

## **Campos electromagnéticos pulsados en el tratamiento del dolor por hernia discal lumbar**

Pulsed electromagnetic fields in the treatment of pain from lumbar disc herniation

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

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

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

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

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

\*Autor para la correspondencia: [dra.vivianborroto2018@gmail.com](mailto:dra.vivianborroto2018@gmail.com)

### **RESUMEN**

**Introducción:** El dolor de espalda baja constituye uno de los problemas de salud más comunes e importantes que afectan a la población mundial. Su principal causa es la hernia de disco intervertebral.

**Objetivo:** Evaluar el efecto del tratamiento con campos electromagnéticos pulsados en el dolor por hernia discal lumbar.

**Métodos:** Se realizó un estudio aleatorizado, prospectivo y longitudinal en 160 pacientes con diagnóstico clínico y radiológico de hernia discal lumbar no complicada con más de seis semanas de evolución. Acudieron a la consulta de Ozonoterapia del Instituto de Neurología y Neurocirugía entre enero y junio de 2015. Las aplicaciones se realizaron en el Policlínico Universitario Rampa. La muestra se dividió en dos grupos de 80 pacientes. Los del grupo control fueron tratados con analgésicos, antiinflamatorios y relajantes musculares. A los demás se les aplicaron campos electromagnéticos pulsados a nivel de la lesión. El grado de mejoría de todos se evaluó a través de la escala analógica del dolor y la capacidad funcional, mediante el cuestionario de Oswestry.

**Resultados:** El grupo tratado con campos electromagnéticos pulsados fue estadísticamente superior al grupo control en todos los parámetros. En el grupo control los pacientes presentaron reacciones adversas en el sistema gastrointestinal, pero en el otro grupo no se reportó ningún evento desfavorable.

**Conclusiones:** Resultó seguro y efectivo el tratamiento con campos electromagnéticos pulsados en el tratamiento del dolor por hernia discal lumbar no complicada de más de seis semanas de evolución.

**Palabras clave:** Hernia discal; dolor lumbar; campos electromagnéticos pulsados.

## ABSTRACT

**Introduction:** Low back pain is one of the most common and important health problems that affect the world's population. Intervertebral disc herniation is the main cause.

**Objective:** To evaluate the effect of treatment for pain due to lumbar disc herniation using pulsed electromagnetic fields.

**Methods:** A randomized, prospective and longitudinal study was conducted in 160 patients with a clinical and radiological diagnosis of uncomplicated lumbar disc herniation, which have more than six weeks of evolution. They attended the ozone therapy consultation at the Institute of Neurology and Neurosurgery from January to June 2015. The applications were made at Rampa polyclinic. The sample was divided into two groups of 80 patients each. Those in the control group were treated with analgesics, anti-inflammatory and muscle relaxants. Pulsed electromagnetic fields were applied to the others at the level of the lesion. The degree of improvement of all patients was assessed through the analog pain scale and functional capacity, using Oswestry questionnaire.

**Results:** The group treated with pulsed electromagnetic fields was statistically superior to the control group in all parameters. In the control group patients showed adverse reactions in their gastrointestinal system, but in the other group no unfavorable events were reported.

**Conclusions:** The use of pulsed electromagnetic fields for treating pain due to uncomplicated lumbar disc herniation, which have more than six weeks of evolution, was safe and effective.

