all parameters measured, a highly significant statistical difference ( $p \leq 0.01$ ) was obtained in favour of the group that used low frequency pulsed electromagnetic field. No adverse events were reported in patients in the second group, but adverse events were reported in those treated with ibuprofen.

**Conclusions:** Therapy with pulsed electromagnetic fields is effective and safe in the treatment of exacerbated rheumatoid arthritis, with moderate and high activity.

**Keywords:** Rheumatoid arthritis, pulsed electromagnetic fields, rheumatoid factor.

Recibido: 23/09/2018

Aceptado: 04/10/2019

## INTRODUCCIÓN

La artritis reumatoide (AR) es una enfermedad crónica inflamatoria autoinmune y multisistémica, cuyo principal órgano blanco es la membrana sinovial. <sup>(1)</sup> Afecta al 1 % de la población adulta en todo el mundo. Es más frecuente en las mujeres que en los hombres con una relación 3:1. Puede aparecer a cualquier edad, sin embargo, esta correspondencia disminuye a medida que aumenta la edad. <sup>(2)</sup> Aunque la causa de esta enfermedad es desconocida, se ha asociado en su desarrollo a factores ambientales, endocrinos y genéticos, los cuales varían entre poblaciones. <sup>(3)</sup>

La AR constituye un problema de salud pública a nivel mundial debido a su alta prevalencia, a sus graves consecuencias funcionales y al alto impacto económico y social. Algunos estudios epidemiológicos en diferentes países han reportado una prevalencia del 0,4 % <sup>(4)</sup>; 0,5 % <sup>(5)</sup> y 1 % <sup>(6)</sup>.

La etiología de la AR es multifactorial, donde las citoquinas proinflamatorias (TNF alfa, IL-1 $\beta$  e IL-6) juegan un papel patogénico relevante. Los fármacos clásicamente utilizados en el tratamiento de la AR son las drogas modificadoras de la artritis reumatoide (DMAR, por sus siglas en inglés) que han demostrado reducir el daño estructural y la progresión radiológica. El metotrexato es la droga de elección, utilizando adicionalmente antiinflamatorios no esteroides (AINE) para el control inicial de la inflamación y dolor con el uso potencial de corticoides para el control de la actividad inicial hasta obtener el efecto pleno de los DMAR. <sup>(7,8)</sup>

El objetivo terapéutico de la AR incluye el alivio del dolor y la inflamación, la prevención del daño estructural y si es posible restaurar las alteraciones de la capacidad funcional. En los últimos años conseguir una actividad baja durante periodos prolongados se ha considerado un éxito importante.

La magnetoterapia consiste en la aplicación de un campo magnético sobre el cuerpo con fines terapéuticos, los campos electromagnéticos pulsados son muy utilizados por los fisioterapeutas, el campo electromagnético pulsado (PEMF, por sus siglas en inglés) es un

método no invasivo, seguro y fácil de aplicar para tratar el dolor, la inflamación y las disfunciones asociadas con la artritis reumatoide y la osteoartritis.

Una revisión realizada sobre la aplicación de esta terapéutica en diferentes formas de artritis demostró de manera concluyente que PEMF no solo alivia el dolor en la artritis, sino que también permite la condroprotección, ejerce acción antiinflamatoria y ayuda en la remodelación ósea y esto podría desarrollarse como una alternativa viable para la artritis.<sup>(9)</sup>

En un estudio realizado sobre los efectos del PEMF en la artritis inducida por adyuvante en ratas,<sup>(10)</sup> se demostró que logró disminuir el volumen del edema articular y la actividad de las enzimas lisosómicas, así como la inflamación de tejidos blandos, los estudios histológicos confirmaron la reducción de la infiltración de células inflamatorias, la hiperplasia y la hipertrofia de las células que recubren la membrana sinovial. También se demostró que PEMF tiene una acción estabilizadora de membrana al inhibir significativamente la velocidad de liberación de betaglucuronidasa a partir de fracciones lisosomales y subcelulares. Los resultados indicaron que PEMF podría desarrollarse como una terapia potencial en el tratamiento de la artritis en humanos.

En base a estos antecedentes, se pensó en la factibilidad de realizar una investigación con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento con campos electromagnéticos pulsados en la artritis reumatoide.

