



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

“EFECTIVIDAD CLÍNICA DE LA MAGNETOTERAPIA
POSQUIRÚRGICA EN EL TRATAMIENTO DE FRACTURAS DEL
PILÓN TIBIAL”

“CLINICAL RESULTS OF POST-SURGICAL MAGNETOTHERAPY
IN THE TREATMENT OF FRACTURES OF THE TIBIAL PILON”

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE ESPECIALISTA EN TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA

AUTOR

Dr. Juan Manuel Aliaga Orellana

ASESOR

Dr. Lindon Gustavo Trujillo Soto

LIMA – PERÚ

2023

EFFECTIVIDAD CLÍNICA DE LA MAGNETOTERAPIA POSQUIRÚRGICA EN EL TRATAMIENTO DE FRACTURAS DEL PILÓN TIBIAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	4%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	&NA;. "Fracturas del pilón tibial por arma de fuego, tratadas mediante fijador externo de Iizarov: experiencia de 13 casos", Journal of Orthopaedic Trauma, 2003 Publicación	1%
4	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	1%
5	www.anmm.org.mx Fuente de Internet	1%
6	David P Barei. "Es la fractura homolateral de peron?? predictiva de una mayor gravedad radiogr??fica de las fracturas de pil??n tibial?", Journal of Orthopaedic Trauma, 01/2006 Publicación	<1%

7	www.cirugiadehombro.cl Fuente de Internet	<1 %
8	doaj.org Fuente de Internet	<1 %
9	research.hanze.nl Fuente de Internet	<1 %
10	sistema.atenaeditora.com.br Fuente de Internet	<1 %
11	onlinelibrary.wiley.com Fuente de Internet	<1 %
12	revistamedicasinergia.com Fuente de Internet	<1 %
13	slidehtml5.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Apagado

ÍNDICE	Página
I. RESUMEN	4
II. INTRODUCCIÓN	4
2.1.Problema	9
2.2.Hipótesis	9
2.3.Objetivos	9
III.METODOLOGÍA	10
3.1.Diseño del estudio	10
3.2.Población	10
3.3.Criterios de Elegibilidad	10
3.4.Muestra	10
3.5.Definición operacional de variables	11
3.6.Procedimientos	12
3.7.Aspectos éticos	13
3.8.Plan de análisis	13
IV.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
V. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	16
VI.ANEXOS	17

I. RESUMEN

Con el objetivo de analizar si la magnetoterapia posquirúrgica tiene efectividad clínica en el tratamiento de fracturas del pilón tibial de pacientes del Hospital de Chancay atendidos entre 2021 y 2022, se ha diseñado una investigación de cohorte retrospectiva, donde se revisarán expedientes médicos de 58 pacientes post operados de fractura del pilón tibial, divididos en grupos de 29 pacientes según si se les realizó magnetoterapia (cohorte expuesta) o no se les realizó (cohorte no expuesta). Se evaluará el tiempo de consolidación, control del dolor postquirúrgico, control del edema local y aparición de complicaciones. Con el programa STATA 17 se calculará el riesgo relativo, aplicando la prueba de Chi-cuadrado para obtener la significancia de cada variable, los factores que resulten con $p < 0.05$ en el bivariado, pasaran a ser analizados por regresión lineal con estimadores robustos a fin de obtener el riesgo relativo ajustado.

Palabras clave: fractura del pilón tibial, magnetoterapia, efectividad.

II. INTRODUCCIÓN

El pilón tibial, hace referencia a la región ubicada entre la epífisis distal y la metáfisis del hueso tibial. Esta región anatómica tiene forma de cuadrilátero, de aproximadamente 5 centímetros de ancho, y debido a su ubicación específica en la tibia se le considera parte de la articulación tibio peroneo astragalina o también conocida como tobillo (1). Como características principales de esta región, se menciona la escasez en cuanto a inserciones musculares y a su irrigación sanguínea dependiente de ramas provenientes de la arteria tibial anterior y posterior (2).

