



Campos electromagnéticos pulsados de intensidad alta y baja frecuencia variables en el tratamiento del dolor lumbar: informe de una serie de casos y revisión de la literatura

A. Felipe Torres Obando¹, J. Manuel Velasco¹, P. Romeo^{2*}

¹Organización Médica de Regeneración Celular, Bogotá, Colombia

²Instituto Ortopédico Galeazzi, Milán, Italia

*Autor correspondiente: Pietro Romeo, Instituto Ortopédico Galeazzi, Milán, Italia

Citación: Obando AFT, Velasco JM, Romeo P (2020) Campos electromagnéticos pulsados de intensidad alta y baja frecuencia variables en el tratamiento del dolor lumbar: Informe de una serie de casos y revisión de la literatura. J Orthop Res Ther 5: 1174. DOI: 10.29011/2575-8241.001174

Fecha de recepción: 02 de octubre de 2020; **Fecha de aceptación:** 20 de octubre de 2020; **Fecha de publicación:** 26 de octubre de 2020

Abstracto

El dolor lumbar es una de las causas más frecuentes de consulta médica. Su tendencia a cronificarse implica una alta tasa de morbilidad y un elevado coste social. Los tratamientos convencionales incluyen analgésicos, antiinflamatorios y mio-relajantes, mientras que los programas de rehabilitación no invasivos, integrados por terapias físicas, proporcionan el reacondicionamiento de la alteración biomecánica que está en el origen de esta condición incapacitante. La cirugía se reserva para problemas osteoarticulares, discogénicos y neurológicos graves. Por sus efectos antiinflamatorios, analgésicos y regenerativos, la estimulación biofísica inducida por campos electromagnéticos pulsados (PEMF) ha suscitado cierto interés por la seguridad y eficacia en la modulación del dolor, así como en la restauración del deterioro metabólico y funcional de los trastornos músculo-esqueléticos. Con el objetivo de evaluar los efectos de un dispositivo singular de Campos Electromagnéticos Pulsados de Baja Intensidad y Alta Energía (LI-HI-PEMF) que suministra un ancho de banda variable y autorregulable de las frecuencias electromagnéticas (CTU Mega 20® Periso SA – Suiza CE), estudiamos a 18 sujetos que se sometieron a este tipo de tratamiento debido a dolor lumbar. Los pacientes fueron evaluados al inicio, después de la primera semana y al final de los tratamientos para el dolor (puntuación NRS) y el Índice de Discapacidad de Oswestry Revisado que refleja la capacidad del paciente para manejar la vida cotidiana.

El resultado mostró que este tratamiento con LF-HI-PEMF (diamagnetoterapia) proporcionó una reducción significativa del dolor ($P < 0,05$ en comparación con el valor inicial) y una mejora de la discapacidad como resultado del porcentaje de discapacidad de Oswestry revisado desde el valor inicial hasta 4 semanas después de completar la terapia ($P < 0,05$). Además, analizamos el estado del arte relacionado con los tratamientos biofísicos no invasivos del LBP. Es posible que sean necesarios estudios adicionales como RCT para validar la eficacia del LF-HI-PEMF.

Palabras clave: Dolor crónico; Diamagnetoterapia; Dolor lumbar; LF-HI-PEMF

Introducción

Debido a las dificultades para categorizar el LBP, el tratamiento puede ser un desafío y esto puede depender de las causas, el momento de aparición, los diversos factores intrínsecos y extrínsecos, las características clínicas y el estadio de la enfermedad [1,2]. Además, la historia clínica y el examen físico del paciente permiten discernir el LBP específico del inespecífico e implica, respectivamente, una actitud de esperar y ver o un análisis diagnóstico más profundo, así como tratamientos adecuados consecuentes. Esto ocurre en caso de déficits neurológicos, señales de alerta o cuando estos síntomas no mejoran después de 4 a 6 semanas desde el inicio [3]. Terapia de ejercicios supervisada y ejercicios de estabilización

Los programas de rehabilitación lumbar se han utilizado ampliamente como tratamiento de primera línea [4]. Por su parte, las energías físicas pueden apoyar los programas de rehabilitación actuando sobre el dolor y ejerciendo efectos mio-relajantes. Con diferentes niveles de evidencia, se han propuesto en este sentido la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) [5], la terapia láser de baja intensidad (LLLT) [6] y la terapia diatérmica capacitiva-resistiva (TECAR) [7].