**Keywords:** Herniated disc; low back pain; pulsed electromagnetic fields.

Recibido: 23/09/2018

Aceptado: 09/10/2019

## INTRODUCCIÓN

El dolor de espalda baja es uno de los problemas de salud clínicos, sociales, económicos y públicos más comunes e importantes que afectan a la población humana mundial. <sup>(1)</sup> Alrededor de 70 % de adultos padece dolor de espalda baja en algún momento de su vida con varios grados de severidad del síntoma. Adicionalmente, este dolor está asociado con síntomas ciáticos entre el 1,6 % y el 43 % de estos pacientes. <sup>(2)</sup>

La incidencia de esta afección en Estados Unidos está en los rangos de dolor de 15 % a 45 %, con un predominio de 30 % <sup>(1)</sup>. En 5% a 15% de casos, la fuente de este dolor se relaciona a lesiones degenerativas y enfermedad del disco intervertebral. <sup>(3)</sup> La historia natural de herniación del disco intervertebral es favorable; la mejoría de los síntomas es la norma, y la mayoría de los episodios tienen una resolución espontánea o después de una terapia conservadora. Sin embargo, los estudios han mostrado que este dolor no resuelve con tratamiento farmacológico ni rehabilitación y se mantiene por largos periodos de tiempo (por lo menos 12 meses) en un 37 % a un 54 % de pacientes. <sup>(1,2)</sup>

En cuanto a la cirugía se plantea que un 70 % de los pacientes operados presentan dolor residual posterior a discectomía lumbar, de ellos 23 % cursarán con dolor severo y permanente, 45 % con dolor radicular, 35 % seguirán tratamiento permanente, 14 % serán incapacitados permanentemente y 17 % serán sometidos a una segunda cirugía. <sup>(3,4)</sup>

Los campos electromagnéticos más utilizados para diagnósticos y tratamientos en medicina son los campos electromagnéticos pulsados, su aplicación se inicia en la década de los años 40 en Japón, pero no es hasta 1979 cuando la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés), avala su utilización en los Estados Unidos para estimular la reparación ósea en fracturas no consolidadas. Una década después, la FDA autorizó su uso para el tratamiento de dolor y edema en tejidos blandos superficiales. <sup>(5)</sup>

El Instituto Nacional de Salud (NIH) de los Estados Unidos aceptan el tratamiento con campos electromagnéticos para las siguientes indicaciones: reparación ósea y de lesiones tendinosas crónicas, estimulación nerviosa, cicatrización de heridas y úlceras varicosas, osteoartritis, electropuntura, regeneración tisular, estimulación del sistema inmunológico y modulaciones neuroendocrinas. <sup>(6)</sup>

Otros autores incluyen en esta lista control de dolor, traumatismos y lesiones, reducción de inflamación y mejoría de circulación sanguínea, fibromialgia, procesos infecciosos (efectos antimicrobianos), tratamiento específico de malaria, reducción de estrés, corrección de trastornos neurológicos, incremento de la energía física y del rendimiento atlético, etcétera.<sup>(7)</sup> En diferentes estudios se reporta que la terapia PEMF redujo dolor e incapacidad en los pacientes con dolor de espalda baja<sup>(8)</sup> y efectos beneficiosos en el tratamiento de pacientes con radiculopatía lumbar y dolor discogénico.<sup>(9)</sup>

El objetivo del artículo es evaluar el efecto del tratamiento con campos electromagnéticos pulsados en el dolor lumbar por hernia de disco lumbar.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo longitudinal aleatorizado en 160 pacientes con diagnóstico clínico y radiológico de hernia de disco lumbar con más de seis semanas de evolución, con dolor de tipo radicular. Todos acudieron a la consulta de Ozonoterapia del Policlínico Universitario Rampa entre enero y junio de 2015.

El universo de estudio estuvo constituido por los pacientes con diagnóstico de hernia discal lumbar con clara correspondencia clínico-radiológica, con estudio de resonancia magnética nuclear, en etapa subaguda o crónica que acudieron a la consulta de Ozonoterapia del Policlínico Universitario Rampa entre enero y junio de 2015.