Esta región anatómica, como toda estructura ósea, esta predispuesta a fracturas, y a pesar de no ser de las más frecuentes, tienen una especial relevancia médica debido a la complejidad en su manejo (3). Las fracturas del pilón tibial, significan menos del 1% de todas las fracturas del miembro inferior, y específicamente menos del 10% de las fracturas tibiales, predominando en el sexo masculino entre los 25 y 50 años. El mecanismo de lesión es por un impacto de alta energía el cual genera una compresión de tipo axial, principalmente por accidentes de tránsito y caídas a grandes alturas, asimismo en algunos casos puede ser causado por impactos de baja/ moderada energía como al realizar deportes como el esquí (4). Debido a este mecanismo de alta energía, estas fracturas están asociadas a otras lesiones como fracturas del peroné, siendo está la

más asociada en un 70% de los casos, la pelvis, la columna vertebral y partes blandas, resaltando que cerca del 6% de los casos acaban siendo politraumatismos (5).

Con respecto a la clasificación de este tipo de fracturas, se utilizan dos sistemas distintos para dicho fin. El primer sistema corresponde al de Rüedi y Allgöwer, diseñado en el año 1969 en la cual tomaba como característica principal para la división de esta fractura al grado de desplazamiento de los fragmentos articulares (6). En un principio esta división constaba de 3 tipos distintos, en la que posteriormente Ovadia y Beals añadieron 2 tipos más (7). En el tipo 1 se incluye aquella fractura intraarticular sin presencia de desplazamiento significativo, en el tipo 2 existe un desplazamiento leve pero sin conminución de la superficie articular, y en la de tipo 3 existe un desplazamiento junto con una conminución articular considerable asociadas a una impactación metafisiaria, siendo esta la más frecuente observándose entre el 30 a 70% de los casos (8). Por último, se encuentran la de tipo 4 y 5, siendo estas fracturas más complejas debido a que comprometen la zona metafisiaria y diafisiaria de la tibia, teniendo un grado de conminución más grave (9).

El segundo sistema de clasificación corresponde al AO/OTA, el cual cuenta con una mayor extensión y una mejor descripción de los diferentes tipos de fracturas de los miembros tanto superiores como inferiores, y para referirse a la clasificación específica del pión tibial se usa el código AO43, agregando números extras según sea la ubicación, conminución y extensión exacta de la fractura (10). En esta clasificación las fracturas se dividen en tipo A (extraarticulares, por lo que no se considera parte de los tipos de fracturas del pión tibial como tal), tipo B (parcialmente articulares) y las de tipo C (articulares), y estas a su vez se van subdividir según su grado de conminución(11).

En cuanto al tratamiento de estas fracturas, estas constituyen un verdadero desafío para la traumatología (12). En la actualidad el tratamiento quirúrgico es el manejo definitivo, independientemente del tipo de fractura, siendo aislados los casos en donde se puede considerar el manejo no quirúrgico, como las fracturas no desplazadas sin afectación articular y aquellos pacientes no aptos para cirugía, siendo los resultados mayormente negativos (13). El protocolo de manejo más utilizado consiste en el enfoque de 2 etapas, la primera es realizar una fijación externa inicial para el alineamiento y fijación de la fractura, seguido por una reducción y osteosíntesis en la segunda etapa. El momento

exacto y la técnica específica estarán determinados por el tipo de fractura y especialmente por el grado de afectación de las partes blandas (14).

A pesar de las mejoras en cuanto a las técnicas quirúrgicas, los diagnósticos por imágenes, los conocimientos sobre las fracturas del pilón tibial, y además de haber logrado una considerable reducción en las complicaciones posoperatorias a diferencia del pasado, estas fracturas siguen teniendo ciertas complicaciones posquirúrgicas (15). Entre las complicaciones más frecuentes se encuentran las infecciones, la consolidación defectuosa y la pseudoartrosis (16), en donde además el pronóstico posquirúrgico guarda relación directa con la gravedad de la fractura (17).

Por este motivo, se han investigado tratamientos alternativos no invasivos para mejorar la recuperación posquirúrgica de estas fracturas entre los que se están la terapia con ejercicios activos progresivos, la termoterapia, la estimulación eléctrica transcutánea y la magnetoterapia, siendo esta última una herramienta muy usada en la recuperación de fracturas en general y lesiones de partes blandas (18). La terapia de campos electromagnéticos pulsados (PEMF, por sus siglas en inglés) o magnetoterapia es un tipo de fisioterapia en el cual se aplica energía electromagnética en los tejidos, con frecuencias que van desde los 5 a los 200 hercios (Hz), teniendo efectos científicamente comprobados como es el efecto antiedema, antiinflamatorio, analgésico, así como en la regeneración celular de las lesiones óseas y de partes blandas (19,20).