Con el tiempo, se ha prestado un cierto interés a la estimulación biofísica inducida por PEMF de baja frecuencia. Su uso, una vez aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos en 1979 para el tratamiento de la consolidación retardada de las fracturas y las pseudoartrosis, se extendió rápidamente a diferentes afecciones musculoesqueléticas dolorosas y otros tipos de trastornos [8,9]. La justificación para emplear PEMF se basaría en los efectos antiinflamatorios.

mediada por los receptores de adenosina A2A y A3 como se observa en condrocitos y osteoblastos humanos [10] así como en modelos lesionados de disco intervertebral de cola de rata [11]. Los efectos regenerativos que involucran células madre mesenquimales también han sido teorizados por Viganò et al. [12] mientras que se han descrito efectos positivos en el dolor de diversos orígenes, como en el síndrome de dolor regional complejo [13] o el dolor pélvico crónico [14]. Más recientemente, diferentes tipos de PEMF que explotan las propiedades del campo magnético de alta intensidad (LF-HI-PEMF), han atraído cierto interés en la investigación biofísica habiendo mostrado efectos regenerativos en modelos experimentales de lesión nerviosa y fracturas frescas [15,16], demostrando también la posibilidad de recuperar la elasticidad de la estructura tendinosa [17] o en promover la recuperación en condiciones fibroescleróticas como el linfedema crónico y la fibrosis pulmonar [18,19]. Sobre estas bases, con la intención de mejorar el dolor y el deterioro funcional asociado, tratamos con un aparato LF-HI-PEMF, durante seis meses, a una serie de pacientes que padecían LBP de diferente origen.

Materiales y métodos

Una serie de 18 pacientes (12 hombres, 6 mujeres), con una edad promedio de 54,8 años y que padecían LBP debido a diferentes causas (discogénica, radiculopatía y artritis de la columna vertebral), de junio a diciembre de 2019 fueron abordados en el tratamiento con una máquina LF-HI PEMF (CTU Mega 20®-Periso SA -Suiza) en la Organización Médica de Regeneración Celular – Bogotá (Colombia).

Esta cohorte de pacientes, que sufrían de LBP crónico, incluido el dolor radicular, se sometieron a un tratamiento diamagnético una vez que recibieron su consentimiento informado. Los pacientes habían sido evaluados para la intensidad del dolor utilizando la escala NRS, así como el impacto funcional de los tratamientos en las actividades de la vida diaria se evaluó mediante la puntuación funcional de discapacidad de Oswestry revisada. Todos los pacientes tratados compartían en la puntuación NRS un punto de corte > 4 para el dolor y no habían recibido terapias físicas durante los 3 meses anteriores mientras la duración del dolor fuera > 3 meses. Como es habitual para los tratamientos PEMF, se habían excluido los pacientes con cualquier trastorno médico inestable, el implante de un marcapasos cardíaco, el uso de cualquier otro dispositivo eléctrico o electromagnético, durante el embarazo o con material de piezas ferromagnéticas dentro de las áreas del cuerpo a tratar. Al principio, al final de la primera sesión, después de una semana y al final de los tratamientos, los pacientes habían sido evaluados para la intensidad del dolor utilizando la escala NRS. Además, para determinar el impacto funcional del tratamiento en las actividades de la vida diaria, se utilizó la escala de discapacidad funcional de Oswestry revisada al inicio y cuatro semanas después de finalizar la terapia.

Durante cada tratamiento, la pieza de mano se colocó a unos 3 cm de la piel de la zona lumbar del paciente durante 30 minutos. Las sesiones de tratamiento se repitieron tres veces por semana durante 3 semanas y el protocolo incluyó la siguiente configuración de la máquina:

Modo de funcionamiento	Frecuencia (Hz)	Intensidad (J)	Diatermia (de radio)	Movimiento de líquidos Relación	Endógeno, Bioestimulación, PW	Minutos
Control del dolor	5 Hz	70	/	/	/	10
Fibras nerviosas lentas		/	Res	/	4	10
Extracelular	/	/	Res	80%	/	10
Intracelular				60%		

Tabla 1:Puesta a punto de la máquina.