La muestra se dividió en dos grupos de 80 pacientes cada uno: Grupo 1 control: Recibió el tratamiento con analgésicos, antiinflamatorios y relajantes musculares, Paracetamol: 500 mg. 1 tableta cada 6 horas por 5 días, Ibuprofeno: 400 mg. 1 tableta cada 8 horas por 10 días, Metocarbamol: 750 mg. 2 tabletas cada 6 horas por 10 días, después mantuvo dosis de mantenimiento 1 tableta cada 8 u 12 horas por 10 días. El grupo 2 recibió terapia con campos electromagnéticos pulsados: Se les aplicó 15 sesiones de magnetoterapia en la región lumbar a nivel del disco herniado tres veces por semana del siguiente modo: el paciente sentado se le colocó la cuerda en forma de asa orientada al área más dolorosa, y se estimuló por tres minutos, se descansó cinco minutos y se repitió tres minutos a 30 kHz y 1000 Gauss, se utilizó un equipo PEMF-100 de Estados Unidos.

Todos los grupos se evaluaron antes y después del tratamiento y a los tres meses después de concluido el mismo, las variables estudiadas fueron: el grado de mejoría clínica en cuanto al

dolor estimado con la escala visual análoga y el grado de incapacidad evaluados con el cuestionario de Oswestry.

Los criterios de inclusión fueron que los pacientes con diagnóstico clínico y radiológico de hernia discal lumbar no complicada, mayores de 15 años, de cualquier género, con una intensidad del dolor en la escala de EVA de 7 (intenso) a 10 (muy intenso) que dieron su consentimiento para ser incluidos en el estudio.

Los criterios de exclusión que se consideraron fueron que los pacientes tuvieran una edad inferior a los 15 años, que no dieron su consentimiento para ser incluidos en el estudio, o que los que tenían déficit mental o neurológico, así como pacientes con diagnóstico de hernias discales complicadas, extruidas o migradas, canal estrecho con compresión medular y los que tenían implantes electrónicos.

Los criterios de salida se definieron como salida voluntaria del estudio, ausencia en más de dos sesiones consecutivas de tratamiento y los que presentaron irregularidad en el tratamiento.

En el interrogatorio y el examen físico se obtuvieron datos de interés como edad, sexo, factores predisponentes, tiempo de evolución, tratamiento anterior y reacciones adversas, entre otros. Se le informó correctamente al paciente sobre su enfermedad, se le recomendó hacer reposo mientras duró el dolor y se les recomendó evitar cargar peso.

Como instrumento de medida se utilizó la escala visual analógica del dolor (EVA)<sup>10</sup> como método subjetivo de medición del dolor. Consiste en una recta de valores de 0 al 10, el 0 a la izquierda significa ausencia del dolor y el 10 en el extremo derecho, máximo dolor tolerable, entre ambos extremos existen valores intermedios del 1 al 9 en un orden creciente. El paciente una vez explicado el procedimiento marcó en cada sesión, la intensidad del dolor en la escala. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10. También se realizó una evaluación considerando las siguientes categorías 0: No dolor; 1-2: muy leve; 3-4: leve; 5-6: moderado; 7-8: intenso; 9-10: muy intenso.

La evaluación de la funcionalidad se realizó mediante la administración del cuestionario *Oswestry* citado por *Shabat*, y otros,<sup>(11)</sup> se trata de una escala de valoración reconocida y validada internacionalmente. Cuenta con 10 áreas a evaluar con cinco ítems cada una, hay que tener en cuenta que cada número es igual a la puntuación, ejemplo 1=1 punto. Luego se deben sumar los resultados de cada respuesta y multiplicar el resultado final por 2, así se obtiene el resultado en porcentaje de la incapacidad, considerando 0-20 % incapacidad

mínima, 21-40 % incapacidad moderada, 41-60 % incapacidad severa, 61-80 % paciente incapacitado y 81-100 % paciente postrado en cama).

Los criterios de evaluación para medir la efectividad del tratamiento para el dolor según la escala de EVA en relación a la primera valoración fueron los siguientes: Bueno: si pasó de dolor muy intenso a leve o de intenso a muy leve. Regular: si pasó de muy intenso a moderado o de intenso a leve. Malo: si no hubo cambio o pasó a una intensidad superior, también se consideraron las medias inicial y final en esta escala.