Los mecanismos mediante los cuales la magnetoterapia puede brindar los efectos mencionados han sido estudiados por diversas investigaciones in vitro, observando que la estimulación electromagnética lograba regular mecanismos inflamatorios, entre ellos la secreción de citoquinas proinflamatorias (21), la regulación de los canales iónicos dependientes de voltaje (22), además de demostrarse un aumento en la función mitocondrial de las células osteogénicas promoviendo así la reparación de las fracturas óseas (23). Los mecanismos mencionados pueden explicar el porqué de los resultados positivos observados en diversos estudios donde se ha utilizado la magnetoterapia para la reparación y regeneración de tejidos con diferente grado de afectación (24).

La evidencia actual sobre la aplicación de la magnetoterapia o PEMF en el periodo posoperatorio de las fracturas de pilón tibial en específico son muy escasos, esto debido principalmente a la baja incidencia de este tipo de fracturas. Sin embargo, existen estudios donde sí se ha aplicado dicha terapia en manejos de fracturas de huesos largos,

entre ellos la tibia, teniendo resultados positivos en cuanto a la recuperación y manejo de las complicaciones de la fractura además de demostrar ser totalmente seguro para el paciente, sin evidencia de resultados adversos (19).

Del Buono, et al (2019), en su estudio retrospectivo, analizaron los resultados de la intervención con PEMF posterior al manejo quirúrgico de fracturas de la región diafisaria tibial, incluyendo un total de 50 pacientes. Como resultados observaron que en el grupo manejado con PEMF tenían una puntuación en la escala visual analógica (EVA) más baja con respecto a la evaluación del dolor posoperatorio, a diferencia del grupo control. Asimismo, observaron que el grupo PEMF tuvo una media en el tiempo de reanudación de sus actividades más rápida comparado con el otro grupo ($p < 0.001$). Por último, usando la puntuación de Johner-Wruhs para la evaluación de la recuperación funcional, observaron que el grupo PEMF tenía una tasa efectiva del 100% frente al 92% del grupo control ($p = 0.14$) concluyendo así que el uso de PEMF en pacientes postoperados por fracturas tibiales logra una reducción en el dolor posoperatorio, el uso de analgésicos y en el tiempo de recuperación (25).

Ziegler, et al (2019), realizó un ensayo clínico, doble ciego, donde analizó los resultados de la terapia con PEMF de frecuencia extremadamente baja (ELF-PEMF por sus siglas en inglés), en pacientes sometidos a osteotomía tibial alta, teniendo especial interés en aquellos con edad avanzada. Con un total de 74 pacientes incluidos y tras 30 días de intervención, se observó que el grupo manejado con ELF-PEMF mostraba una consolidación ósea más rápida en las radiografías a diferencia del grupo control, siendo esta significativa en pacientes > 50 años ($p < 0.003$). Estos resultados se respaldaban también en un aumento de la fosfatasa alcalina sérica específica del hueso para el grupo de ELF-PEMF, a diferencia del grupo control ($p = 0.029$), por lo que el estudio concluyó que la terapia en mención es un buen complemento para favorecer la consolidación ósea posquirúrgica, especialmente en pacientes de edad avanzada (26).

Krzyżańska, et al (2019), en su ensayo clínico, evaluaron los efectos de la PEMF sobre el dolor y la función de extremidades en las fracturas de radio distal manejados con inmovilización con yeso, incluyendo un total de 52 pacientes. Luego de la valoración tras 3 y 6 semanas de intervención, se obtuvo como resultados una reducción del dolor en el grupo PEMF, tanto a las 3 semanas ($p = 0.052$) como a las 6 semanas ($p < 0.001$), comparado con el grupo control. Asimismo, el rango de movimiento fue significativamente mayor en el grupo PEMF, y de igual manera la sensación

exteroceptiva fue mayor en dicho grupo a las 3 semanas de valoración ($p=0.098$) a diferencia del otro grupo. El estudio concluye que una intervención temprana con PEMF brinda efectos beneficiosos en las fracturas con inmovilización con yeso, específicamente en el dolor, sensación y rango de movimiento (27).

