

Influencia de la magnetoterapia en la regeneración ósea: un reporte de caso

Influence of magnetotherapy on bone regeneration: a case report

Juan Pablo Mena-Castro¹ ✉, Sara Sánchez-Campos¹.

Resumen

La magnetoterapia, que utiliza campos magnéticos para inducir campos eléctricos en los tejidos tratados, ha demostrado ser eficaz en la recuperación de fracturas por avulsión. Esta terapia favorece la formación de osteoblastos y la regeneración ósea. Es especialmente útil en áreas donde los tejidos blandos se insertan en el hueso, como tendones y ligamentos, la magnetoterapia ha ganado respaldo en fisioterapia y ortopedia. El reporte de caso que se expone a continuación es de una paciente de 33 años que sufrió una fractura por avulsión del vértice del maleolo externo del tobillo izquierdo, quien recibió atención domiciliar por indicaciones de abordaje fisioterapéutico con 36 sesiones de terapia física que incluyó dosis de magnetoterapia, de agentes electro físicos, de terapia manual y ejercicio terapéutico, mejorando en un 100% la remodelación ósea y la recuperación funcional de su articulación tibio-peronea-astragalina izquierda. La magnetoterapia se presenta como una herramienta prometedora para tratar fracturas por medio de los campos magnéticos pulsados que estimulan la actividad celular, promueven la deposición de calcio y mejoran la vascularización local, facilitando la consolidación ósea. Una evaluación correcta y uso del razonamiento clínico en la toma de decisiones terapéuticas lleva a una dosificación correcta de estos medios de tratamiento.

Palabras clave: magnetoterapia, hueso, fractura, terapia física.

Abstract

Magnetotherapy, which uses magnetic fields to induce electric fields in the treated tissues, has proven effective in the recovery of avulsion fractures. This therapy promotes osteoblast formation and bone regeneration. It is especially useful in areas where soft tissues attach to the bone, such as tendons and ligaments, and has gained support in physiotherapy and orthopedics. The case report presented below involves a 33-year-old patient who suffered an avulsion fracture of the tip of the external malleolus of the left ankle. She received home care with a physiotherapeutic approach, including 36 sessions of physical therapy, which incorporated doses of magnetotherapy, electrophysical agents,

Filiación:

¹Escuela de Terapia Física, Universidad Santa Paula, Tres Ríos, San José, Costa Rica.

Correspondencia: ✉ Juan Pablo Mena Castro, correo electrónico: pilo0757@gmail.com

Financiamiento: ninguno.

Conflictos de Interés: ninguno.

Forma de citar: Mena-Castro J, Sánchez-Campos S. Influencia de la magnetoterapia en la regeneración ósea: un reporte de caso. Rev Ter [Internet]. 2025;19(1): 111-119.

Abreviaturas: AV; alto voltaje, EVA; escala visual análoga, ET; ejercicio terapéutico, MGT; magnetoterapia, TM; terapia manual, ATPA; articulación tibio-peronea-astragalina.

Fecha de recepción: 30 de noviembre del 2024.

Fecha de aceptación: 8 de enero del 2024.

manual therapy, and therapeutic exercise, resulting in a 100% improvement in bone remodeling and functional recovery of her left tibiofibular-astragalus joint. Conclusions: Magnetotherapy emerges as a promising tool for treating fractures through pulsed magnetic fields that stimulate cellular activity, promote calcium deposition, and improve local vascularization, facilitating bone consolidation. Proper assessment and clinical reasoning in therapeutic decision-making lead to the correct dosage of these treatment methods.

Key Words: magnetotherapy, bone, fracture, physical therapy.

Introducción

Una fractura por avulsión es la pérdida de la solución del hueso, debido a una fuerza de tracción repentina sobre el hueso a través de los tejidos blandos, o a tensiones repetitivas y crónicas que provocan el desprendimiento de un fragmento óseo, pueden ocurrir en cualquier área donde el tejido blando se une al hueso¹.

La magnetoterapia se fundamenta en el principio básico de la inducción electromagnética donde, con una bobina colocada sobre una región anatómica, se genera un campo magnético y a su vez, induce un campo eléctrico en el tejido tratado². Generalmente se logra conseguir efectos positivos en la formación de osteoblastos en el proceso de regeneración del hueso después de una fractura con la aplicación de equipos que emitan estos campos electromagnéticos³.