Los criterios de evaluación para la funcionalidad evaluada mediante la administración del cuestionario de Oswestry en relación a la primera evaluación fueron como sigue, se consideró una diferencia mínima de 15 puntos entre las evaluaciones pre y pos tratamiento como indicación de cambio clínico, se consideró muy bueno si disminuyó más de 45 puntos, bueno: si disminuyó entre 31 y 45 puntos. Regular: si disminuyó entre 15 y 30 puntos. Malo: si disminuyó menos de 15 puntos.

La muestra estuvo formada por pacientes lumbociatalgia persistente después de 6 semanas de evolución, en los que se identificó una hernia discal con resonancia magnética y que cursaban con dolor intenso y muy intenso, correspondiente a los valores de 7 a 10 según la escala de EVA.

Se realizó un análisis estadístico en una escala de respuesta de tres valores por el método de regresión logística ordinal, aplicando intervalo de confianza de un 95 % para una proporción considerando los mejorados y no mejorados (binomial) en los dos grupos. Se realizó un análisis de covarianza para comparación de las medias (ANOVA) entre los grupos y antes y después del tratamiento.

También se evaluó la incidencia de eventos adversos en los tres grupos durante el estudio, los criterios de causalidad fueron según la clasificación de Uppsala Monitoring Center,<sup>(12)</sup> y los de intensidad según los criterios de Claudio Naranjo.<sup>(13)</sup>

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

El estudio cumplió con lo establecido en la Declaración de Helsinki, última 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, se garantizó no divulgar los datos personales de los pacientes al informar o publicar los resultados de esta.

El personal médico que participó en el estudio tiene experiencia clínica en el manejo de la magnetoterapia y 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, empleándose códigos para identificarlos, esta fue manejada sólo por el personal especializado que participó en el estudio.

## RESULTADOS

En la población estudiada de una muestra de 160 pacientes, el rango de edad fue de 39 años mínimos y 70 años máximo y una media de 55 años. Predominó el rango etario entre 51 y 60 años. (Tabla 1). En cuanto al género, 69 pacientes (43,1 %) eran del sexo femenino y 91 (56,9 %) del masculino. Tanto el género como la edad se comportaron de forma homogénea en ambos grupos. No se detectó discrepancia con la hipótesis de riesgos proporciones ( $p > 0,05$ ). Por tanto, se consideró adecuada cualquier conclusión extraída del ajuste de la regresión de Cox.

**Tabla 1-** Descriptivos según grupo etario por grupo de tratamiento y en la muestra total

Rango de edad (años)	Grupo control		Grupo PEMF		Toda la muestra	
	Pacientes	%	Pacientes	%	Pacientes	%
30-40	3	3,7	3	3,7	6	3,7
41-50	20	25	21	26,3	41	25,7
51-60	44	55	44	55	88	55
61-70	13	16,3	12	15	25	15,6
Total	80	100	80	100	160	100

Fuente: Historias clínicas.

Al realizar una evaluación de la intensidad del dolor según la escala visual análoga y el Índice de Discapacidad aplicando el cuestionario de Oswestry encontramos que antes del tratamiento no existía diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos ( $p = 0,909$ ) y ( $p = 0,750$ ) respectivamente. Se obtuvo diferencia significativa después del

tratamiento ( $p = 0,000$ ) y a los tres meses de concluido el mismo ( $p = 0,000$ ) a favor del grupo PEMF.

Al efectuar la comparación de las medias de los valores de la escala de EVA se constató que en el grupo tratado con PEMF se logró disminuir después del tratamiento 5,7 valores en la escala de EVA y 7 a los tres meses de concluido el tratamiento. En tanto, en el grupo control solo se alcanzó a disminuir 2,2 valores después del tratamiento y 2,7 a los tres meses de concluido el tratamiento. (Tabla 2).