Frecuencia = tasa de repetición del pulso - J (Joule) = Energía inducida por el pulso electromagnético. Diatermia en modo resistivo (res). Movimiento de líquidos (Efecto diamagnético) = Desplazamiento de líquidos en la matriz extracelular (extracelular) o en el interior de las células (intracelular) expresado como valores de proporción. El control del dolor y la configuración de las fibras nerviosas lentas corresponden al ancho de banda adecuado de la frecuencia electromagnética que estimula los tejidos (bioestimulación endógena).

Resultados

Todos los pacientes pudieron completar el tratamiento y no se reportaron dolor ni eventos adversos. El análisis estadístico incluyó la suma de las puntuaciones de la evaluación del dolor en una escala de calificación numérica (NRS) y del índice de discapacidad de Oswestry revisado. La puntuación de la NRS se evaluó al inicio, inmediatamente después de la primera sesión de terapia, 1 semana y 4 semanas después de completar la terapia. El índice de discapacidad se evaluó al inicio y 4 semanas después de la última sesión de tratamientos. Los datos recopilados se analizaron como valores de diferencia de medias ± desviaciones estándar para variables discretas.

Variables numéricas. Se eligió la prueba «t» para distribución normal de los datos para determinar la significación estadística entre el pre y el postratamiento. El nivel de significación se ha elegido para p< 0,05. Todos los pacientes tratados mostraron una disminución significativa del dolor a lo largo de todo el período de observación en los tres puntos temporales con respecto al inicio (P < 0,05), con una media ± DE de cambio desde el inicio de 38 ± 11. La línea de tiempo de los valores NRS marcó, respectivamente: 6,7 ± 1,7 DE al inicio; 4,8 ± 1,2 DE inmediatamente después del tratamiento; 4,4 ± 1,1 DE en la primera semana y 4,5 ± 1,2 DE cuatro semanas después de la terapia. La puntuación media revisada de discapacidad de Oswestry mejoró significativamente desde el inicio y 4 semanas después de completar la terapia (p<0,05- 28 ± 30 DE).

Discusión

El dolor lumbar es una patología frecuente y recurrente debido a diferentes causas etiopatogénicas. Los síntomas, la edad, el género, las variables sociodemográficas y psicosociales, la funcionalidad de la columna, la intensidad del dolor y sus características si es nociceptivo o neuropático, la duración en el tiempo como agudo, subagudo o crónico.

pertenece a las vías de diagnóstico y pronóstico. El dolor lumbar agudo inespecífico mejorará en varias semanas con o sin tratamiento [1]. El déficit funcional grave, las señales de alerta o el dolor que no mejora después de 4 a 6 semanas desde el inicio, el dolor continuo, los signos y síntomas del síndrome de cauda equina requieren un análisis diagnóstico más profundo y se debe considerar la cirugía [3]. Además, el distrés psicosocial, las habilidades de manejo deficientes y el grado de deterioro temprano aumentan el riesgo de discapacidad prolongada y se debe recomendar a los pacientes con dolor lumbar agudo o crónico que permanezcan activos. Por esta razón, el tratamiento del dolor lumbar crónico inespecífico implica un enfoque multidisciplinario dirigido a preservar la función y prevenir la discapacidad.