Se ha utilizado con éxito en la recuperación de fracturas por avulsión, aprovechando su capacidad para inducir campos magnéticos que, a su vez, generan campos eléctricos en los tejidos óseos⁴. Este enfoque es especialmente relevante en áreas donde el tejido blando se une al hueso, como las inserciones tendinosas y ligamentosas.

La publicación de este reporte permite detallar los efectos de la magnetoterapia en las fracturas por avulsión y contribuye al cuerpo creciente de evidencia científica que respalda el uso de la magnetoterapia en la fisioterapia y la ortopedia.

Descripción del caso

Paciente femenina de 33 años, casada, sin hijos, trabaja como asistente administrativa de dirección educativa. Padece de resistencia a la insulina, presenta obesidad grado 3 y padece de miopía y astigmatismo. Tuvo una cirugía de vesícula hace 8 años. Consume medicamentos como Jarit Progesterona® 200 mg, Glisulin® 850 mg, vitamina D y Omega 3.

En noviembre del 2022 tuvo un esguince de tobillo izquierdo grado 3, al dar una pisada errónea en una grada de un restaurante que resultó en un desgarro parcial del ligamento peroneo-astragalino anterior con un 60% de ruptura, sumada a un desgarro del peroneo-astragalino posterior con un 40% de ruptura, además de una avulsión del vértice del maléolo lateral de la articulación tibioperoneo-astragalina (ATPA) izquierda.

Evaluación diagnóstica

El esguince más la avulsión ya descrita desencadenaron un proceso de signos y síntomas, donde la paciente presentó dolor elevado 10/10 en la escala visual analógica de dolor (EVA), inflamación articular excesiva, equimosis en la zona maleolar lateral y presencia de equimosis en la zona distal en la parte dorsal del pie y dedos. Presentó impotencia funcional completa a la hora de la marcha y de los movimientos de la ATPA, más impotencia funcional del movimiento de los dedos del pie izquierdo.

Para la evaluación de la fractura se realizó una prueba por imagen de radiografía en posición AP (Figura 1) y una radiografía en posición lateral, donde se confirma la avulsión. También se realizó una prueba por imagen de ultrasonido de tejidos blandos para confirmar las rupturas parciales ligamentosas del ligamento peroneo-astragalino anterior y del peroneo-astragalino posterior.

En la evaluación física se realizaron movimientos activos y pasivos en dorsiflexión, plantiflexión, eversion e inversión. En goniometría la supinación presentó 12°, la pronación 7°, la dorsiflexión activa 10° y la flexión plantar activa presentó 25°. Además,

la paciente no pudo realizar una circunducción activa de pie. Con estos datos se evidenció limitación de rangos de movimiento debido a la inflamación y al dolor. Se valoró la circunferencia de la ATPA con una cinta métrica sobre los maléolos y dio como resultado inicial 37cm para comparar el avance de la reabsorción de la inflamación durante el tratamiento. Se evaluó la sensibilidad con pruebas neuro-ortopédicas para valorar la conducción nerviosa sensitiva de los dermatomas L5, S1 y S2 que corresponden a la zona de la lesión y la evaluación mostró una hipersensibilidad a estímulos de diferentes texturas.



Figura 1: Radiografía de la lesión.

Fuente: expediente clínico del caso

Abordaje fisioterapéutico y resultados

Dos días después del último diagnóstico por imagen médica de la articulación se empezó el abordaje de la paciente con base a los objetivos de la modulación del dolor, reducción de la inflamación y equimosis, regeneración ósea y rehabilitación de los patrones funcionales de la ATPA para la marcha en la paciente.

El abordaje fisioterapéutico consistió en 12

semanas de terapia para un total de 36 sesiones (3 por semana). Inicialmente se aplicó Magnetoterapia (MGT) asilada por las primeras 24°. El Alto voltaje (AV), terapia manual (TM) y ejercicio terapéutico (ET) fueron técnicas que se implementaron de la sesión 24° en adelante con la generación del callo óseo inmaduro. La dosificación debida de los agentes electro físicos se detalla en el Tabla 1 y, por otra parte, la Tabla 2 presenta la dosis de la TM y ET con el seguimiento de cada semana de abordaje.

