



Los efectos de los campos electromagnéticos pulsados de alta intensidad y baja frecuencia (terapia diamagnética) en el tratamiento de enfermedades raras: una

Estudio preliminar de la serie de casos

Felipe Torres Obando^{1,3}, Pedro Romeo^{2,3*}, Diego Vergara¹, Federica di Pardo³, Adriana Soto¹

¹Organización Médica de Regeneración Celular, Bogotá, Colombia

²Departamento de Ortopedia, Istituto Ortopedico Galeazzi, Milán, Italia

³Academia Periso, Pazzallo, Suiza

***Autor correspondiente:** Pietro Romeo, Departamento de Ortopedia, Istituto Ortopedico Galeazzi, Milán, Italia

Citación: Obando FT, Romeo P, Vergara D, di Pardo F, Soto A (2022) Los efectos de los campos electromagnéticos pulsados de alta intensidad y baja frecuencia (terapia diamagnética) en el tratamiento de enfermedades raras: un estudio preliminar de una serie de casos. J Neurol Exp Neural Sci 4: 145. DOI: 10.29011/2577-1442.100045

Fecha de recepción: 10 de enero de 2022; **Fecha de aceptación:** 03 de febrero de 2022; **Fecha de publicación:** 09 de febrero de 2022

Abstracto

Las enfermedades raras y huérfanas son un grupo de discapacidades multiorgánicas que limitan la calidad de vida de pacientes jóvenes y adultos, afectando la carga socioeconómica para las familias y la comunidad. A pesar de los continuos intentos de investigación, actualmente no se dispone de terapias estandarizadas y efectivas. Los soportes ortopédicos y la rehabilitación siguen siendo las únicas posibilidades para aliviar estas difíciles condiciones. Entre las posibilidades terapéuticas emergentes, los campos electromagnéticos pulsados (PEMF) expresan efectos antiinflamatorios y regenerativos en los tejidos musculoesqueléticos y parenquimatosos. También han demostrado propiedades intrigantes para estimular el sistema nervioso central y periférico, ya sea como estimulación magnética transcraneal (TMS) y baja frecuencia - alta intensidad. - Campo electromagnético pulsado (LF-HI-PEMFs) o Terapia Diamagnética (Diamagnetoterapia). Esta última modula la plasticidad cerebral y es eficaz en el dolor, reduciendo las contracturas musculares y el edema tisular. Nuestra experiencia se refiere al uso de la Terapia Diamagnética en enfermedades raras y huérfanas y reporta resultados funcionales y comportamentales prometedores, abriendo la posibilidad de aplicaciones terapéuticas integradas con los métodos rehabilitadores convencionales.

Introducción

Las enfermedades raras y huérfanas son un grupo de patologías que afectan, por definición, a un número reducido de pacientes. Los criterios de clasificación son diferentes en los distintos países ya que no existe una categorización unificada aceptada globalmente. Según la Ley de Enfermedades Raras de Estados Unidos (2002), una enfermedad rara es una condición que afecta a aproximadamente 1: 1500 personas mientras que la Comisión Europea define una enfermedad rara como cualquier enfermedad que afecte a menos de 1: 2000 personas y algunas definiciones se basan en la existencia de tratamientos adecuados [1].

En la actualidad, a pesar de su baja prevalencia, se estima que existen casi 8.000 enfermedades raras que afectan a unos 350 millones de pacientes, con un impacto mundial en la atención sanitaria y en los sistemas socioeconómicos en términos de costes directos e indirectos.

Los recientes avances en biología molecular, tecnologías basadas en secuenciación de próxima generación y genética han mejorado las opciones terapéuticas: medicamentos de moléculas pequeñas, terapias basadas en proteínas, oligonucleótidos antisentido, ARN interferentes pequeños, terapias genéticas y celulares [2] tienen como objetivo desencadenar cambios moleculares reparadores.

mecanismos. Sin embargo, todavía faltan herramientas diagnósticas y tratamientos adecuados que requieren conocimientos más específicos [3]. Así, a pesar del creciente interés en este campo, los altos costos relacionados con la rareza de las enfermedades y su patogénesis oscura frenan el progreso en herramientas terapéuticas específicas [1].