El tratamiento del LBP y la radiculopatía asociada puede comprender diferentes opciones. Como primera opción, se consideran paracetamol, AINE, corticosteroides y opioides. Los programas de rehabilitación prevén educación del paciente, ejercicio supervisado, terapia manual, tratamiento dirigido, [4] mientras que las acciones más invasivas, como la inyección extraforaminal de glucocorticoides, se reservan para situaciones de rebeldía. Sin embargo, en su totalidad, estas opciones se basan en un consenso bajo a moderado. Las mismas consideraciones se aplican a las terapias físicas. La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) se ha utilizado durante mucho tiempo en el LBP crónico, pero el valor terapéutico aún es incierto y, a pesar de la base teórica y el uso generalizado, la TENS no sería más efectiva que el placebo para el tratamiento del LBP crónico [5]. Por el contrario, un metaanálisis sucesivo afirma una reducción significativa del dolor después de la aplicación de TENS con un menor uso de analgésicos [20]. Más recientemente, Lien-Chen Wu et al. reportaron que el alivio del dolor no fue diferente entre pacientes tratados con TENS versus pacientes control y que otros tratamientos no TENS han sido más efectivos en proporcionar alivio del dolor que TENS [21]. Este paradigma de incertidumbre se aplica a otras tecnologías. Para la Terapia Láser de Baja Intensidad (LLLT), un meta-análisis sugiere que, cuando se usa solo o en combinación con otras modalidades, este tratamiento puede lograr una reducción útil del dolor por hasta 3 meses con pocos efectos adversos en LBP crónico no específico. Además, se ha reportado la limitada mejoría de la discapacidad a corto plazo con un nivel de evidencia moderado [6]. Por su parte, The Efficacy Of Capacitive-Resistive Diathermy Therapy (TECAR) demostraría mejores resultados respecto a LLLT inmediatamente al final de los tratamientos y hasta el tercer mes [7]. Este beneficio ha sido reportado en un informe experimental prospectivo previo que demostró la efectividad de la diatermia versus placebo [22].

De todos modos, la terapia de ejercicios supervisada recomendada y los programas de ejercicios de estabilización se han utilizado ampliamente para la rehabilitación de la espalda baja como tratamiento de primera línea. Las revisiones sistemáticas [4] afirmaron que estos últimos son más efectivos que los ejercicios generales para reducir el dolor o mejorar la función de músculos específicos del tronco que se supone que controlan el movimiento intersegmental de la columna y permiten al paciente recuperar la coordinación de la columna y la pelvis. En particular, aumentar el ejercicio de estabilización individual y los ejercicios de flexibilidad, como el estiramiento del músculo abdominal, cuádriceps, isquiotibiales, tensor de la fascia lata, piriforme y

músculos del cuadrado lumbar. Estos programas incluyen ejercicios de estabilización en diferentes posiciones (posición de insecto muerto, decúbito lateral, prono, posición de perro pájaro, puente y plancha) [23]. También es muy interesante la observación de que los PEMF combinados con ejercicios de hombro en el síndrome de pinzamiento del hombro tienen efectos analgésicos y funcionales potenciales, probablemente debido a la mejora combinada de la fuerza muscular [24].

Aunque su mecanismo de acción aún no se conoce por completo, parece que los PEMF ejercen efectos analgésicos, antiinflamatorios y regenerativos significativos gracias a una interacción electroquímica multinivel en las células [12]. Más particularmente, como se observó en las células del núcleo pulposo del disco gracias a la imagen dinámica de la transcripción del ARNm, los PEMF inducen efectos inhibidores en la transcripción de IL-6 activada por el factor proinflamatorio IL-1 α , que acompaña la generación del disco [25]. Este efecto antiinflamatorio también se ha observado en el modelo de disco intervertebral de cola de rata lesionado [11] y podría estar mediado por los receptores de adenosina A2A y A3 [10]. Varios ECA validan la utilidad de los PEMF en el LBP. Omar et al. informan, en un estudio controlado con placebo en una serie de sujetos con LBP discogénico y síntomas radiculares, que observaron una disminución significativa de la hipoestesia, una mejora de la hiporreflexia del tobillo y la prueba de elevación de la pierna recta. Además, diferencias significativas entre ambos grupos en relación con la escala EVA y la puntuación OSW modificada después de la terapia PEMF: $P = 0,024$ y $P < 0,001$ respectivamente [26]. En una revisión sistemática [27], los principales hallazgos fueron que la terapia PEMF reduce la intensidad del dolor y mejora la funcionalidad en el dolor lumbar. Cuando se usa sola, parece tener mayores efectos sobre el dolor, independientemente de la condición de LBP, en comparación con la adición de terapias adicionales. Por el contrario, otros estudios indican que el protocolo conjunto de PEMF y fisioterapia convencional que consiste en terapia TENS para la espalda baja (15 min 3 días/semana) y ultrasonido pulsado fijo durante 5 minutos, 1 Hz en modo de aplicación continua a 1,5 w/cm 2 , muestra el mejor resultado con respecto a la fisioterapia convencional y el campo electromagnético simulado [28].