**Tabla 2-** Valores de las medias en la escala de EVA

Grupos	EVA antes	EVA después	Diferencias antes/después	EVA a los tres meses	Diferencias Antes/tres meses
Control	8,8	6,5	2,3	6,2	2,6
PEMF	8,8	3,8	5	3,5	5,3
Diferencias	0	2,7	2,7	2,7	2,7

EVA antes: media del valor antes del tratamiento; EVA después: media del valor después del tratamiento; EVA a los tres meses: media del valor a los tres meses después del tratamiento.

0: no dolor; 1-2: muy leve; 3-4: leve; 5-6: moderado; 7-8: intenso; 9-10: muy intenso

Fuente: Historias clínicas.

En el análisis realizado con índice de capacidad de Oswestry se tomó en cuenta la cantidad de puntos. Esta se logró disminuir después del tratamiento y a los tres meses de concluido. En el grupo PEMF se obtuvo que el 82 % disminuyó entre 31 y 45 puntos, y un 17, 2 % bajó entre 15 y 30 puntos , mientras que en el grupo control un 17, 2% descendió entre 31 y 45 puntos y un 62 % se restringió entre 15 y 30 puntos. Cuando se repitió este análisis a los tres meses de tratamiento se constató que en el grupo PEMF se logró reducir más de 45 puntos (36,2 %) y entre 31 y 45 puntos en un 63,7 %. Estas cifras superaron lo que se consiguió en el grupo control, donde solo disminuyó entre 15 y 30 puntos y un 70 % bajó menos de 15 puntos (Tabla 3).

Los eventos adversos que se presentaron en este estudio, en los grupos tratados con PEMF no se reportó ningún evento adverso. En el grupo tratado con paracetamol, ibuprofeno y Metocarbamol se presentaron cinco eventos adversos relacionados con el sistema digestivo, dos pacientes presentaron náuseas y tres epigastralgia, todos de causalidad posible la respuesta clínica fue adecuada a la supresión transitoria del ibuprofeno con rápida recuperación.

**Tabla 3-** Respuesta según el índice de discapacidad de Oswestry después y a los tres meses del tratamiento en los dos grupos

Respuesta según IOSW (grupo PEMF)	Después		A los 3 meses	
	Pacientes	%	Pacientes	%
Muy buena	0	0	29	36,25
Buena	66	82,5	51	63,75
Regular	14	17,5	0	0
Mala	0	0	0	0
Respuesta según IOSW (grupo control)	Después		A los 3 meses	
	Pacientes	%	Pacientes	%
Muy buena	0	0	0	0
Buena	0	0	0	0
Regular	18	22,5	24	30
Mala	62	77,5	56	70

Muy buena: si disminuyó más de 45 puntos en el Índice de Discapacidad de Oswestry; Buena: si disminuyó entre 31 y 45 puntos; Regular: si disminuyó entre 15 y 30 puntos; Mala: si disminuyó menos de 15 puntos.

## DISCUSIÓN

El origen del daño radicular no siempre es debido a la compresión física ejercida por la hernia discal, sino a otros factores colaterales como son: las estenosis de forámenes por fibrosis, la protrusión de cubiertas articulares, la irritación local por fisuras y fenestraciones del anillo fibroso que permiten que los componentes tóxicos constituyentes del núcleo pulposo inicien un proceso inflamatorio por irritación química, estas situaciones no podrían ser solucionadas mediante abordajes quirúrgicos con la visualización que puede ofrecer el microscopio y menos probable aún con la simple visualización del cirujano en la técnica no asistida con microscopio, medios incapaces de visualizar recodos, recesos o forámenes. Así, de hernia discal lumbar, el término ha evolucionado a enfermedad discal lumbar o discopatía

lumbar: que es más amplio e incluye un número adicional de situaciones médico patológicas relacionadas con la herniación, sin ser esta propiamente dicha.<sup>(14)</sup>