Dada la frecuente afectación del sistema nervioso, uno de los intentos terapéuticos recientes es la estimulación biofísica, cuyo objetivo es modificar la excitabilidad y plasticidad de un área periférica o cerebral específica. La estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTr) es una técnica indolora y no invasiva para la estimulación electromagnética del cerebro y el sistema nervioso. Las pautas adecuadas para el uso terapéutico de la EMTr se derivan de la evidencia experimental en el dolor, los trastornos del movimiento, el accidente cerebrovascular, la esclerosis lateral amiotrófica, la esclerosis múltiple, la epilepsia y otras afecciones [4]. Por sí sola, la estimulación electromagnética inducida por campos electromagnéticos pulsados (CEMP) conserva efectos biológicos reconocidos mundialmente por su eficacia en el tratamiento del dolor y la inflamación, así como en la medicina regenerativa, la administración de fármacos y la inmunoterapia [5]. Los CEMP se han aplicado con éxito también en enfermedades musculoesqueléticas [6] para modular la actividad de varios neurotransmisores y la plasticidad cortical en el cerebro [7,8].

Debido a la ineficacia recurrente de los tratamientos convencionales, en base a experiencias previas, empleamos una tecnología novedosa de PEMF para tratar a una serie de 13 pacientes que sufrían trastornos neuromotores y conductuales incapacitantes relacionados con una enfermedad rara. Usamos un tratamiento basado en Campos Electromagnéticos Pulsados de Baja Frecuencia y Alta Intensidad (LF-HI-PEMFs) denominado Diamagnetoterapia (Terapia Diamagnética), con un resultado positivo.

Métodos

Desde mayo de 2019 hasta abril de 2021, en la Organización Médica de Regeneración Celular de Bogotá (Colombia), se realizó un estudio de 13 pacientes de edades diversas y con diferentes enfermedades neuromusculares raras.

Se trataron con Terapia Diamagnética las siguientes enfermedades: 2 distrofias musculares, 1 distrofia neuroaxonal, 6 parálisis cerebrales espásticas, 1 ictus hemorrágico, 1 crisis focal izquierda, 1 distonía 28, 1 síndrome de Glass, 1 disgenesia del cuerpo calloso, 1 hipoplasia del puente cerebeloso y 1 disgenesia de la columna dorso-lumbar.

Asistieron a un tratamiento individualizado de Diamagnetoterapia aplicando el CTU Mega 20® Máquina de Bomba Diamagnética Plus (Periso SA – Pazzallo- Suiza), además del estándar de atención. Dependiendo de los síntomas y características de la enfermedad, el personal de salud utilizó diferentes protocolos terapéuticos. Esta tecnología proporciona un Campo Electromagnético de Alta Intensidad – Baja Frecuencia (2,2T – <50 Hz) y proporciona un amplio rango de amplitudes del Campo Magnético y frecuencias electromagnéticas variables capaces de adaptarse a las propiedades electromagnéticas de los tejidos corporales, estimulándolos a nivel celular [8]. La elección del área de tratamiento dependió de la etiopatogenia de la enfermedad. En patologías del Sistema Nervioso Central (SNC) se ha aplicado una estimulación transcraneal directa, si estaban involucrados el Sistema Nervioso Periférico y los músculos (SNP), tratamos la región periférica afectada. El objetivo principal de los tratamientos, como ocurre con las tecnologías convencionales que emplean PEMF, fue estimular la actividad metabólica de las células. Adicionalmente, la máquina CTU Mega 20 Plus ofrece la posibilidad de movilizar sustancias diamagnéticas como agua, iones y proteínas de la Matriz Extracelular (MEC), favoreciendo el flujo transmembrana a nivel celular. Además, activa el aparato muscular, la conducción eléctrica de fibras nerviosas lentas y rápidas, gracias a la posibilidad de variar, selectivamente, las frecuencias electromagnéticas y las amplitudes del Campo Magnético, según las necesidades de los tejidos biológicos [8].

En la Tabla 1 se resumen las principales características del tratamiento brindado a cada paciente según el diagnóstico, el protocolo y el área de tratamiento, el número de sesiones.