Tabla 1: Dosificación de Agentes Electrofísicos según semana de tratamiento

Orden de semanas	Orden de sesiones	Magnetoterapia	Dosis (frecuencia, intensidad y tiempo)	Alto Voltaje (polaridad positiva)	Dosis (frecuencia, intensidad y tiempo)
Semana 1	1	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	2				
	3				
Semana 2	4	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	5				
	6				
Semana 3	7	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	8				
	9				
Semana 4	10	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	11				
	12				
Semana 5	13	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	14				
	15				
Semana 6	16	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	17				
	18				
Semana 7	19	Si	50hz 100 gaus 30 min	no	-
	20				
	21				
Semana 8	22	si	50hz 100 gaus 30 min	si	100 pps mitis 20 min
	23				
	24				
Semana 9	25	si	50hz 100 gaus 30 min	si	100 pps mitis 20 min
	26				
	27				
Semana 10	28	si	50hz 100 gaus 30 min	si	100 pps mitis 20 min
	29				
	30				
Semana 11	31	si	50hz 100 gaus 30 min	si	100 pps mitis 20 min
	32				
	33				
Semana 12	34	si	50hz 100 gaus 30 min	si	100 pps mitis 20 min
	35				
	36				

Fuente: expediente clínico del caso

Tabla 2: Dosis de Terapia Manual y Ejercicio Terapéutico según semana de tratamiento

Orden de semanas	Orden de sesiones	Masoterapia	Dosis	Ejercicio terapéutico	Dosis
Semana 1	1 2 3	No	-	No	-
Semana 2	4 5 6	No	-	No	-
Semana 3	7 8 9	No	-	No	-
Semana 4	10 11 12	Si	20 min	no	-
Semana 5	13 14 15	Si	21 min	no	-
Semana 6	16 17 18	Si	22 min	no	-
Semana 7	19 20 21	Si	23 min	no	-
Semana 8	22 23 24	Si	24 min	no	-
Semana 9	25 26 27	si	20 min	si	25min
Semana 10	28 29 30	si	21 min	si	25min
Semana 11	31 32 33	si	22 min	si	25min
Semana 12	34 35 36	si	23 min	si	25min

Fuente: expediente clínico del caso

Con el abordaje que se implementó en la paciente se reevaluaron los resultados después de las 36 sesiones de tratamiento fisioterapéutico. En la reevaluación física se realizaron movimientos solamente activos en supinación, pronación, dorsiflexión, flexión plantar y la circunducción del pie. Además, se revaloró la circunferencia de la ATPA sobre los maleolos y también se reevaluó la sensibilidad de los dermatomas L5, S1 y S2. Dichos

resultados se muestran en la Tabla 3 con el análisis del antes y del después del tratamiento de 36 sesiones exclusivamente de Terapia Física.

En la revaloración con imágenes médicas se volvió a pedir una radiografía AP de ATPA izquierda Figura 2 y se muestra la producción de calcio y la solución de hueso donde existía la fractura, con esa prueba se reflejó el éxito de la aplicación de la magnetoterapia sobre la fractura.

Tabla 3: Comparación de la reevaluación de la APTA antes y después de las 36 sesiones de Terapia Física.

Objetivo	Síntoma o signo	Sesión 1	Sesión 36
Disminuir el dolor	-Escala EVA	10/10	1/10
	-Sensibilidad de los dermatomas L5, S1 y S2	Hipersensibilidad	Normal
Movimiento articular	-Supinación	12°	25°
	-Pronación	7°	20°
		10°	25°
	-Dorsiflexión		
	-Flexión Plantar	25°	40°
	-Circunducción del pie activa	No presente	Presente
Disminuir la inflamación	Circunferencia ATPA	37cm	34cm
Estado óseo del maléolo externo del pie izquierdo	Continuidad del hueso	Fractura ósea por avulsión	Regeneración ósea de la fractura por avulsión

Fuente: expediente clínico del caso

Después de la revaloración y la culminación de las 36 sesiones de Terapia Física propuestas para el abordaje de la paciente, se le realizó un seguimiento con la dosificación de un plan de ejercicio terapéutico de 3 días por semana durante 4 meses posteriores como complemento, aplicando patrones funcionales en el plan para adherencia y promoción de una vida físicamente activa.

Discusión

La magnetoterapia ha emergido como una opción prometedora para acelerar la regeneración ósea en fracturas y está fundamenta en su capacidad para influir positivamente en procesos biológicos claves involucrados en la reparación ósea⁵. Caliozna et al.⁶ enfatizan también que las propiedades tan efectivas de los campos magnéticos que mejoran

la reparación ósea aceleran el proceso de curación de fracturas por medio de la promoción de los procesos que forman el callo óseo. Estos campos electromagnéticos fueron aplicados con el objetivo de promover la formación de osteoblastos y formar la consolidación ósea. Se implemento desde la sesión 1° hasta la sesión 36° durante todo el proceso de rehabilitación.

