

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

**Beneficios terapéuticos de la magnetoterapia como  
tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a  
50 años**

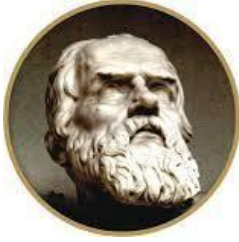


Que Presenta

**Lisa María Guillén González**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala.      2024.



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



# Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

## Beneficios terapéuticos de magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**Lisa María Guillén González**

Ponente

**Dr. Rubén Antonio Vázquez Roque**

Director de Tesis

**Lic. Salomón Fuentes Cruz**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

2024

## INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente Director	Lisa María Guillén González
de Tesis	Dr. Rubén Antonio Vázquez Roque
Asesor Metodológico	Lic. Salomón Fuentes Cruz



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 09 de marzo 2024

Estimada alumna:  
**Lisa María Guillén González**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Beneficios terapéuticos de magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarla y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Mónica María  
Solares Luna  
Secretario

Lic. Lidia Marisol de  
León Sinay  
Presidente

Lic. Haly Guadalupe  
Cristina Caxaj  
Interiano  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

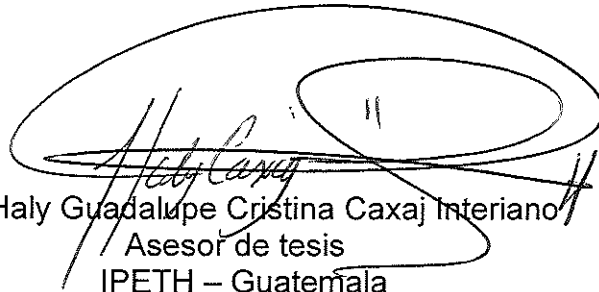
Guatemala, 25 de noviembre 2022

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Beneficios terapéuticos de magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años”** de la alumna **Lisa María Guillén González**

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, la autora y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente



Lic. Haly Guadalupe Cristina Caxaj Interiano  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 28 de noviembre 2022

Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **Lisa María Guillén González** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Beneficios terapéuticos de magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

**Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón**

Revisor Lingüístico

IPETH- Guatemala

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA  
DIRECTOR DE TESINA**

<b>Nombre del Director:</b>	Dr. Rubén Antonio Vázquez Roque
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Lisa María Guillén González
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	Beneficios terapéuticos de la magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años
<b>Fecha de realización:</b>	Otoño, 2022

**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	<b>X</b>		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	<b>X</b>		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	<b>X</b>		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	<b>X</b>		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	<b>X</b>		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	<b>X</b>		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	<b>X</b>		
8.	El planteamiento es claro y preciso, claramente en qué consiste su problema.	<b>X</b>		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	<b>X</b>		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	<b>X</b>		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	<b>X</b>		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	<b>X</b>		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**

---

Nombre y Firma Del Director de Tesina





**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA  
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA  
ASESOR METODOLÓGICO**

<b>Nombre del Asesor:</b>	Lic. Salomón Fuentes Cruz
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Lisa María Guillén González
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	Beneficios terapéuticos de la magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años
<b>Fecha de realización:</b>	Otoño, 2022

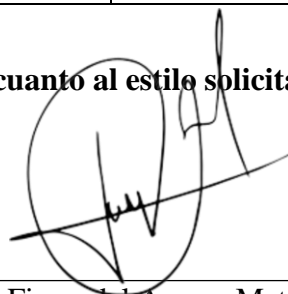
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA**