Paciente	Diagn3stico	3rea tratada	Tratamiento diamagn3tico	Sesiones N3mero
Paciente 1	Distrofia muscular de cinturas escapulares	Gl3teo-lumbar	Control del dolor Estimulaci3n lenta de fibras nerviosas Movimiento de l3quidos	10
Paciente 2	Distrofia muscular de cinturas escapulares	Gl3teo-lumbar	Control del dolor Estimulaci3n lenta de fibras nerviosas Movimiento de l3quidos	7
Paciente 3	Distrofia neuroaxonal	Transcraneal: regi3n frontoparietal	Control del dolor Estimulaci3n r3pida de fibras nerviosas Estimulaci3n de la membrana celular Movimiento de l3quidos	19
Paciente 4	Par3lisis cerebral esp3stica	Transcraneal: regi3n temporal	Control del dolor Estimulaci3n r3pida de fibras nerviosas Estimulaci3n de la membrana celular Movimiento de l3quidos	10
Paciente 5	Par3lisis cerebral esp3stica	Transcraneal: regi3n temporoparietal	Control del dolor Estimulaci3n r3pida de fibras nerviosas Estimulaci3n de la membrana celular Movimiento de l3quidos	6
Paciente 6	Par3lisis cerebral esp3stica	Transcraneal: regi3n temporoparietal	Control del dolor Estimulaci3n r3pida de fibras nerviosas Estimulaci3n de la membrana celular Movimiento de l3quidos	11
Paciente 7	Par3lisis cerebral esp3stica	Transcraneal: regi3n occipital	Control del dolor Estimulaci3n r3pida de fibras nerviosas Estimulaci3n de la membrana celular Movimiento de l3quidos	6
Paciente 8	Accidente cerebrovascular hemorr3gico	Transcraneal: regi3n occipital	Control del dolor Estimulaci3n r3pida de fibras nerviosas Movimiento de l3quidos	10

Paciente 9	Distonía	Mandíbula inferior y región lumbar	Control del dolor Estimulación rápida de fibras nerviosas Estimulación lenta de fibras nerviosas Movimiento de líquidos	13
Paciente 10	Síndrome de Glass	Transcraneal: región temporofrontal	Control del dolor Estimulación rápida de fibras nerviosas Estimulación de la membrana celular Movimiento de líquidos	10
Paciente 11	Disgenesia del cuerpo calloso	Transcraneal: región parietal	Control del dolor Estimulación rápida de fibras nerviosas Estimulación lenta de fibras nerviosas Movimiento de líquidos	10
Paciente 12	Hipoplasia del cerebelo puente	Transcraneal: debajo del proceso occipital En dirección a la glabella	Control del dolor Estimulación rápida de fibras nerviosas Estimulación de la membrana celular Movimiento de líquidos	8
Paciente 13	Disgenesia del anterior columna dorso-lumbar	Transcraneal: región lumbar	Control del dolor Estimulación lenta de fibras nerviosas Estimulación muscular Movimiento de líquidos	10

Tabla 1:Resumen de los pacientes tratados con diagnóstico, zona estimulada, protocolo de terapia, número de sesiones.

Resultados

Dada la complejidad y diversidad de estas patologías, no se dispone de evaluaciones estandarizadas de puntuaciones funcionales acumulativas para evaluar la respuesta a los tratamientos. Además, son heterogéneas, requieren múltiples terapias de rehabilitación y tienen una evolución impredecible. Por tanto, los resultados de este estudio proporcionan únicamente un análisis cualitativo de la evolución clínica. Estos datos se resumen en la siguiente tabla (Tabla 2) como ausencia/presencia de mejoría en comparación con las condiciones iniciales: dificultades motoras y relacionales típicas de estas enfermedades. Casi todos los sujetos disfrutaron de mejoras motoras y relacionales. Sólo dos pacientes informaron, respectivamente, de la disminución de la fuerza de los miembros superiores en un caso de distrofia muscular de cinturas y sólo una débil mejoría tras el tratamiento de la columna cervical en Disgenesia de la columna dorsolumbar anterior.

Paciente	Patología	Resultado clínico
Paciente 1	Distrofia muscular de cinturas escapulares	Mejora de la fuerza muscular de los miembros inferiores, menos caídas, posible bipedestación.
Paciente 2	Distrofia muscular de cinturas escapulares	Disminución de la fuerza de los miembros superiores.