Shai, et al (2019), ejecutaron un ensayo clínico donde analizaron si la aplicación del PEMF tenía efectos positivos en la recuperación de las fracturas distales del radio en comparación a una terapia simulada. Con un total de 41 pacientes, se observó que, a las 4 semanas de tratamiento, el grupo PEMF mostró una unión de la fractura significativamente mayor frente al grupo control (76 % frente a 58 %; $p=0.02$), de igual manera el tiempo para el retiro del yeso fue significativamente más corto en el grupo PEMF, con una media de $33 \pm 5,9$ días frente a $39,8 \pm 7,4$ días en el grupo control ($p=0.002$). Los autores concluyeron que la intervención temprana con PEMF en las fracturas estudiadas ayuda en el tiempo de cicatrización de las mismas y reduce el tiempo de inmovilización con yeso (28).

Shi, et al (2013) en su ensayo clínico evaluaron los resultados de la terapia con PEMF en pacientes que padecían consolidación tardía posquirúrgica por fracturas de huesos largos, siendo un total de 58 pacientes incluidos. Como resultados se observó que tras una duración media del tratamiento de 4.8 meses los pacientes del grupo PEMF tenían una tasa de consolidación del 77.4% (IC 95; 0.58-0.90) siendo significativamente superior en comparación con el grupo control que fue del 48.1% (IC 95 %, 0.28-0.68), concluyendo así que la terapia temprana con PEMF acorta el tiempo de consolidación y recuperación de las fracturas (29).

Los resultados de las investigaciones actuales sugieren que la magnetoterapia podría resultar ser un método eficaz y seguro para en la terapia posoperatorio de las fracturas de pilón tibial. En el Hospital de Chancay las fracturas de pilón tibial son una causa importante de incapacidad laboral parcial o permanente, entre el 2021 y 2022 se atendieron 185 pacientes con dicha fractura. Actualmente, no existe evidencia concluyente de su eficacia para disminuir el dolor postquirúrgico, edema local o consolidación ósea; por lo que se desarrollará esta investigación con el objetivo de explorar la efectividad de la magnetoterapia en el tratamiento de fracturas del pilón tibial.

2.1. Problema

¿La magnetoterapia posquirúrgica presenta efectividad clínica en el tratamiento de fracturas del pilón tibial de pacientes del Hospital de Chancay atendidos entre 2021 y 2022?

2.2. Hipótesis

- **Hipótesis nula:**

La magnetoterapia posquirúrgica no tiene efectividad clínica en el tratamiento de fracturas del pilón tibial de pacientes del Hospital de Chancay atendidos entre 2021 y 2022.

- **Hipótesis alterna:**

La magnetoterapia posquirúrgica tiene efectividad clínica en el tratamiento de fracturas del pilón tibial de pacientes del Hospital de Chancay atendidos entre 2021 y 2022.

2.3. Objetivos

a. Objetivo General

Analizar si la magnetoterapia posquirúrgica tiene efectividad clínica en el tratamiento de fracturas del pilón tibial de pacientes del Hospital de Chancay atendidos entre 2021 y 2022.

b. Objetivos Específicos

- Determinar la efectividad de la magnetoterapia posquirúrgica en el tiempo de consolidación completa de fracturas del pilón tibial.
- Determinar la efectividad de la magnetoterapia posquirúrgica en el control del dolor postquirúrgico de fracturas del pilón tibial.
- Determinar efectividad de la magnetoterapia posquirúrgica en el control del edema local en fracturas del pilón tibial.
- Determinar efectividad de la magnetoterapia posquirúrgica en la aparición de complicaciones de fracturas del pilón tibial.

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño del Estudio: observacional, analítico de cohorte retrospectiva.

3.2. Población: Pacientes postoperados de fractura del pilón tibial en el Hospital de Chancay entre enero de 2021 y diciembre del 2022.