## **MÉTODOS**

La muestra se dividió en dos grupos de 30 pacientes cada uno:

- 1) Grupo control: se les aplicó metotrexato, 15 a 20 mg por semana dividida en dos dosis semanales, más ácido fólico (5–10 mg/semana), también se usó antiinflamatorios no esteroideos terapéuticos, (ibuprofeno 800 mg cada ocho horas por 21 días.
- 2) Grupo PEMF: Se administró el mismo tratamiento que al grupo control, pero en vez de usar ibuprofeno se aplicó las frecuencias electromagnéticas pulsadas 30 sesiones, a razón de una sesión tres veces a la semana del siguiente modo: el paciente acostado se le colocó la cuerda en forma de asa orientada en las áreas dolorosa, y se estimuló por tres minutos a 30 kHz y 60 Gauss. En cada articulación con inflamación y dolor.

Los grupos se evaluaron antes y después del tratamiento (12 semanas).

Parámetros medidos:

Factor reumatoideo, proteína C reactiva, escala visual analógica del dolor, índice simplificado de actividad de la enfermedad y velocidad de sedimentación globular.

Criterios de inclusión:

Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de artritis reumatoide en fase de exacerbación, según criterios de la Asociación Americana de Reumatismo (ARA), con actividad moderada y alta según índice simple de actividad de enfermedad (SDAI, siglas en inglés) por sus siglas en inglés, con factor reumatoide positivo.

Criterios de exclusión:

Otras enfermedades reumáticas sistémicas, infecciones, neoplasias, síndrome nefrótico, hepatopatías, inmunizaciones recientes, fumadores, embarazo, alcoholismo e insuficiencia renal.

Criterios de diagnóstico:

Dolor e inflamación de articulaciones de manos, muñecas y pies, dolor de más de una articulación, habitualmente simétrico, rigidez articular en las mañanas que suele durar más de una hora, dificultad para movilizar las articulaciones afectadas, sensación de cansancio o debilidad.

Criterios de evaluación de los parámetros medidos:

FR = Factor reumatoide. Los valores de 0 a 20 significan normal y a partir de 20 positivo. Mientras más alto sea el número, el estado de salud del paciente es peor.

PCR = proteína C reactiva. Hasta 10 se interpreta como normal y a partir de 10 como positivo. Mientras más alto sea el número, el estado de salud del paciente es peor.

EVA = Escala visual analógica del dolor. El valor 0 equivale a no dolor; 1-4 (leve), 5-8 (moderado) y 9-10 (intenso).

SDAI = Índice simple de actividad de enfermedad: 0,0-3,3 = remisión (el paciente está bien), 3,4-11 = baja actividad de la enfermedad (leve), 11,1-26 = moderada actividad de la enfermedad (moderada), 26,1-86 = alta actividad de la enfermedad (severa). Las cifras más altas revelan un peor estado de salud del paciente.

VSG = velocidad de sedimentación globular. Es patológica por encima de 13 en el hombre y en la mujer cuando sobrepasa 20. Mientras más alto sea el número, mayor será la gravedad del padecimiento en el paciente.

### **Consideraciones éticas generales de la investigación**

El estudio cumplió con lo establecido en la Declaración de Helsinki, versión correspondiente a la Asamblea General de Edimburgo, Escocia, de octubre del 2000. Para realizar el estudio

se les pidió a los pacientes el consentimiento informado por escrito y oral por parte del investigador según establecen las Normas de Buenas Prácticas Clínicas, después de haber sido informados sobre lo que se le realizaría durante la investigación. No se divulgaron los datos personales de los pacientes al informar o publicar los resultados.

El personal médico que participó en el estudio tiene experiencia clínica en el manejo del PEMF fue entrenado en el manejo y evaluación de los pacientes y la aplicación del tratamiento. La información relacionada con la identidad de los sujetos del estudio fue tratada confidencialmente y se emplearon códigos para identificarlos. A sus datos solo tuvo acceso el personal especializado que participó en la investigación.

## RESULTADOS

Para comparar ambos grupos se utilizó la prueba estadística t de Student para muestras independientes con varianzas diferentes con un intervalo de confianza del 95,0 % ( $p = 0,05$ ). En este caso se puede afirmar que ambas muestras son iguales, en cuanto a edad y sexo, así como en relación a de todos los parámetros evaluados (Tabla 1).