En cuanto a la mayor parte de las energías biofísicas, podemos considerar la dificultad real de comparar diferentes estudios relacionados con la eficacia de los PEMF. Esto se debe principalmente a las características del impulso entregado: frecuencia portadora, frecuencia de pulso/seg, ancho de ráfaga, densidad de flujo magnético y la fuerza del campo magnético [27]. Nuestro estudio confirma la eficacia de los PEMF para mejorar el dolor y la capacidad funcional en el LBP crónico. Sin embargo, la estimulación biofísica del CTU Mega 20®El dispositivo es muy diferente de los PEMF de baja intensidad convencionales. El aparato proporciona un PEMF de alta intensidad con un perfil de seguridad del impulso debido a la baja frecuencia a pesar de la fuerza del campo magnético (2T - energía de funcionamiento de hasta 90 J). Además, el tiempo de subida es muy lento (unos pocos μ s), así como el ancho de banda del pulso electromagnético es extremadamente variable, con una duración del pulso magnético de hasta unos pocos ms y un período de 1000 ms. La distribución del campo magnético tiene un volumen de aproximadamente 27 cm 3 [18], mientras que las diferentes formas de amplitud y el amplio espectro de frecuencias electromagnéticas cubren el ancho de banda del tejido músculo-esquelético. Por el contrario, para las máquinas LF-LI-PEMF, el pico del campo magnético (MF) puede variar de 1,6 a 2 mT, y la forma

La forma de onda es trapezoidal o triangular. La frecuencia de la señal varía de 3,8 kHz a 15 o 75 Hz, el tiempo de subida se mide en ms, la duración del pulso varía de 5,56 ms a 25 ms [29].

Como es sabido, los efectos biológicos de los pulsos electromagnéticos están mediados por cambios en el voltaje de la membrana celular que afectan, a su vez, las propiedades eléctricas de las células estimuladas y se producen respuestas metabólicas consecuentes, de acuerdo con la Intensidad y el Gradiente del Campo Magnético (T/seg). En otras palabras, independientemente de la Intensidad del Campo Magnético, valores altos del gradiente del campo magnético, en el campo estático, pueden causar daño celular respecto a valores más bajos [30] por un cambio significativo en el potencial de membrana de las células. Esto puede tener un impacto significativo no solo en las propiedades y la funcionalidad biológica de las células sino también en el destino celular. Para la CTU Mega 20[®]La alta intensidad de la MF se compensa con el rango de gradiente seguro (400 T/s). El campo magnético entregado por la máquina comparte las propiedades bioactivas de HI-PEMF, [17] pero difiere en la posibilidad de proporcionar el llamado efecto repulsivo o diamagnético. Este surge de la fuerza de un campo magnético pulsado de alta intensidad autolimitante capaz de mover líquidos y solutos del espacio extracelular al intracelular y viceversa. Este efecto se denominó aceleración diamagnética molecular [31]. Además, se transporta un amplio ancho de banda de frecuencias electromagnéticas a nivel celular para implementar el efecto biológico del campo magnético (bioestimulación endógena). En nuestro protocolo de tratamientos, el efecto diamagnético se reforzó mediante el uso concomitante de la diatermia, proporcionada por la máquina.

Conclusiones

En nuestro estudio, el tratamiento con esta tecnología es significativamente eficaz en la reducción del dolor y la mejora del aspecto funcional de los pacientes que sufren de LBP crónico. Los resultados están en línea con los establecidos por LI-PEMF según lo reportado en la literatura [13,14]. Sin embargo, el principal inconveniente de nuestro estudio es la pequeña muestra estadística y la ausencia de un grupo de control, por lo que son necesarios más ECA para confirmar estos resultados.