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
<b>1</b>	<b><i>Formato de Página</i></b>			
a.	Hoja tamaño carta.	<b>X</b>		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	<b>X</b>		
c.	Margen izquierdo a 3.0 cm.	<b>X</b>		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	<b>X</b>		
e.	Paginación correcta.	<b>X</b>		
f.	Números romanos en minúsculas.	<b>X</b>		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	<b>X</b>		
h.	Todos los títulos se encuentran escritos de forma correcta.	<b>X</b>		
i.	Times New Roman (Tamaño 12).	<b>X</b>		
j.	Color fuente negro.	<b>X</b>		
k.	Estilo fuente normal.	<b>X</b>		
l.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	<b>X</b>		
m.	Texto alineado a la izquierda.	<b>X</b>		
n.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	<b>X</b>		
o.	Interlineado a 2.0	<b>X</b>		
p.	Resumen sin sangrías.	<b>X</b>		
<b>2.</b>	<b><i>Formato Redacción</i></b>			
a.	Sin faltas ortográficas.	<b>X</b>		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	<b>X</b>		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	<b>X</b>		
d.	Continuidad en los párrafos.	<b>X</b>		
e.	Párrafos con estructura correcta.	<b>X</b>		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	<b>X</b>		
g.	Correcta escritura numérica.	<b>X</b>		

h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
<b>3.</b>	<b>Formato de Cita</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
<b>4.</b>	<b>Formato referencias</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observaciones</i>
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

**Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución**



Nombre y Firma del Asesor Metodológico

## DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 28 del mes de Noviembre del año 2022.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

Dr. Rubén Antonio Vázquez Roque

**Asesor Metodológico**  
Función

Lic. Salomón Fuentes Cruz

**Coordinador de Titulación**  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vázquez Monzón

### Autorizan la tesina con el nombre

Beneficios terapéuticos de la magnetoterapia como tratamiento fisioterapéutico en fractura de tibia para pacientes de 30 a 50 años

### Realizada por el Alumno:

Lisa María Guillén González

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título como Licenciado en Fisioterapia.

xiii

  **IPETH®**  
Titulación Campus Guatemala

**Firma y Sello de Coordinación de Titulación**

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171 literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala y con fundamento en los Artículos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 43, 49, 63, 64, 65, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 83, 84, 104, 105, 106, 107, 108, 112 y demás relativos a la Ley De Derecho De Autor Y Derechos Conexos De Guatemala Decreto Número 33-98 y

Lisa María Guillén González

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada

Beneficios terapéuticos de la magnetoterapia como tratamiento para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años

; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

Fecha

18 de Noviembre, 2022

Lisa María Guillén González

Nombre completo



Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado en su totalidad a mi hermano, José Ignacio Guillén González, quien es una persona digna de inspiración y admiración. Es un ejemplo diario de cómo la excelencia humana va más allá de la edad, llevando un vivir enriquecido de valores, virtudes e incontables habilidades, los cuales son base para la profesional que anhelo ser en el futuro.

Lisa María Guillén González

## **Agradecimiento**

Agradezco profundamente a mis abuelos, por su apoyo y amor incondicional, no solo durante esta carrera universitaria sino a lo largo de mi vida y quienes me motivan todos los días a ser una profesional con todos mis valores siempre presentes. A mis papás, Yesenia y Alejandro, por enseñarme a jamás rendirse, a soñar y siempre estar al servicio de los demás. Así también, agradezco a Andrés Rebuly por ser mi compañía a lo largo de este proceso, por sus consejos, su atención y su apoyo constante. Por último, pero igual de importante, agradezco a mi asesor y director de tesis por guiarme en este camino siempre con paciencia, amabilidad y humildad.

## **Palabras clave**

Fractura

Tibia

Magnetoterapia

Consolidación

Óseo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESÚMEN .....	2
CAPÍTULO I.....	2
MARCO TEÓRICO .....	2
1.1. ANTECEDENTES GENERALES .....	2
1.1.1 Tejido óseo. ....	2
1.1.2 Miembro inferior. ....	6
1.1.3 Fractura.....	19
1.1.4 Fisioterapia en fracturas.....	24
1.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS .....	26
1.2.1 Magnetoterapia .....	26
CAPÍTULO II.....	35
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	35
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	35
2.2 JUSTIFICACIÓN.....	37
2.3 OBJETIVOS.....	38
CAPÍTULO III.....	40
MARCO METODOLÓGICO .....	40
3.1 MATERIALES .....	40
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS.....	42
3.2.2 Tipo de Estudio.....	43
3.2.4 Método de estudio. ....	44