**Tabla1** - Caracterización y homogeneidad de la muestra en cuanto a edad y género

Grupo	Pacientes			Edad (años)		
	Mujeres	Hombres	Total	Rango	Promedio	Desviación estándar
Sin PEMF	25	5	30	35– 55	43,6	5,6
Con PEMF	26	4	30	33– 55	43,4	5,7

Fuente: Historia clínica.

Los valores de PCR al comparar el antes y el después en cada grupo se pudo observar que ambos grupos mejoraron, pero esta mejoría fue mucho mayor en el grupo tratado con PEMF con una certeza del 100 % ( $p = 0,00$ ).

Al comparar los valores del factor reumatoide (FR) antes del tratamiento se puede afirmar que ambos grupos eran iguales con una certeza del 67,6 % ( $p = 0,324$ ). Después del FR ambos grupos mejoraron, sin embargo, la mejora en el grupo con PEMF fue mucho más significativa y esto se puede asegurar con una certeza del 100 % ( $p = 0,00$ ).

En las evaluaciones del dolor realizadas con la escala de EVA después del tratamiento se puede afirmar que el grupo con PEMF tuvo una mejoría mucho más significativa y esto se puede asegurar con una certeza del 100 % ( $p = 0,00$ ).

En lo referente al índice simple de actividad de enfermedad (SDAI) se puede afirmar que ambos grupos eran iguales con una certeza del 96,9 % ( $p = 0,031$ ), después del tratamiento ambos grupos mejoraron, pero la mejora en el grupo con PEMF fue mucho más significativa y esto se puede asegurar con una certeza del 100 % ( $p = 0,00$ ).

En el análisis de los resultados de la velocidad de sedimentación globular (VSG) antes del tratamiento se puede afirmar que ambos grupos eran iguales con una certeza del 85,6 % ( $p = 0,144$ ) y después ambos grupos mejoraron, la mejora en el grupo con PEMF fue mucho más significativa y esto se puede asegurar con una certeza del 100 % ( $p = 0,00$ ).

Se puede observar el resumen de los valores promedios y las desviaciones estándar de todos los parámetros evaluados en ambos grupos, se puede observar que el grupo tratado con PEMF existe una mayor diferencia de estos valores entre antes y después del tratamiento (Tabla 2).

**Tabla 2** - Resumen de valores promedios y desviaciones estándares

Grupo		Grupo			
		Sin PEMF		Con PEMF	
		Antes	Después	Antes	Después
PCR	Promedio	22,9	12,8	23,4	7,4
	Desviación estándar	6,3	1,4	5,0	1,6
FR	Promedio	39,2	25,6	39,6	20,1
	Desviación estándar	4,4	4,3	4,2	2,8
EVA	Promedio	8,1	5,2	7,6	0,8
	Desviación estándar	1,0	1,1	1,2	0,7
SDAI	Promedio	21,9	8,3	21,9	5,0
	Desviación estándar	3,3	1,1	3,4	2,0
VSG	Promedio	41,2	34,4	40,9	23,9
	Desviación estándar	6,6	5,4	6,2	4,2

Fuente: Historias clínicas.

En la evaluación realizada de los efectos adversos se puede observar que se presentaron seis en el grupo tratado con ibuprofeno mientras que en el grupo tratado con PEMF no hubo ninguna incidencia en ese sentido.

## DISCUSIÓN

La artritis reumatoide provoca diversos grados de sufrimiento, deterioro de la calidad de vida e incapacidad en quienes la padecen. Del total de los pacientes, del 5 al 20 % presentan un curso autolimitado y otro 5 a 20 % presentan una forma clínica mínimamente progresiva. Por tanto, entre 60 % y 90 % de los pacientes que la padecen, tienen una evolución clínica de deterioro progresivo requiriendo de múltiples consultas médicas y hospitalizaciones más frecuentes. El daño irreversible de la articulación ocurre temprano en el curso de la enfermedad, dentro de los primeros dos años después de la aparición, el 50-70 % de los pacientes han desarrollado erosiones radiológicamente evidentes.<sup>(11,12,13)</sup> Por tanto, es importante ofrecer protocolos que controlen el dolor y la inflamación y retrasen el daño articular y de esta manera evitar en lo posible las secuelas y limitaciones funcionales que produce la esta enfermedad.