Paciente 3	Distrofia neuroaxonal	Mejora de la actividad motora espontánea y mejor control de los movimientos de la mano. Más reactivo a estímulos externos: sonrisa, movimientos oculares, más atención a luces y sonidos.
Paciente 4	Parálisis cerebral espástica	Aumento de los movimientos de las manos, mejor control cefálico y desaparición de los reflejos primarios.
Paciente 5	Parálisis cerebral espástica	Mayores habilidades lingüísticas, aumento de movimientos y atención.
Paciente 6	Parálisis cerebral espástica	Aumento de la actividad motora, mayor sociabilidad, lenguaje más fluido y mejor memoria.
Paciente 7	Parálisis cerebral espástica	Aumento de la actividad motora, inicio del gateo.
Paciente 8	Accidente cerebrovascular hemorrágico	Mejor respuesta ocular a estímulos externos, más reactivo a la luz externa, colores y objetos. Aumento de la actividad motora.
Paciente 9	Distonía	Disminución del dolor abdominal y del temblor en la mandíbula inferior.
Paciente 10	Síndrome de Glass	Aumento de la actividad motora y mayor atención. Posibilidad de introducir tratamientos integrativos (terapia ocupacional, musical e hipoterapia).
Paciente 11	Disgenesia del cuerpo Calloso	Aumento de la actividad motora y del lenguaje.
Paciente 12	Hipoplasia del cerebelo puente	Aumento general de la actividad motora
Paciente 13	Disgenesia del dorso anterior. giro lumbarmi	Pequeña mejoría general después del tratamiento de la columna cervical

Tabla 2:Diagnóstico y resultados clínicos generales de cada paciente al finalizar el tratamiento.

Discusión

Las enfermedades raras son síndromes crónicos graves y potencialmente mortales que suelen comenzar en la infancia. Su rareza, la falta de procedimientos validados y estandarizados para el cuidado y la rehabilitación, la limitada experiencia clínica y el bajo número de hospitales especializados complican significativamente su manejo. Además, la fisiopatología, el curso natural y los datos epidemiológicos son escasos y, a veces, totalmente inaccesibles. Estos factores retrasan el diagnóstico apropiado, el tratamiento adecuado y la prevención [2].

En los últimos años, han surgido perspectivas terapéuticas en biología molecular, genética y biofísica, que apuntan a estimular la neuroplasticidad y la neuromodulación en el sistema nervioso, considerando esta frecuente afectación. Entre estas tecnologías, la estimulación biofísica inducida por PEMF variables ha mostrado interesantes perspectivas en el tratamiento de diversas condiciones patológicas en virtud de sus propiedades regenerativas y antiinflamatorias, también en el sistema nervioso [5,6,8]. Por su parte, la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTr) afecta la excitabilidad cortical más allá del período de estimulación y actúa tanto en áreas cerebrales motoras como no motoras, con efectos locales y no locales sobre la actividad cerebral. La EMT es una forma altamente efectiva e indolora

para generar una corriente supraumbral en el cerebro. La intensidad máxima del campo magnético es similar a la del campo estático en un escáner de resonancia magnética (1-2 T), lo que permite que el impulso penetre en el cerebro sin atenuación por el cuero cabelludo o el cráneo y genere una corriente de acuerdo con el fenómeno de inducción electromagnética.

En cuanto a la estimulación transeletrica (TES), la TMS estimula los axones en lugar del cuerpo de la neurona, ya que estos últimos tienen una constante de tiempo eléctrica mucho más larga y un umbral más alto [9,10]. Además, los estudios clínicos muestran efectos inhibidores y facilitadores para modular la excitabilidad nerviosa y la plasticidad sináptica [11].