3.3. Criterios de Elegibilidad.

a. Criterios de inclusión para cohorte expuesta: Pacientes de ambos sexos, mayores de 15 años, sometidos a intervención quirúrgica por fractura unilateral del pilón tibial de clasificación articular (según la AO), en quienes se haya realizado magnetoterapia por al menos 20 sesiones en 60 días como parte de la rehabilitación.

b. Criterios inclusión para cohorte no expuesta: Pacientes de ambos sexos, mayores de 15 años, sometidos a intervención quirúrgica por fractura unilateral del pilón tibial de clasificación articular (según la AO), con rehabilitación por fisioterapia.

c. Criterios de exclusión para ambas cohortes: Pacientes politraumatizados, con cirugía de varias fracturas, postrados crónicos, con condición inmunosupresora como cáncer, VIH/SIDA, uso crónico de corticoides, diagnóstico de osteoporosis o que se encuentren gestando.

3.4. Muestra

a. Unidad de análisis: cada paciente postoperado de fractura del pilón tibial.

b. Unidad de muestreo: Cada paciente postoperado de fractura del pilón tibial en el Hospital de Chancay entre enero de 2021 y diciembre del 2022.

c. Tamaño de muestra: debido a que en la actualidad no se registran investigaciones en donde se haya usado magnetoterapia en el tratamiento postquirúrgico de fracturas del pilón tibial, se procederá a realizar en primer lugar una prueba piloto que constará de 58 pacientes, divididos en dos grupos iguales de 29 pacientes para cada cohorte (ver Anexo 2). Esto servirá para la obtención de las incidencias en expuestos y no expuestos, datos que permitirán obtener el tamaño de muestra final, el mismo que será calculado mediante el programa gratuito EPIDAT 4.2, en el módulo de “muestras para estudios de cohorte”,

considerando confianza del 95%, razón expuestos/ no expuestos igual a 1 y potencia estadística del 80%.

d. Tipo de muestreo: aleatorio simple.

3.5. Definiciones operacionales de variables

1. Variable dependiente

- **Tiempo de consolidación completa:** tiempo en semanas, en el cual la fractura presenta en evaluación radiológica según clasificación de Sarmiento, equivalente al grado III (formación completa del callo óseo y restauración del canal medular). Cuantitativa, Escala de razón. Registrado como número “total de semanas”.
- **Control del dolor postoperatorio:** presentar puntaje EVA menor a 4 puntos al cabo de 30 días de realizada la cirugía. Cualitativa, Escala nominal dicotómica. Siendo codificado con cero si “Sí” y uno si “No”.
- **Edema local:** valoración objetiva del aumento de volumen en piel sobre el área fracturada, expresado como la medición por flexómetro del perímetro del tobillo en cm. Cuantitativa, Escala de razón. Registrado como número “centímetros”.
- **Complicaciones:** Intercurrencias registradas en historia clínica dentro de los 90 primeros días de realizada la cirugía. Cualitativa, Escala nominal politómica. Registrado como uno si “retardo de consolidación”, dos si “no unión”, tres si “pseudoartrosis”, cuatro si “osteomielitis” y cinco si “infección de sitio operatorio”.

2. Variable independiente

- **Magnetoterapia:** Registro de la aplicación de campos electromagnéticos por pulsos de baja frecuencia (50 Hz) e intensidad (80 Gauss), realizado durante 30 minutos por día por 20 sesiones brindadas en al menos 60 días como parte de la rehabilitación. Cualitativa, Escala nominal dicotómica. con cero si “Sí” y uno si “No”.

3. Variables intervinientes

- **Sexo:** Condición fenotípica del paciente, de acuerdo al documento de identidad. Cualitativa de escala nominal dicotómica. Registrado como 0 para “femenino” y 1 si “masculino”.
- **Edad avanzada:** tener una edad superior a los 60 años en historia clínica, al hospitalizarse. Cualitativa de escala nominal dicotómica. Consignado como 0 para “con edad avanzada” y 1 si “no edad avanzada”.
- **Comorbilidad:** Existencia de alguna patología crónica como diabetes mellitus, hipertensión arterial, patología renal crónica, cardiaca o respiratoria crónica. Cualitativa. Escala nominal, dicotómica. Forma de registro: 0 sí “Sí” y 1 si “No”.
- **Tipo de fractura:** Clasificación del tipo de fractura según la AO. Cualitativa, escala nominal politómica. Forma de registro: 0 sí “C1”, 1 si “C2” y 2 si “C3”.
- **Lateralidad:** registro del miembro afectado, el cual puede ser tobillo izquierdo o derecho. Cualitativa de escala nominal dicotómica. Registro: 0 si es izquierdo y 1 si es derecho
- **Estado nutricional:** Valoración del índice de masa corporal, de acuerdo al peso y talla obtenidos de la evaluación pre quirúrgica. Escala ordinal. Registrado como: cero si es delgado ($IMC < 18.5 \text{ kg/m}^2$), uno si es eutrófico (de 18.5 a 24.9 kg/m^2), dos si tiene sobrepeso (de 25 a 29.9 kg/m^2) y tres si tiene obesidad ($>30 \text{ kg/m}^2$).