3.2.5 Criterios de selección.....	45
3.3 VARIABLES.....	45
3.3.2 Variable independiente .....	46
3.3.3 Variable dependiente .....	46
REFERENCIAS.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. MÚSCULOS QUE SE INSERTAN EN LA TIBIA.....	10
TABLA 2. MÚSCULOS QUE SE ORIGINAN EN LA TIBIA.....	15
TABLA 3. BASE DE DATOS .....	40
TABLA 4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	45

**ÍNDICE DE FIGURAS      ÍNDICE DE FIGURAS**

INDICE DE FIGURAS .....3

FIGURA 1. ETAPAS DE CONSOLIDACIÓN ÓSEA.....6

FIGURA 2. SUPERFICIE ANTERIOR DE LA TIBIA.....7

FIGURA 3. SUPERFICIE POSTERIOR DE LA TIBIA.....9

FIGURA 4. MÚSCULO CON INSERCIÓN EN LA TIBIA, CUÁDRICEPS FEMORAL ..... 12

FIGURA 5. MÚSCULO CON INSERCIÓN EN LA TIBIA, SARTORIO ..... 13

FIGURA 6. MÚSCULO CON INSERCIÓN EN LA TIBIA, SEMITENDINOSO Y SEMIMEMBRANOSO.  
..... 13

FIGURA 7. MÚSCULO CON INSERCIÓN EN LA TIBIA, SEMITENDINOSO Y SEMIMEMBRANOSO.  
..... 14

## Resumen

Se presenta el siguiente trabajo de investigación luego de una recopilación de datos y revisión bibliográfica abarcando el tema de los beneficios de magnetoterapia en fractura tibial en pacientes de 30 a 50 años, en el cual se evidencia un aumento de condrocitos y estimulación de la matriz extracelular al ser utilizado dicho tratamiento. Se toma con bastante importancia estos datos, pues al realizar la recopilación de datos, se encontró que la fractura tibial es una lesión con una elevada epidemiología a nivel mundial, siendo una de las más propensas a ser una fractura expuesta debido a su anatomía y su escasez de músculos en la parte anterior. Esto repercute directamente con las consecuencias en los pacientes en su calidad de vida, dando problemas en la marcha, equilibrio y afectando con un elevado dolor.

Ahora bien, el objetivo de esta investigación fue analizar a profundidad los beneficios del tratamiento utilizando los campos magnéticos en el tejido óseo con fractura, para ser una herramienta para profesionales de salud al utilizarlo en los tratamientos de lesiones similares.

# Capítulo I

## Marco Teórico

En el presente capítulo se presenta las generalidades de sistema óseo, proceso de consolidación, sistema muscular del miembro inferior, así como las generalidades del tratamiento fisioterapéutico utilizando la magnetoterapia y su propia dosificación.

También se agrega los efectos que tiene este tratamiento sobre el cuerpo humano, finalizando con la relación de la magnetoterapia y la fracturas.

### 1.1. Antecedentes Generales

**1.1.1 Tejido óseo.** El aparato locomotor del cuerpo humano está constituido por el sistema osteoarticular y el sistema muscular. El primero se conforma por los huesos, articulaciones y ligamentos, mientras que el segundo, por los músculos y tendones. Los huesos, se conforman por un tejido óseo con propiedades bastantes resistentes que brindan soporte estático, así como también mantienen la morfología del cuerpo. Esto se debe a su composición celular, el cual es principalmente constituido por células osteoprogenitoras, los osteoblastos encargados de formar matriz ósea, los osteocitos encargados de la mantención del tejido y por último, los osteoclastos encargados de la degradación y remodelación de la matriz, llegando a un mantenimiento del tejido (Orrego y Morán, 2014).

Otras de sus principales funciones es brindar protección a las vísceras ante cualquier traumatismo externo. Diferentes procesos metabólicos se llevan a cabo para cumplir esta función. Primero se debe mencionar la capacidad de la remodelación ósea, la cual consiste en un equilibrio dinámico entre la actividad de las células osteoblásticas que forman nuevas células, junto con las células osteoclasticas que degradan el tejido. Por segundo, se debe mencionar el proceso de la reparación del tejido, denominado consolidación (Orrego y Morán, 2014).