Los resultados obtenidos en este estudio con el metotrexato coinciden con los reportados en la literatura donde se refiere que se obtiene una mejoría hasta del 50 % pero que es mejor cuando se combina con otras terapias,<sup>(14)</sup> en el grupo control se aplicó también ibuprofeno, los AINES son útiles durante las primeras semanas cuando los pacientes tienen síntomas porque estas drogas proveen alivio parcial del dolor y la rigidez, lo que coincide los resultados de este estudio, los pacientes mejoraron pero no del todo, además se produjo en este grupo efectos adversos gastrointestinales , lo que no ocurrió con el grupo estudio en el que se aplicó PEMF (Tabla 3), se obtuvo una mejoría significativamente superior en el grupo tratado con PEMF ( $p = 0,000$ ) en todos los parámetros evaluados (factor reumatoide, proteína C reactiva, escala visual analógica del dolor, velocidad de sedimentación globular e índice simple de actividad de enfermedad).

**Tabla 3** - Relación de reacciones adversas en los grupos de tratamiento

Reacción adversa	Grupo control con ibuprofeno	Grupo estudio con PEMF
Epigastralgia	4	0
Pirosis	2	0
Otras	0	0

*Fuente:* Historias clínicas.

Las citoquinas proinflamatorias como el factor de necrosis tumoral alfa y las IL 1, 6 y 17 tienen un rol fisiopatogénico relevante en el proceso inflamatorio de la enfermedad. La IL-6 es un importante inductor de citoquinas fundamental en la fase aguda, es un pirógeno endógeno, que influye en las manifestaciones sistémicas y constitucionales de AR, estimulando neutrófilos, fibroblastos, osteoclastos, angiogénesis y la diferenciación de células T contribuyendo así por múltiples vías al proceso inflamatorio de la AR.<sup>(15,16)</sup>

Durante el proceso inflamatorio crónico se produce una marcada hiperplasia de la membrana sinovial que culmina con la transformación en un tejido de granulación agresivo (pannus), llegando al estadio terminal de la AR que conduce a la destrucción de tendones, ligamentos, cartílago y hueso.<sup>(17,18,19)</sup>

Se ha sugerido que los impactos fisiológicos del campo electromagnético de baja frecuencia tiene la capacidad de inducir diferentes cambios celulares incluyendo la reproducción y diferenciación celular,<sup>(20)</sup> la muerte celular programada, nueva formación de ADN, síntesis de ARN, formulación de proteínas, fosforilación de proteínas, señalización redox y de mediadores inflamatorios, lo que conlleva a un aumento de la producción de ATP, secreción hormonal, aumento de la actividad antioxidante de las enzimas y una acción metabólica celular mejorada<sup>(21)</sup> a través de cascadas de señalizaciones moleculares<sup>(22)</sup> lo que le confiere a la terapia PEMF numerosos efectos biológicos incluyendo la disminución de la inflamación y supresión del dolor.<sup>(23)</sup> Por los mecanismos de acción de la terapia PEMF se puede explicar los resultados obtenidos en este estudio, donde se ha logrado una regresión de los síntomas con una consecuente mejor calidad de vida.

En conclusión, la terapia con campos electromagnéticos pulsados resulta efectiva y segura en el tratamiento de la artritis reumatoide en fase de exacerbación, con actividad moderada y alta.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Aletaha D, Neogi T, Silman A, Funovits J, Felson DT, Bingham CO, et al. Rheumatoid arthritis classification criteria: An American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Arthritis & Rheumatism*. 2010; 62(9):2569-81.