Referencias

1. P. Hüllemann, T. Keller, M. Kabelitz, J. Gierthmühlen, R. Freynhagen, et al. (2018) Manifestación clínica del dolor lumbar agudo, subagudo y crónico en diferentes grupos de edad: dolor lumbar en 35 446 pacientes. *Pain Pract* 18: 1011-1023.
2. MJ Stockendahl, P. Kjaer, J. Hartvigsen (2018) Pautas clínicas nacionales para el tratamiento no quirúrgico de pacientes con dolor lumbar de aparición reciente o radiculopatía lumbar. *Eur Spine J* 27: 60-75.
3. L. Golob, J. E. Wipf (2014) Dolor lumbar. *Clínicas Médicas de Norteamérica* 98: 405-428.
4. M Gomes-Neto, J Moura Lopes, C. Sena Conceição, et al. (2017) Ejercicios de estabilización comparados con ejercicios generales o terapia manual para el tratamiento del dolor lumbar: una revisión sistemática y metanálisis. *Fisioterapia en el Deporte* 23: 136-142.
5. Khadilkar, D. Oluwafemi Odebiyi, L. Brosseau, G. A Wells (2008) Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) versus placebo para el dolor lumbar crónico (revisión). *Cochrane Database Syst. Rev* 2008: CD003008.
6. G Glazov, M. Yelland, J. Emery (2016) Terapia con láser de baja intensidad para el dolor lumbar crónico inespecífico: un metanálisis de ensayos controlados aleatorizados. *Acupunct. Med* 34: 328-341.
7. A Notarnicola, G Maccagnano, MF Gallone, I Covelli, S Tafuri, B Moretti, et al. (2017) Eficacia a corto plazo de la terapia de diatermia capacitiva-resistiva en pacientes con dolor lumbar: un ensayo controlado aleatorizado prospectivo. *J Biol. Regul. Homeost. Agents* 31: 509- 515.
8. Sharrard WJ (1990) Un ensayo doble ciego de campos electromagnéticos pulsados para la unión retardada de fracturas tibiales. *J Bone Joint Surg. Br* 72: 347-355.
9. Binder A, Parr G, Hazleman B, Fitton-Jackson S (1984) Terapia con campos electromagnéticos pulsados para la tendinitis persistente del manguito rotador. Una evaluación doble ciego controlada. *Lancet* 1984: 695-698.
- 10.F. Vincenzi, M. Targa, C. Corciulo, S. Gessi, S. Merighi, et al. (2013) Los campos electromagnéticos pulsados aumentaron el efecto antiinflamatorio de los receptores de adenosina A2A y A3 en condrocitos humanos T/C-28a2 y osteoblastos hFOB 1.19. *PLoS One* 8: 5561.
- 11.K. Chan, X. Tang, NV Mummaneni, et al. (2019) Los campos electromagnéticos pulsados reducen la inflamación aguda en el disco intervertebral de cola de rata lesionado. *JOR Spine* 2: e1069
- 12.M Viganò, V. Sansone, MC d'Agostino, et al. (2016) Células madre mesenquimales como diana terapéutica de estimulación biofísica para el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 11: 163.
- 13.Pleger B, Janssen F, Schwenkreis P, Volker B, Maier C, et al. (2004) La estimulación magnética transcraneal repetitiva de la corteza motora atenúa la percepción del dolor en el síndrome de dolor regional complejo tipo I. *Neurosci. Lett* 356: 87-90.
- 14.Varcaccio-Garofalo G, Carriero C, Loizzo MR, Amoroso S, Loizzi P (1995) Propiedades analgésicas de la terapia de campo electromagnético en pacientes con dolor pélvico crónico. *Clin Exp Obstet. Gynecol* 22: 350-354.
- 15.RajiAR, Bowden RE (1983) Efectos del campo electromagnético pulsado de alto pico sobre la degeneración y regeneración del nervio peroneo común en ratas. *J Bone Joint Surg. Br* 65: 478-492.
- 16.S. Leisner, R. Shahar, I. Aizenberg, D Lichovsky, TL Harru (2002) El efecto de pulsos de corta duración y alta intensidad en fracturas recientes del cúbito en ratas. *J. Vet. Med A-49*: 33-37.
- 17.J. Prucha, V. Socha, V. Sochova, L Hanakova, S. Stojic (2018) Efecto de la estimulación magnética de alta inducción en la elasticidad del tendón rotuliano. *Journal of Healthcare Engineering* 2018.
- 18.Izzo M, et al. (2010) El papel de la bomba diamagnética (CTU Mega 18) en el tratamiento físico del linfedema de las extremidades. *The European Journal of Lymphology* 21: 24-29.
- 19.F. Torres Obando, et al. (2020) "Efectos de los campos electromagnéticos pulsados de alta intensidad (HI-PEMF) en la fibrosis pulmonar intersticial debida al síndrome antisintetasa asociado al síndrome de Sjögren. Reporte de un caso". *EC Pulmonology and Respiratory Medicine* 2020.
- 20.J. J Jauregui, JJ Cherian, C. U Gwam, M. Chughtai, JB Mistry, et al. (2016) Un metaanálisis de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea para el dolor lumbar crónico Surg. *Technol. Int* 28: 296-302.
- 21.L.-Chen Wu, P.-Wei Weng, C.-Hsien C. YY Huang, Y. -Hwei Tsuang, Chang-Jung Chiang (2018) Revisión de la literatura y metaanálisis de la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea en el tratamiento del dolor de espalda crónico. *Anestesia regional y medicina del dolor* 43.
- 22.Shaik A, Abdus S, A. Khan (2009) Evaluación de los efectos de la diatermia de onda corta en pacientes con dolor lumbar crónico. *Bangladesh Med Res Council Bull* 35: 18-20.