El tejido óseo da inserción a músculos que dan lugar a los diferentes movimientos corporales, permitiendo llevar a cabo las actividades de la vida diaria. Al ser lugar de inserción y origen de los tejido blandos, los huesos le dan forma al cuerpo humano debido a su composición densa y dura (Guerra, 2018)

**1.1.1.1 histología tejido óseo:** El hueso está conformado por laminillas de matriz osteoide, las cuales dependiendo de su disposición determinan si el hueso es esponjoso o cortical. Estas laminillas de osteonas por dentro son tejido conjuntivo con minerales, células especializadas, matriz orgánica, innervaciones y vascularizaciones. Los huesos corticales son densos, compactos, conformando el 80% del esqueleto humano, con las laminillas situadas concéntricamente donde se encuentran los osteocitos. Por el otro lado, las laminillas en forma de red o trabéculas, se encuentran mayormente en los extremos de los huesos conteniendo médula ósea en su interior (Fernández-Tresguerres et al, 2006).

El osteoblasto es una célula grande encargada de sintetizar proteínas con colágeno y sin colágeno de la matriz orgánica, mineralizar la sustancia osteoide, disponer de la orientación de las fibrillas y sintetizar los factores de crecimiento. Sin embargo, su principal función es la formación de hueso, colocándose adyacentes al hueso que forman. Su tiempo de vida es entre 1-10 semanas, terminando ésta en una apoptosis o en

especialización de la misma, evolucionando a una célula de revestimiento, osteocitos o célula limitante (Fernández-Tresguerres et al, 2006).

Los osteoblastos que permanecen dentro de la matriz mineralizada se transforman en los osteocitos. Los osteocitos son células especializadas con más abundancia en el cuerpo, aún así no tienen la capacidad de regenerarse independientemente y se sitúan en el interior de las cavidades del hueso. Estas células renuevan y sintetizan la matriz ósea, mantienen el intercambio de calcio y son los principales encargados de la mecanotransducción, el proceso de control del remodelado óseo. (Fernández-Tresguerres et al, 2006).

Las células esféricas cuya función es la reabsorción, son los osteoclastos. Contienen un borde donde se lleva a cabo el proceso de reabsorción y un área con abundancia de microfilamentos con proteínas integrinas que asisten para anclarse a la matriz ósea (Fernández-Tresguerres et al, 2006).

**1.1.1.2 consolidación ósea:** La consolidación se da lugar mediante dos formas:

Consolidación primaria: en la cual existe un contacto estrecho y directo entre los fragmentos de la fractura ósea, creando una formación y síntesis de hueso en las partes distales de la fractura hasta alcanzar la consolidación. Dependiendo del caso, en esta consolidación, los doctores optan por utilizar elementos de osteosíntesis rígidos como tornillos o placas (Orrego y Morán, 2014).

Consolidación secundaria: llamada también consolidación indirecta ya que es la manera “habitual y natural” de una lesión de fractura. Para este diagnóstico, los doctores optan por tratamientos ortopédicos donde no existe una inmovilización absoluta en las partes distales de la fractura, permitiendo cierto grado de movimiento, como por ejemplo el uso de férulas o yesos. En la recuperación, primero se forma un callo óseo

principalmente de fibrocartílago, llamado callo blando, que después madura a un tejido óseo llamado callo duro (Orrego y Morán, 2014).