2. Zeidler H. The need to better classify and diagnose early and very early rheumatoid arthritis. *J Rheumatol*. 2012; 39(2):212-7.
3. Anaya JM, Pineda Tamayo R, Gómez LM, Galarza Maldonado C, Rojas Villaraga A, Martin J. Artritis reumatoide: bases moleculares, clínicas y terapéuticas. Medellín: CIB, Universidad del Rosario, FUNPAR; 2006.
4. Cardiel MH, Rojas Serrano J. Community based study to estimate prevalence, burden of illness and help seeking behavior in rheumatic diseases in Mexico City. A COPCORD study. *Clin Exp Rheumatol*. 2002; 20(5):617-24.
5. Weiss JE, Ilowite N. Juvenile Idiopathic Arthritis. *Rheum Dis Clin Am*. 2007; 33(4): 441-70.
6. Silman AJ, Hochberg MC. Epidemiology of the rheumatic diseases. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2001.
7. Gibofsky A. Current therapeutic agents and treatment paradigms for the management of rheumatoid arthritis. *Am J Manag Care*. 2014 May; 20 (7Suppl): S136-44.
8. Avci AB, Feist E, Burmester GR. Biologicals in rheumatoid arthritis: current and future. *RMD Open*. 2015 Aug 5:1-8.
9. Ganesan KL, Gengadharan AC, Balachandran C, Manohar BM, Puvanakrishnan R. Low frequency pulsed electromagnetic field--a viable alternative therapy for arthritis. *Indian J Exp Biol*. 2009 Dec; 47(12):939-48.
10. Kumar VS1, Kumar DA, Kalaivani K, Gangadharan AC, Raju KV, Thejomoorthy P, Manohar BM, Puvanakrishnan R. Optimización de la terapia de campo electromagnético pulsado para el tratamiento de la artritis en ratas. *Bioelectromagnética*. 2005 Sep; 26(6): 431-9.
11. Bartoloni E, Shoenfeld Y, Gerli R. Inflammatory and autoimmune mechanisms in the induction of atherosclerotic damage in systemic rheumatic diseases: two faces of the same coin. *Arthritis Care Res*. 2011; 63:178-83.
12. Libby P. Inflammation in atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2012; 32:2045-51.
13. González A, Maradit H, Crowson C, Ballman K, Roger V, Jacobsen S, et al. Do cardiovascular risk factors confer the same risk for cardiovascular outcomes in rheumatoid arthritis patients as in non-rheumatoid arthritis patients? *Ann Rheum Dis*. 2008; 67:64-9.
14. Kahlenberg J, Fox D. Advances in the medical treatment of Rheumatoid Arthritis. *Hand Clin*. 2011; 27:11-20.

15. Tanaka T, Kishimoto T. The biology and medical implications of interleukin-6. *Cancer Immunol Res.* 2014 Apr; 2(4): 288-94.
16. Witte T. Methotrexate as combination partner of TNF inhibitors and tocilizumab. What is reasonable from an immunological viewpoint? *Clin Rheumatol.* 2015 Apr; 34(4): 629-34.
17. Durán ME, González Haba E, Herranz A, Pernía S. *Farmacia Hospitalaria.* 2002 Tomo 2 cap. 20:1472-80.
18. Guzmán R, Restrepo JF. Artritis reumatoide temprana. *Rev Colomb Reumatol.* 2002; 9: 171-5.
19. Anderson RJ. Rheumatoid Arthritis. Clinical and laboratory features. In Klippel JH. In *Primer on Rheumatic Diseases.* 12th Ed. Arthritis Foundation. Atlanta 2001; 218-25.
20. McFarlane JP, Foley SJ, de Winter P. Acute suppression of idiopathic detrusor instability with magnetic stimulation of the sacral nerve roots. *Br J Urol.* 1997; 80: 734–741.
21. Salvatore JR, Weitberg AB, Mehta S. Nonionizing electromagnetic fields and cancer: a review. *Oncology (Williston Park),* 1996; 10: 563–70.
22. Binhi V, Savin A. Effects of weak magnetic fields on biological systems: physical aspects. *Phys Uspekhi.* 2003; 46: 259–91.
23. Kawczyk Krupka A, Sieron A, Shani J. Biological effects of extremely low-frequency magnetic fields on stimulated macrophages J774-2 in cell culture. *Electromagn Biol Med.* 2002; 21: 141–53.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

### **Contribuciones de los autores**

*Vivian Borroto Rodríguez:* Conceptualización, recolección de datos y redacción del artículo.

*Ricardo Cortez Salazar:* Revisión crítica y preparación de las tablas.

*Yolanda Aguilera Martínez:* Diseño y corrección del artículo.

*Ana Cuesta Hernández:* Análisis estadístico.

*Antonio Jiménez Tapia:* Selección bibliográfica.