Se ha comprobado que los campos electromagnéticos pulsados influyen en el comportamiento de la célula induciendo cambios en el potencial de membrana celular y el aumento de la oxigenación tisular, activándose la regeneración celular, también porque aumenta el transporte de calcio que estimula la reparación y el crecimiento de cartílago y al mismo tiempo disminuye el dolor y que acrecienta síntesis de la matriz en el disco intervertebral.<sup>(8)</sup>

Cada célula del cuerpo funciona como un transmisor y un receptor de información electromagnética y son precisamente esas frecuencias las que preceden o corresponden con funciones bioquímicas. Las células normales oscilan con frecuencias diferentes a las células enfermas, por lo tanto, la actividad biológica es producto de la interacción energética. La respuesta celular a las radiaciones electromagnéticas se conoce como acoplamiento inductivo. Las fuerzas electromagnéticas actúan a nivel intracelular, produciendo respuestas bioquímicas caracterizadas por movilización de electrolitos a través de la membrana celular, excreción de productos tóxicos, síntesis proteica, estimulación del metabolismo celular y generación de enlaces de alta energía.<sup>(15)</sup>

Los campos magnéticos producen efectos bioquímicos, celulares, tisulares y sistémicos. Inicialmente se produce desviación de las partículas con carga eléctrica en movimiento que producen corrientes inducidas, intracelulares y extracelulares. Esto genera un estímulo del metabolismo celular, con normalización del potencial de membrana alterado que favorece un estímulo directo del trofismo celular, que se manifiesta por el estímulo en la síntesis de la energía que requiere el organismo para su función a nivel celular beneficiando de esta manera la multiplicación celular, la síntesis proteica y la producción de prostaglandinas que le confiere un efecto antiinflamatorio.<sup>(16)</sup>

Si tenemos en cuenta que la magnetoterapia presenta diferentes efectos biológicos, a nivel bioquímico, subcelular, celular y tisular, así como la evaluación de los efectos terapéuticos que se derivan de estos efectos biológicos, entonces se puede tener una idea de todos los procesos en los que puede influirse a través de los campos magnéticos.

Los buenos resultados obtenidos en este trabajo se corresponden con los encontrados en la literatura revisada donde se reportan con la aplicación de la terapia PEMF es eficaz en el tratamiento del dolor crónico de espalda baja<sup>(9)</sup> y en pacientes con radiculopatía lumbar y dolor discogénico.<sup>(17)</sup>

En cuanto a la incidencia de eventos adversos en este estudio no se presentaron en los pacientes tratados con PEMF. Los eventos adversos que se presentaron en el grupo control (náuseas y epigastralgia), todos fueron de causalidad posible porque ocurrió en un tiempo plausible en relación con la administración de los medicamentos. Al estar tomando tres medicamentos no se puede identificar realmente cuál de ellos produjo el efecto indeseable o si fue su combinación. Sin embargo, es posible que sea por el ibuprofeno porque la respuesta clínica fue adecuada tras su supresión transitoria con rápida recuperación. Esto coincide con los resultados de estudios anteriores.<sup>(18)</sup>