- Etapa de consolidación: Fase inflamatoria

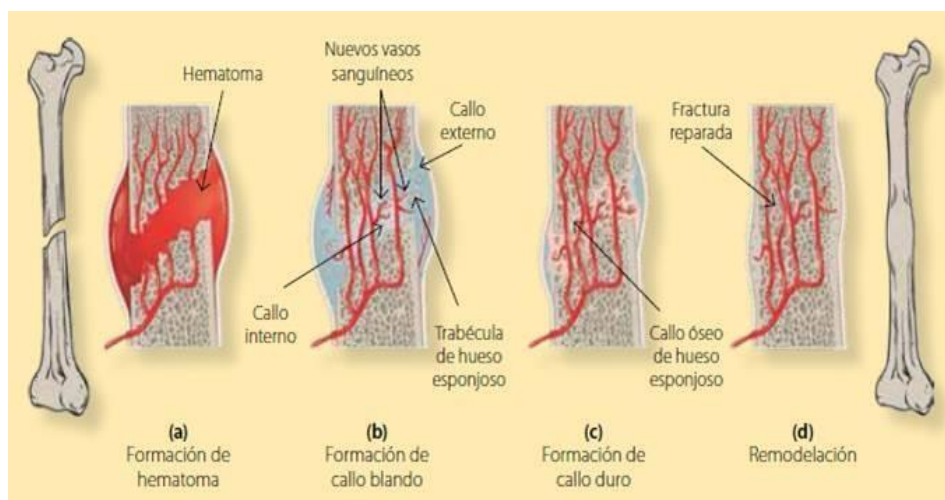
En el hematoma luego de la fractura, se liberan mediadores inflamatorios y factores de crecimiento. Esta reacción inflamatoria es llevada a cabo por componentes plasmáticos, vasos sanguíneos, componentes celulares y también extracelulares del tejido conectivo. Lo que conlleva a una reacción con infiltración de neutrófilos y células mesenquimales. Toma lugar desde el momento de lesión hasta 1 o 2 semanas luego. La coloración roja, el tumor, calor y dolor son los cuatro signos cardinales de la inflamación (Orrego y Morán, 2014).

- Etapa de consolidación: Fase de reparación

Dependiendo del hueso lesionado y la gravedad de fractura toma lugar a varios meses. En el hematoma se encuentran gran cantidad de vasos sanguíneos, fibroblastos y condroblastos formando una matriz de tejido fibrocartilaginoso. Este callo blando, tiene propiedades de alta resistencia lo que crea una estabilidad en la fractura. Luego, debido a la entrada de osteoblastos el callo evoluciona a un callo duro con una mayor resistencia y siendo conformado por tejido óseo inmaduro (Orrego y Morán, 2014).



**Figura 1.** Etapas de consolidación ósea



Nota: se muestra las etapas de consolidación ósea y la diferencia entre callo blando y callo duro (Rosiles et al, 2017).

- Etapa de consolidación: Fase de remodelación

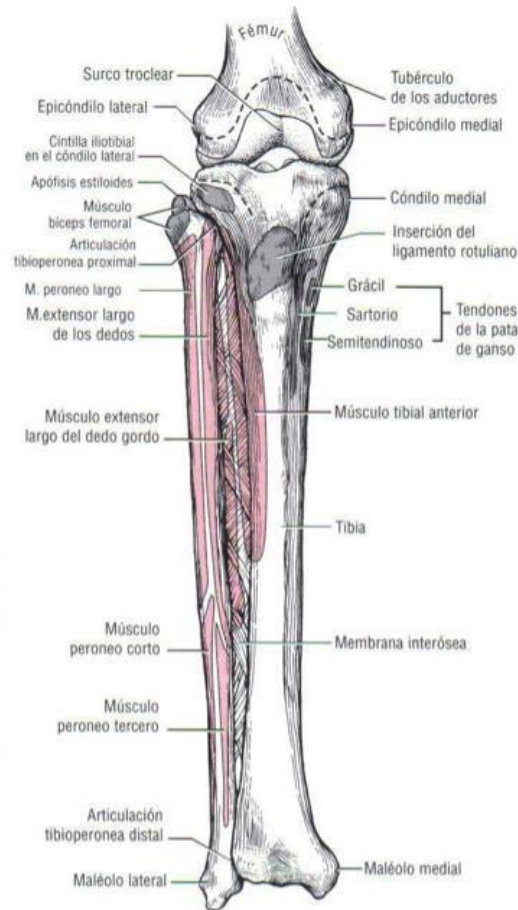
El callo duro con el tejido óseo inmaduro mediante actividad de los osteoclastos y osteoblastos se remodela a un hueso maduro con las características y propiedades de un tejido óseo previo a la lesión. Este proceso puede durar de meses a años (Orrego y Morán, 2014).