Los PEMF ejercen interacciones electroquímicas multinivel con las membranas celulares e inhiben la transcripción de IL-6 activada por el factor proinflamatorio IL -1a [12]. Este control de la inflamación mediado por los Receptores de Adenosina A2A y A3 [13] prevendría y trataría los cambios degenerativos que ocurren en diversos tejidos gracias a los conocidos efectos regenerativos de los PEMF [14] mediante el desencadenamiento de respuestas metabólicas según la Intensidad y el Gradiente de Campo Magnético (T/seg) [15]. La inducción electromagnética proporcionada por el dispositivo empleado en el presente estudio (CTU Mega 20•Máquina con bomba diamagnética Plus – Periso SA

– Pazzallo- Suiza) proporciona, en la fuente, una MF de alta intensidad (2,2T) compensada por el rango de gradiente seguro (400T/s), en el origen del efecto repulsivo o diamagnético. Consiste en el movimiento rápido de líquidos y solutos diamagnéticos desde el entorno extracelular al intracelular y viceversa. Además, la máquina proporciona un amplio espectro de frecuencias electromagnéticas, que estimulan selectivamente los tejidos biológicos de acuerdo con el ancho de banda de frecuencia específico adecuado, incluidos los tejidos parenquimatosos y músculo-esqueléticos, las fibras nerviosas y la membrana celular [8,18].

Las enfermedades raras son difíciles de tratar y se caracterizan por diversos grados de afectación neurológica, que muestran deterioro del control motor, la coordinación, el lenguaje y el estado cognitivo [19]. La gravedad suele ser difícil de detectar. En la agenesia aislada del cuerpo calloso (AAS), el diagnóstico prenatal detecta anomalías cromosómicas, anomalías en la resonancia magnética prenatal o posnatal o en la evaluación clínica. Por otro lado, los modelos animales de disgenesia del cuerpo calloso han mostrado conectividad heterotópica reactiva [20]. Este modelo experimental concuerda con la creencia de que las redes cerebrales funcionales en estado de reposo que respaldan el control cognitivo están al menos parcialmente preservadas en individuos con CCD [21]. En la distrofia neuroaxonal, los tratamientos paliativos (es decir, las inyecciones de toxina botulínica) reducen localmente la espasticidad y la distonía, alivian el dolor y facilitan momentáneamente la rehabilitación y la enfermería [22]. Confirma la posibilidad teórica de utilizar tratamientos complementarios en estas enfermedades. Por otra parte, hay que considerar que, además de los factores genéticos, la inflamación crónica jugaría un papel importante [23].

En la inflamación crónica, las especies reactivas de oxígeno (ROS) están en equilibrio con los procesos antioxidantes en la célula. Cuando prevalece el estrés oxidativo, la inflamación pierde su papel protector y la sobreproducción de ROS puede conducir a una respuesta inflamatoria exagerada. En este caso, la liberación de factores neurotóxicos causa la pérdida de la estructura y función neuronal, con deterioro motor y cognitivo [24,25]. Considerando que, al menos en parte, la inflamación crónica contribuye a la neurodegeneración, a partir de los datos actuales de la literatura; planteamos la hipótesis de apoyar los tratamientos convencionales en enfermedades raras empleando una terapia novedosa basada en los efectos de los PEMF de baja intensidad (LF-HI) o la terapia diamagnética. Como ya se explicó, esta tecnología explota el comportamiento repulsivo de los materiales diamagnéticos una vez expuestos a un campo magnético de alta intensidad y los efectos terapéuticos surgen de la consiguiente aceleración molecular inducida en sustancias diamagnéticas como iones de agua y proteínas [8]. Al igual que las aplicaciones de campos magnéticos de baja intensidad, esta tecnología ofrece la posibilidad de tratar la inflamación, incluida la neuroinflamación, pero de una manera más selectiva estimulando las funciones adecuadas de los diversos tejidos. Por esta razón, existe una justificación para emplear esta tecnología no invasiva, al menos en apoyo de los tratamientos convencionales, y se sustenta en las experiencias clínicas recientes [8,26]. Nuestros resultados (Tabla 2) muestran una mejora funcional en el músculo

En el caso de la distrofia muscular de cinturas, se observó una reducción significativa del número de caídas y una mejor capacidad para mantener la bipedestación. Un paciente refirió una disminución de la fuerza de los miembros superiores, aunque el tratamiento se centró en la región glútea y lumbar, pero esto podría deberse a una progresión adecuada de la enfermedad que afecta al miembro superior. En tres casos de parálisis cerebral espástica se observó una mejoría general de las actividades motoras espontáneas, incluida una mejor reactividad en los movimientos de la mano, el mantenimiento del control cefálico, la desaparición de los reflejos primarios y una mejoría de las habilidades cognitivas. Por último, en un caso de distrofia neuroaxonal se observó una mejor reactividad a los estímulos externos y una actividad continua de la mano, y en un caso de disgenesia del cuerpo calloso se observó una mejoría del gesto espontáneo. En el caso del síndrome de Glass, la mejoría motora fue suficiente para permitir el tratamiento integrado con el programa de rehabilitación. No se observaron efectos secundarios en ninguno de los sujetos tratados.