- 23.**JH Suhu, H. Kim, GP Jung, JY Ko, Ju S. R (2019) El efecto de la estabilización lumbar y los ejercicios de caminata sobre el dolor lumbar crónico. Un ensayo controlado aleatorizado. Medicina 2019.
- 24.**Galace de Freitas D, et al. (2014) Campo electromagnético y ejercicios en pacientes con síndrome de pinzamiento del hombro: un ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo. Archivos de Medicina Física y Rehabilitación 95: 345-352.
- 25.**X. Tang, T. Alliston, D. Coughlin, S. Miller, N. Zhang, et al. (2018) Las imágenes dinámicas demuestran que los campos electromagnéticos pulsados (PEMF) suprimen la transcripción de IL-6 en células del núcleo pulposo bovino. Orthop. Res 35: 778-787.
- 26.**S. OMAR, MA AWADALLA, M. Abd EL-LATIF (2012) Evaluación de la terapia de campo electromagnético pulsado en el tratamiento de pacientes con radiculopatía lumbar discogénica. Revista internacional de enfermedades reumáticas 15: e101-e108.
- 27.**R. Andrade, H. Duarte, R. Pereira, I. Lopes, H. Pereira, et al. (2016) Espregueira-Mendes Efectividad de la terapia con campo electromagnético pulsado en el dolor lumbar: una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorizados. Porto Biomed. J 1:156-163.
- 28.**M. Elshiwi, HA Hamada, D. Mosaad, IMA Ragab, GM Kouraa, et al. (2019) Efecto del campo electromagnético pulsado en pacientes con dolor lumbar inespecífico: un ensayo controlado aleatorizado. Revista Brasileña de Fisioterapia 23: 244-249.
- 29.**L. Massari, F. Benazzo, B. Moretti, et al. (2011) Stimolazione elettrica dell'osteogenesi: efficacia e tecnologie a confronto. Estimulación eléctrica de la osteogénesis: eficacia y tecnologías comparadas. GIOT dicembre 37: 272-279.
- 30.**V Zablotskii, T Polyakova, O. Lunov, A Dejneka (2016) Cómo un campo magnético de alto gradiente podría afectar la vida celular. Scientific Reports 6: 37407.
- 31.**Premi E, Benussi A, La Gatta A. et al. (2018) Modulación de la plasticidad cortical similar a la potenciación a largo plazo en el cerebro sano con campos electromagnéticos pulsados de baja frecuencia. BMC Neuroscience 19: 34.