**1.1.2 Miembro inferior.** La función del miembro inferior es transmitir y soportar el peso corporal, así como también ser base de sustentación del cuerpo de manera estática y dinámica (marcha). Otra propiedad importante de las extremidades inferiores es su especialización en el equilibrio corporal. Estos miembros están unidos al tronco por medio de la cintura pélvica, sínfisis del pubis y los huesos coxales (Moore, 2018).

**1.1.2.1 osteología tibia:** se localiza anteromedialmente de la pierna y toma el lugar del segundo hueso de mayor tamaño. El cuerpo de la tibia está posicionado verticalmente y su borde anterior es más sobresaliente. Su porción distal es de menor

tamaño y contiene una expansión en la parte medial formando el maléolo medial (Moore, 2018).

**Figura 2.** Superficie anterior de la tibia



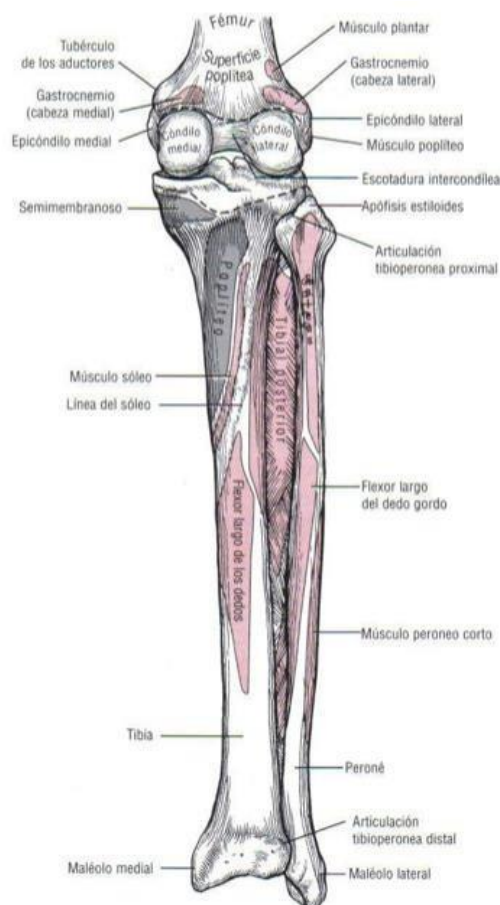
Nota: se muestra la cara anterior de la tibia enlistando las superficies óseas importantes (Neumann, 2007).

La principal función de la tibia es transferir el peso hasta el tobillo por medio de la rodilla. En su extremo proximal se encuentran los cóndilos, medial y lateral, los cuales en su porción superior conforman la meseta tibial. La tuberosidad de la tibia se

encuentra en la diáfisis de la tibia, en su porción proximal, la cual sirve de inserción

para el cuádriceps femoral (Neumann, 2007).

**Figura 3.** Superficie posterior de la tibia



Nota: se muestra la cara posterior de la tibia enlistando las superficies óseas importantes (Neumann, 2007).

Las articulaciones están conformadas por la unión de dos huesos, o dos partes de un hueso denominadas articulaciones falsas. Estas uniones permiten la transferencia y el soporte del peso corporal. Llevan la fuerza de compresión la cual es resistida por el

hueso y el cartílago, y por otro lado, la fuerza de tracción hacia la resistencia de los ligamentos y tendones (Guerra, 2018).

**1.1.2.2 articulación femorotibial:** la meseta tibial es una región plana y ancha la cual contiene dos superficies articulares donde encajan los cóndilos femorales dando lugar a la articulación tibiofemoral. La conformación de la superficie articular lateral es mínimamente convexa, mientras que la medial es ligeramente plana y cóncava. Se permite un amplio movimiento en el plano sagital en la rodilla debido a la amplia porción superficial de los cóndilos femorales. La estabilidad articular depende bastante en la fuerza muscular, ligamentos, cápsula y meniscos adyacentes a la articulación, y el peso corporal. La articulación femorotibial es tipo bicondílea (Neumann, 2007).