La dosis en la aplicación de esta técnica es indispensable según la necesidad individual de cada paciente y el razonamiento clínico de cada profesional afín al tratamiento. Por otro lado, se consideró que la frecuencia a aplicar fueron 50Hz ya que según Pérez et al⁷ esa es una frecuencia oportuna para desarrollar las 3 etapas de la consolidación: formación de callo, restauración de trabéculas óseas y radiopacidad completa del callo óseo.



Figura 2: Radiografía de la lesión después de la terapia.

Fuente: expediente clínico del caso

Estudios comparativos^{8,9} han demostrado que la magnetoterapia puede acelerar la recuperación ósea en fracturas complejas y retrasadas, en comparación con métodos convencionales como el uso de yesos o tratamientos ortopédicos conservadores¹⁰. Debido a estos resultados es que se logró evitar la cirugía ortopédica para la implementación de una osteosíntesis en el maleolo externo de la ATPA y que el proceso fuera 100% conservador, tomando en cuenta todos los detalles que rodeaban la esfera biopsicosocial de la paciente.

Como se observa en la Tabla 2 a partir de la sesión 24° se complementa el tratamiento con la aplicación de AV a 100 PPS a una intensidad mitis, Dolibog et

al⁸ mencionan en su estudio que la aplicación de alto voltaje genera un efecto positivo en el manejo del dolor por medio de la teoría de la compuerta del dolor, y esas aferencias se ven saturadas por estímulos eléctricos con la polaridad positiva de la corriente a 100 Hz. Por otro lado, Akarcali et al⁹ también refuerzan el uso de la estimulación eléctrica por alto voltaje y comparando con los resultados de su estudio en relación con los resultados obtenidos con la paciente, se congenia en que el alto voltaje y la aplicación de ejercicio terapéutico ayuda en la mejora de la modulación del dolor.

En la Tabla 2 se muestra la implementación de ejercicio terapéutico como complemento del

abordaje, para mejorar la morfología del hueso mediante cargas distribuidas en la contracción muscular. El ejercicio terapéutico contra resistencia mejora potencialmente el metabolismo del hueso y estabiliza su homeostasis provocando que se aprovechen aún más los efectos anabolizantes, la mineralización y el fortalecimiento del periostio del hueso¹¹. El ejercicio terapéutico contribuye al fortalecimiento del periostio y la nutrición ósea, haciendo que el tejido óseo lesivo llegue a estar estable después del plan de intervención¹². Otras de las técnicas complementarias al inicio del tratamiento fue la terapia manual, esta con el objetivo del control de la aparición del líquido inflamatorio, la reabsorción de la equimosis presente tras la lesión y la mejora del rango de movimiento de la ATPA¹³.

Perspectiva de la paciente

La paciente fue parte de una rehabilitación física ante una fractura del maleolo, refiere haberse sentido bastante acuerpada al principio ya que la motivación que le dieron para volver a caminar adecuadamente fue clave en la rehabilitación. Dicha fractura fue para ella “un golpe increíble, ya que no sabía que eso podía suceder, y los fisioterapeutas a cargo le brindaron y la capacitaron para confiar en el proceso y que se enfocara en sacar las tareas o ejercicios diarios de buena manera”.

La paciente agradece de gran manera la ayuda que le dieron ante este caso tan atípico y espera poder seguir siendo ejemplo ante posibles pacientes que pasen por eso. Indicó que la rehabilitación “merece constancia, disciplina, hacer caso a los fisioterapeutas que son los que saben y aceptar el proceso”.

Conclusiones y recomendaciones.

La magnetoterapia emerge como una herramienta prometedora en el tratamiento de fracturas en la articulación tibioperoneo-astragalina, ofreciendo beneficios significativos en la aceleración del proceso de regeneración ósea. Los estudios revisados indican que la aplicación de campos magnéticos pulsados puede estimular la actividad celular, promover la deposición de calcio y mejorar la vascularización local, facilitando la consolidación ósea en este tipo de fracturas. La magnetoterapia puede ser una adición valiosa al arsenal terapéutico para mejorar los tiempos de recuperación y reducir las complicaciones asociadas con estas lesiones articulares.