En conclusión, después de todo lo antes expuesto se puede concluir que, con el protocolo utilizado en este estudio, el tratamiento con PEMF aplicado a pacientes con diagnóstico clínico y radiológico de hernia de disco no complicada en la columna lumbar con más de seis semanas de evolución, con dolor de tipo radicular, es seguro y efectivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Freynhagen RBR, Gockel U, Tölle TR. Pain DETECT: A new screening questionnaire to identify neuropathic components in patients with back pain. *Curr Med Res Opin.* 2006; 22: 1911-20.
2. Kaki AM, Youseif E. Identifying neuropathic pain among patients with chronic low-back pain: use of the leeds assessment of neuropathic symptoms and signs pain scale. *Reg Anesth Pain Med.* 2005; 30:422.
3. Rodríguez García J, Sánchez Gastaldo A, Ibáñez Campos T. Factores relacionados con la cirugía fallida de hernia discal lumbar. *Neurocirugía* 2005; 16:507-17.
4. Van Buyten JP, Linderoth B. The failed back surgery syndrome: definition and therapeutic algorithms anupdate. *Eur J Pain* 2010; (Supl. 4): 273-86.
5. Appelt C. Pulsed Electromagnetic Field Therapy (PEMF): New Perspectives in Therapy. *Anti-Aging Medical News.* 2006: 2-4
6. Rubik B, Becker RO, Flower RG, Hazlewood CF, Liboff AR, Walleczek J. Aplicaciones del bioelectromagnetismo en medicina. Panel de estudio de los Institutos Nacionales de Salud (NIH). Disponible en: [www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/ biomagnetismo.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/biomagnetismo.pdf)

7. Markov MS. Expanding Use of Pulsed Electromagnetic Field Therapies. *Elec Biol Med* 2007; 26: 257-74.
8. Okada M, Kim JH, Hutton WC, Yoon ST. Upregulation of intervertebral disc-cell matrix synthesis by pulsed electromagnetic field is mediated by bone morphogenetic proteins. *J Spinal Disord Tech*. 2013 May; 26(3):167-73.
9. Lee PB, Kim YC, Lim YJ, Lee CJ, Choi SS, Park SH, et al. Efficacy of pulsed electromagnetic therapy for chronic lower back pain: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Int Med Res*. 2006 Mar-Apr; 34 (2):160-7.
10. Hjermstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Review Article Studies Comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for Assessment of Pain Intensity in Adults: A Systematic Literature Review. *Journal of Pain and Symptom Management*. 2011; 41 (6):1073-94.
11. Shabat SH, Miller LE, Block JE, Gepstein R. Minimally invasive treatment of lumbar spinal stenosis with novel interspinous spacer. *Clinical Interventions in Aging*. 2011 Sept [acceso: 16/11/2012]; 6. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3180519/pdf/cia-6-227.pdf>
12. World Health Organization. The Uppsala Monitoring Centre. 2002. Safety monitoring of Medicinal products. Guidelines for Setting and Running a Pharmacovigilance Centre Uppsala. Sweden, 23(3):3.
13. Naranjo C, Usoa EB. Reacciones adversas a medicamentos. En *Métodos de farmacología clínica*. Programa de desarrollo de servicios de salud OPS. Oficina regional de la OMS; 1992, 331.
14. Magalhaes FN, Dotta L, Sasse A, Teixeira MJ, Fonoff ET. Ozone Therapy as a Treatment for Low Back Pain Secondary to Herniated Disc: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials *Pain Physician*. 2012; 15:E115-E129.
15. Raghunath J, Slivinski HJ, Sales KM, Butler PE, Seifalian AM. Advancing cartilage tissue engineering: The application of stem cell technology. *Curr Opin Biotechnol*. 2005; 16:503-9.
16. Krouham AO, Martínez MC, Chiver RM. Magnetismo en medicina: Ondamed, una nueva modalidad diagnóstica y terapéutica. *An Med Asoc Med Hosp ABC*. 2011; 56(2): 91-8.
17. Omar AS, Awadalla MA, El Latif MA. Evaluación de la terapia de campo electromagnético pulsado en el tratamiento de pacientes con radiculopatía lumbar

discogénico. Int J Rheum Dis. 2012 octubre; 15(5):e101-108. DOI: 10.1111/j.1756-185X.2012.01745.x

18. Borroto V. Campos electromagnéticos pulsados y ozono en el tratamiento de la artrosis de rodilla en el adulto mayor. Revista Española de Ozonoterapia. 2016 6(1):27-39.

### **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. Análisis estadístico. Diseño y corrección del artículo.

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

*Yolanda Aguilera Martínez:* Trabajo asistencial y selección bibliográfica.