3.6. Procedimientos

La investigación se llevará a cabo después de la aprobación del proyecto por el área de ética e investigación de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. La recolección de los datos se realizará posterior a la aprobación de la solicitud de ejecución por parte del Director del Hospital de Chancay, es así que se tendrá acceso a la historia clínica de cada paciente.

Se elegirán a todos los pacientes postoperados de fractura del pión tibial entre enero de 2021 y diciembre del 2022.

Se revisará que todos los pacientes hayan sido sometidos a fisioterapia posterior a la cirugía, en el cual se dividirá en dos grupos: el primero o cohorte expuesta, serán los pacientes en quienes se les haya indicado magnetoterapia y el según grupo o cohorte

no expuesta, estará conformado por pacientes con fisioterapia complementaria convencional, asegurándose que todos los procedimientos hayan sido realizados en el Hospital de Chancay.

Con respecto a la magnetoterapia: esta es aplicada con el equipo de magnetoterapia BTL 4920 *Magnet Professional*, configurado para brindar frecuencia de 50Hz e intensidad de 80 Gauss, en donde el paciente ingresa el tobillo afectado dentro del solenoide durante 30 minutos diarios durante al menos 20 sesiones en 60 días.

Así mismo, se verificará que los pacientes cuenten con un historial de seguimiento de por al menos 60 días, con radiografía control a los 30 y 60 días.

Finalmente, se procesarán los datos en una base digital de Excel 2019 para ser analizados estadísticamente.

3.7. Aspectos Éticos

Después de ser aprobado por el comité de ética de la universidad, y el permiso del hospital Chancay para el acceso a las historias clínicas, se tendrá en cuenta la confidencialidad del paciente, ya que cada uno de ellos serán codificados de acuerdo a sus iniciales, además dichos datos se mantendrán en reserva, ya que solo se utilizará para fines de estudio, según se estipula en las pautas CIOMS (30) y código de ética médico-peruano.