Reconocemos la debilidad de este estudio, al no contar con un grupo control necesario para validar y hacer valer estos resultados. Sin embargo, la imposibilidad de incluir más sujetos, las características de la enfermedad desde un punto de vista subjetivo y funcional, y las preocupaciones prácticas y éticas justifican esta elección.

Conclusiones

La terapia diamagnética ha demostrado ser segura y mejorar varios aspectos clínicos en enfermedades raras, principalmente desde el punto de vista social. Sabemos que estas enfermedades no cambian fácilmente, sino que empeoran con el tiempo. Sin embargo, podemos considerar que estas mejoras, aunque limitadas, pueden cambiar positivamente la calidad de vida de estos pacientes y sus familias. Se necesitan más estudios para evaluar nuevas mejoras y la integración con otros tratamientos.

Referencias

1. Jia J, Shi T (2017) Hacia la eficiencia en la investigación de enfermedades raras: ¿qué es distintivo e importante? *Sci China Life Sci* 60: 686-691.
2. Tambuyzer E, Vandendriessche B, Austin CP, Brooks PJ, Larsson K, et al. (2020) Terapias para enfermedades raras: modalidades terapéuticas, avances y desafíos futuros. *Nat Rev Drug Discov* 19: 93-111.
3. Angelis A, Tordrup D, Kanavos P (2015) Carga socioeconómica de las enfermedades raras: una revisión sistemática de la evidencia sobre el costo de la enfermedad. *Health Policy* 119: 964-979.
4. Roth Y, Padberg F, Zangen A (2007) Estimulación magnética transcraneal de regiones cerebrales profundas: principios y métodos. En: Marcolin MA, Padberg F, curador. *Avances en psiquiatría biológica*. Basilea: KARGER. 204-224.
5. Saliev T, Begimbetova D, Masoud A, Matkarimov B (2019) Efectos biológicos de los campos electromagnéticos no ionizantes: dos caras de una moneda. *Prog Biophys Mol Biol* 141: 25-36.
6. Paolucci T, Pezzi L, Centra AM, Giannandrea N, Bellomo RG, et al. (2020) Terapia de campo electromagnético: una perspectiva rehabilitadora en el tratamiento del dolor musculoesquelético. Una revisión sistemática. *J Pain Res* 13: 1385-1400.