Se debe diseñar un tratamiento individualizado basado en la evidencia y con la evaluación clínica y radiológica de cada paciente. Esto incluye la intensidad, frecuencia y duración óptimas de la magnetoterapia para maximizar los beneficios sin comprometer la seguridad. También realizar un seguimiento continuo del progreso de los pacientes mediante evaluaciones clínicas y radiológicas periódicas para ajustar el tratamiento según sea necesario. Esto permite una adaptación precisa del enfoque terapéutico y la detección temprana de cualquier complicación potencial. Por último, tomar en cuenta el acto de educar al paciente sobre la importancia de la adherencia al tratamiento prescrito y proporcionar información clara sobre los beneficios esperados de la magnetoterapia en la recuperación de la fractura. Fomentar una participación del paciente en su propio proceso de curación puede mejorar los resultados a largo plazo.

Referencias bibliográficas

1. McCoy JS, Nelson R. Avulsion Fractures [Internet]. Estados Unidos: StatPearls Publishing; 2023.. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559168/>
2. Baerov RM, Morega A, Morega M. Rev Roum Sci Techn–Electrotechn Energ [Internet]. 2020;65(1-2):145-150. Disponible en: http://revue.elth.pub.ro/upload/61550724_RBaerov_RRST_1-2_2020_pp_145-150.pdf
3. Su CY, Fang T, Fang HW. Effects of Electrostatic Field on Osteoblast Cells for Bone Regeneration Applications. Biomed ResInt [Internet]. 2017;2017(1):1-9. doi: 10.1155/2017/7124817
4. Peng J, Zhao J, Long Y, Xie Y, Nie J, Chen L. Magnetic Materials in Promoting Bone Regeneration. Front Mater [Internet]. 2019;6:268. doi: 10.3389/fmats.2019.00268
5. Jiang F, Xie X, Pang X, Zheng L. Efficacy of magnetic therapy for osteoporotic patients: A meta-analysis of randomized controlled studies. Med [Internet]. 2024;103(2):e36881. doi: 10.1097/MD.00000000000036881
6. Caliozna L, Medetti M, Bina V, Brancato AM, Castelli A, Jannelli E, et al. Pulsed Electromagnetic Fields in Bone Healing: Molecular Pathways and Clinical Applications. Int J Mol Sci [Internet]. 2021; 22(14):7403. doi: 10.3390/ijms22147403
7. Pérez Rivera M, Sarmiento De La Guardia M, Pérez Rivera O, Ortiz Rivera T, Ortiz Estanque E, Sánchez Almeida C. Estimulación magnética en fracturas de Colles. Semergen [Internet]. 2011; 37(2):69-73. doi: 10.1016/j.semerg.2010.11.003
8. Dolibog PT, Porębska B, Grzegorzczyn S, Chmielewska D, Ślęzak A, Dolibog P. Analgesic and Functional Efficiency of High-Voltage Electrical Stimulation in Patients with Lateral Epicondylitis-A Report with a 180-Day Follow-Up. J Clin Med [Internet]. 2022;11(9):2571. doi: 10.3390/jcm11092571
9. Akarcali I, Tugay N, Kaya D, Atay A, Dorral MN. The role of high voltage electrical stimulation in the rehabilitation of patellofemoral pain. Pain Clin [Internet]. 2002;14(3):207-212. doi: 10.1163/156856902320761397
10. Aleem IS, Aleem I, Evaniew N, Busse JW, Yaszemski M, Agarwal A, et al. Efficacy of Electrical Stimulators for Bone Healing: A Meta-Analysis of Randomized Sham-Controlled Trials. Sci Rep [Internet]. 2016;6:31724. doi: 10.1038/srep31724
11. Haxhi J, Mattia L, Vitale M, Pisarro M, Conti F, Pugliese G. Effects of physical activity/exercise on bone metabolism, bone mineral density and fragility fractures. Int J Bone Frag [Internet]. 2022;2(1):20-24. doi: 10.57582/IJBF.220201.020
12. Hoppenfeld S, Murthy VL. Treatment and rehabilitation of fractures. Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
13. Lin CWC, Donkers NA, Refshauge KM, Beckenkamp PR, Khera K, Moseley AM. Rehabilitation for ankle fractures in adults. Cochrane Data Syst Rev [Internet]. 2012;(11):1-178.doi: 10.1002/14651858.CD005595.pub3