3.8. Plan de análisis.

Con ayuda del programa STATA 17 (libre acceso para los estudiantes de la universidad Cayetano Heredia), se crearán tablas de doble entrada para el análisis de las incidencias en expuestos y no expuestos. Los datos cuantitativos serán comparados por prueba T de student, que compara promedios y desviaciones estándar, aceptando diferencia significativa al obtener un $p < 0.05$. Se calculará el riesgo relativo para determinar la efectividad, en las variables cualitativas, la significancia se podrá determinar por medio de Chi-cuadrado de Pearson (significativo si $p < 0.05$). Por último, se desarrollará el análisis multivariado por regresión lineal, construido con las variables significativas en análisis bivariado.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Luo T, Pilson H. Pilon Fracture. StatPearls. 2022
2. Castañeda P, Rodríguez M, Reguera R, Fernández O, Amigo P. Evaluación de los resultados en el tratamiento de los pacientes con fracturas de pilón tibial. *Rev.Med.Electrón.* 2021; 43(2): 3103-3119.
3. Saad B, Yingling J, Liporace F, Yoon R. Fracturas de pilón: retos y soluciones. *Orthop Res Rev.* 2019 11:149–57.
4. Mair O, Pflüger P, Hoffeld K, Braun K, Kirchhoff C, Biberthaler P, et al. Management of Pilon Fractures-Current Concepts. *Front Surg.* 2021;8:764232
5. Zelle B, Dang K, Ornell S. High-energy tibial pilon fractures: an instructional review. *Int Orthop.* 2019;43(8):1939-1950
6. Bastias C, Lagos L. New Principles in Pilon Fracture Management: Revisiting Rüedi and Allgöwer Concepts. *Foot Ankle Clin.* 2020; 25(4):505-521.
7. Tarabdkar N, Alton T, Gorbaty J, Nork S, Taitman L, Kleweno C. Trends in orthopedic fracture and injury severity: a level I trauma center experience. *Orthopedics.* 2018; 41(2): 211-6.
8. Meinberg E, Agel J, Roberts C, Karam M, Kellam J. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma.* 2018; 32 Suppl 1:1-170.
9. Wiebking U. Pilon fractures: Review of diagnostics and classification. *Unfallchirurg.* 2017;120(8):632-639.
10. Rubio M, Rubio J, Rodriguez E. Factors that Influence Soft-tissue Injury in Fractures of the Distal Tibia. *Arch Bone Jt Surg.* 2021;9(2):152-157
11. Wennergren D, Bergdahl C, Ekelund J, Juto H, Sundfeldt M, Möller M. Epidemiology and incidence of tibia fractures in the Swedish Fracture Register. *Injury.* 2018; 49(11):2068-2074.
12. Kottmeier S, Madison R, Divaris N. Pilon Fracture: Preventing Complications. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018; 26 (18): 640-651
13. Manegold S, Springer A, Märdia S, Tsitsilonis S. Treatment Algorithm for Pilon Fracture - Clinical and Radiological Results. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2019; 86(1):11-17.
14. Bear J, Rollick N, Helfet D. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(4):537-545
15. Piña A, Mut R, Llopis E. Presurgical Perspective and Postsurgical Evaluation of Tibial Pilon Fractures. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2022; 26(6):623-634.
16. Olson J, Anand K, Esposito JG, von Keudell A, Rodriguez E, Smith R, et al. Complications and Soft-Tissue Coverage after Complete Articular, Open Tibial Plafond Fractures. *J Orthop Trauma.* 2021; 35(10):371-376.
17. Hong C, Tan S, Saha S, Pearce C. Morbidities and prognostic factors after tibial pilon fracture: impact on patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023; 143(6):2855-2862.
18. Ross C, Zhou Y, McCall C, Soker S, Criswell TL. The Use of Pulsed Electromagnetic Field to Modulate Inflammation and Improve Tissue Regeneration: A Review. *Bioelectricity.* 2019; 1(4):247-259.

19. Cömertoğlu İ, Güneş S, Elhan A, Üstüner E, Kutlay Ş, Küçükdeveci A. Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy in the management of complex regional pain syndrome type 1: A randomized-controlled trial. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2022; 68(1):107-116.
20. Parate D, Kadir N, Celik C, Lee E, Hui J, Franco A, et al. Pulsed electromagnetic fields potentiate the paracrine function of mesenchymal stem cells for cartilage regeneration. *Stem Cell Res Ther.* 2020;11(1):46
21. Rosado M, Simkó M, Mattsson M, Piola C. Immune-modulating perspectives for low frequency electromagnetic fields in innate immunity. *Front Public Health* 2018; 6:85.
22. Varani K, Vincenzi F, Pasquini S, Blo I, Salati S, Cadossi M, et al. Pulsed Electromagnetic Field Stimulation in Osteogenesis and Chondrogenesis: Signaling Pathways and Therapeutic Implications. *Int J Mol Sci.* 2021; 22 (2): 809
23. Hollenberg A, Huber A, Smith C, Eliseev R. Electromagnetic stimulation increases mitochondrial function in osteogenic cells and promotes bone fracture repair. *Sci Rep.* 2021; 11 (1): 19114
24. Daish C, Blanchard R, Fox K, Pivonka P, Pirogova E. The Application of Pulsed Electromagnetic Fields (PEMFs) for Bone Fracture Repair: Past and Perspective Findings. *Ann Biomed Eng.* 2018; 46(4):525-542.
25. Del Buono A, Zampogna B, Osti L, Fontanarosa A, Garofalo R, Papalia R. Pulsed electromagnetic fields after intramedullary nailing of tibial fractures: a case control study. *Int Orthop.* 2021; 45(11):2945-2950.
26. Ziegler P, Nussler A, Wilbrand B, Falldorf K, Springer F, Fentz A, et al. Pulsed Electromagnetic Field Therapy Improves Osseous Consolidation after High Tibial Osteotomy in Elderly Patients-A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Trial. *J Clin Med.* 2019; 8 (11): 2008.
27. Krzyżańska L, Straburzyńska A, Rąglewska P, Romanowski L. Beneficial Effects of Pulsed Electromagnetic Field during Cast Immobilization in Patients with Distal Radius Fracture. *Biomed Res Int.* 2020; 25:6849352.
28. Factor S, Druckmann I, Atlan F, Rosenblatt Y, Tordjman D, Krespi R, et al. Eisenberg G. The Effects of Novel Pulsed Electromagnetic Field Therapy Device on Acute Distal Radius Fractures: A Prospective, Double Blind, Sham-Controlled, Randomized Pilot Study. *J Clin Med.* 2023; 12(5):1866
29. Shi H, Xiong J, Chen Y, Wang J, Qiu X, Wang Y, et al. Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:35.
30. Organización Panamericana de la Salud y Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médica (CIOMS). Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos (Internet). 2016 (citado 1 de mayo de 2022). Disponible en: https://cioms.ch/wp-content/uploads/2017/12/CIOMS-EthicalGuideline_SP_INTERIOR-FINAL.pdf

V. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

Código	Cantidad	Descripción	Unidad	Costo total
2.3.21.21	3 meses	Movilidad	10.00	300.00
2.3.24.42	1	Asesoría estadística	300	300.00
2.5.42.11	1	Permisos	300	300.00
2.3.22.44	3 meses	Internet	60	180.00
	TOTAL			1080.00

En cuanto al financiamiento, este será asumido al 100% por el autor.

Cronograma

ACTIVIDADES	2023					
	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov
1. Elaboración del proyecto						
2. Recolección de datos						
3. Procesamiento y análisis de datos						
4. Redacción del informe						
5. Sustentación tesis						

VI. ANEXOS

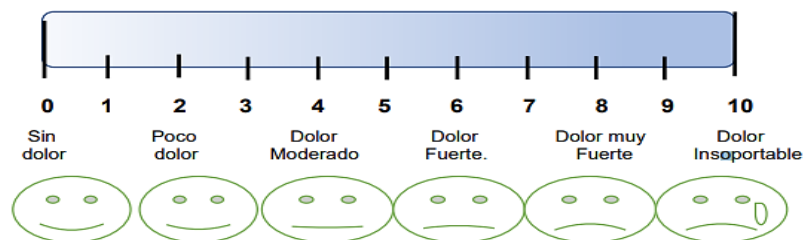
ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Código: _____ Sexo: M () F () Fecha: _____

Magnetoterapia	Si () No ()
Edad: _____ años	Avanzado () No avanzado ()
Tipo de fractura	C1 () C2 () C3 ()
Lateralidad	Izquierdo () Derecho ()
Consolidación	Grado I () Grado II () Grado III ()
Edema local	_____ cm
Dolor postoperatorio	EVA: _____ puntos
Comorbilidades Si () No ()	HTA () DM-2 () Nefropatía ()
IMC: _____ kg/m ²	Delgadez () Normal () Sobrepeso () Obesidad ()
Complicaciones	Retardo de consolidación () No unión () Pseudoartrosis () Osteomielitis () Infección de sitio operatorio ()

Grado de Consolidación Ósea	
I: formación de callo, esclerosis ósea.	
II: formación de trabéculas óseas, solución de continuidad.	
III: radiopacidad completa del callo y restauración del canal medular.	
Clasificación AO	Grado
• Articular	C1 C2 C3

Escala Visual Análoga del Dolor



ANEXO 2

TAMAÑO MUESTRAL

Prueba piloto:

El tamaño de la muestra se calculó a partir de la calculadora de libre acceso en www.pilotsamplesize.com, considerando una probabilidad del 5% (por ser desconocida), con un nivel de confiabilidad del 95%, obteniendo un total de 58 pacientes (ver imagen).

Por lo tanto, serán necesarios 58 historias de pacientes operados de fractura del pilón tibial.

Calculation of sample size in pilot studies	
Confidence	Probability
0.95	0.05
Sample size	
58.4	Calculate

Fuente: www.pilotsamplesize.com