7. Del Seppia C, Ghione S, Luschi P, Ossenkopp KP, Choleris E, et al. (2007) Percepci3n del dolor y campos electromagn3ticos. *Neurosci Biobehav Rev* 31: 619-642.
8. Premi E, Benussi A, La Gatta A, Visconti S, Costa A, et al. (2018) Modulaci3n de la plasticidad cortical similar a la potenciaci3n a largo plazo en el cerebro sano con campos electromagn3ticos pulsados de baja frecuencia. *BMC Neurosci* 19: 34.
9. Rossini PM, Burke D, Chen R, Cohen LG, Daskalakis Z, et al. (2015) Estimulaci3n el3ctrica y magn3tica no invasiva del cerebro, la m3dula espinal, las ra3ces y los nervios perif3ricos: principios y procedimientos b3sicos para la aplicaci3n cl3nica y de investigaci3n de rutina. Un informe actualizado de un comit3 de la IFCN. *Clin Neurophysiol* 126: 1071-1107.
10. Pell GS, Roth Y, Zangen A (2011) Modulaci3n de la excitabilidad cortical inducida por estimulaci3n magn3tica transcraneal repetitiva: Influencia de los par3metros geom3tricos y temporales y mecanismos subyacentes. *Prog Neurobiol* 93: 59-98.
11. Levkovitz Y, Roth Y, Harel EV, Braw Y, Sheer A, et al. (2007) Un estudio controlado aleatorio de viabilidad y seguridad de la estimulaci3n magn3tica transcraneal profunda. *Clin Neurophysiol* 118: 2730-2744.
12. Tang X, Alliston T, Coughlin D, Miller S, Zhang N, et al. (2018) Las im3genes din3micas demuestran que los campos electromagn3ticos pulsados (PEMF) suprimen la transcripci3n de IL-6 en c3lulas del n3cleo pulposo bovino. *Orthop Res* 35: 778-787.
13. Vincenzi F, Targa M, Corciulo C, Gessi S, Merighi S, et al. (2013) Los campos electromagn3ticos pulsados aumentaron el efecto antiinflamatorio de los receptores de adenosina AA y A en condrocitos humanos T/C-28a2 y osteoblastos hFOB 1.19. *PLoS One* 8: 5561.
14. Vigan3 M, Sansone V, d'Agostino MC, Romeo P, Orfei CP, et al. (2016) C3lulas madre mesenquimales como diana terap3utica de estimulaci3n biof3sica para el tratamiento de trastornos musculoesquel3ticos. *J Orthop Surg Res* 11: 163.
15. Zablotskii V, Polyakova T, Lunov O, Dejneka A (2016) C3mo un campo magn3tico de alto gradiente podr3a afectar la vida celular. *Scientific Reports* 6: 37407.
16. Izzo M, Napolitano L, Coscia V, La Gatta A (2010) El papel de la bomba diamagn3tica (CTU mega 18) en el tratamiento f3sico del linfedema de las extremidades. Un estudio cl3nico. *Revista Europea de Linfolog3a* 21: 24-29.
17. Obando AFT, Velasco JM, Romeo P (2020) Campos electromagn3ticos pulsados de intensidad alta y baja frecuencia variables en el tratamiento del dolor lumbar: Informe de una serie de casos y revisi3n de la literatura. *J Orthop Res Ther* 5: 1174.
18. Obando AFT (2020) Efectos de los campos electromagn3ticos pulsados de alta intensidad (HI-PEMF) en la fibrosis pulmonar intersticial debida al s3ndrome antisintetasa asociado al s3ndrome de Sj3gren. Informe de un caso. *EC Pulmonol Respir Med* 9.
19. D'Antonio F, Pagani G, Familiari A, Khalil A, Sagies TL, et al. (2016) Resultados asociados con agenesia aislada del cuerpo calloso: Un metaan3lisis. *Pediatr3a* 138: e20160445.
20. Edwards TJ, Fenlon LR, Dean RJ, Bunt J, Sherr EH, et al. (2020) Redes de conectividad estructural alteradas en un modelo murino de disgenesia completa y parcial del cuerpo calloso. *Neuroimage* 217: 116868.
21. Hearne LJ, Dean RJ, Robinson GA, Richards LJ, Mattingley JB, et al. (2019) El aumento de la complejidad cognitiva revela una actividad anormal de la red cerebral en individuos con disgenesia del cuerpo calloso. *Neuroimage Clin* 21: 101595.
22. Dangel T, Kmiec T, Januszaniec A, Wazny B (2020) Cuidados paliativos en 9 ni3os con neurodegeneraci3n con acumulaci3n de hierro en el cerebro. *Neurol*
Revista de Ciencias Sociales y Humanas, 2000.
23. Li L, Fong CY, Tay CG, Tae SK, Suzuki S, et al. (2020) Distrofia neuroaxonal infantil en un par de hermanos malasio con atrofia cerebelosa progresiva: descripci3n de un fenotipo expandido con nuevas variantes de PLA2G6. *J Clin Neurosci* 71: 289-292.
24. Chen WW, Zhang X, Huang WJ (2016) Funci3n de la neuroinflamaci3n en enfermedades neurodegenerativas (revisi3n). *Mol Med Rep* 13: 3391-3396.
25. Hinarejos I, Machuca C, Sancho P, Espino C (2020) Disfunci3n mitocondrial, estr3s oxidativo y neuroinflamaci3n en la neurodegeneraci3n con acumulaci3n de hierro cerebral (NBIA). *Antioxidants* 9: 1020.
26. Izzo M, Napolitano L, Coscia V, La Gatta A, Mariani F, et al. (2010) El papel de la bomba diamagn3tica (CTU mega 18) en el tratamiento f3sico del linfedema de las extremidades. Un estudio cl3nico. *The European Journal of Lymphology* 21: 61.