**1.1.2.3 articulación tibioperonea proximal:** es una articulación conformada por cartílago hialino con una pareja de superficies articulares, cubierta por una membrana sinovial y cápsula fibrosa. Sus principales funciones son soportar el peso del cuerpo en tracción. Las superficies articulares es el cóndilo lateral del hueso de tibia y la cabeza del peroné. Estos segmentos óseos son de pequeño tamaño y con forma esférica cubiertos por una delgada capa de cartílago. Es una articulación de tipo artrodia (Rodríguez y Miedes, 2020).

**1.1.2.4 sindesmosis tibioperonea:** está conformada por una red laminar de colágeno con bastante fuerza que une las porciones mediales de la tibia y del peroné. Así también, sirve para inserción de los músculos que permiten los movimientos del pie. Contiene una apertura proximal para la vena y arteria tibial anterior y la distal para la arteria perforante (Ullán, 2016).

**1.1.2.5 articulación tibioperonea distal:** es una articulación sindesmosis, es decir, con escaso movimiento. Las superficies articulares es la escotadura peronea de la tibia y la porción convexa del peroné (Ullán, 2016).

**1.1.2.6 músculos con inserción en tibia.** Los músculos con inserción en la tibia mayormente vienen de la cadera y se encargan del movimiento de las articulaciones adyacentes y sus rangos de movimiento en los diferentes planos (Kendalls, 2015).

**Tabla 1.** *Músculos que se insertan en la tibia*

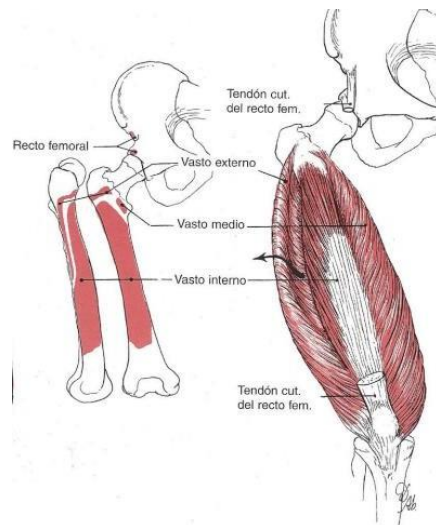
	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Innervación</b>
Sartorio	Espina iliaca anterosuperior y mitad superior de la escotadura de la espina.	Superficie interna de la tibia, porción proximal.	Flexión, rotación interna y abducción de cadera. Rotación interna de rodilla.	Crural (L2-L4)
Semimembranoso	Tuberosidad del isquion en la porción proximal	Cara posterointerna de la meseta interna de la tibia.	Flexión y rotación interna de rodilla.	Ciático, rama tibial (L4-S2)
Recto interno	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno	Diáfisis de la tibia, distal a la meseta,	Aducción de cadera y flexión, rotación interna de rodilla.	Obturador (L2-L4)

	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Innervación</b>
	de la rama del pubis.	proximal al semitendinoso y lateral al sartorio.		
Semitendinoso	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común del bíceps femoral.	Superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna.	Flexión y rotación interna de rodilla, extensión de cadera.	Ciático, rama tibial (L4-S2)
Poplíteo	Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y ligamiento poplíteo oblicuo de rodilla.	Área triangular proximal a la línea del sóleo, superficie posterior de la tibia.	Rotación interna de la tibia y flexión de rodilla	Tibial (L4-S1)
Cuádriceps femoral	Recto anterior: espina iliaca anteroinferior, surco del borde del acetábulo. Vasto externo: línea intertrocantérea, borde anterior e inferior del trocánter mayor, labio externo de la tuberosidad glútea. Vasto medio: superficie anterior y externa de los 2/3 proximales del fémur, tercio distal de la línea áspera. Vasto interno: mitad distal de	Borde proximal de la rótula y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad anterior de la tibia.	Extensión de rodilla, el recto anterior flexión de cadera.	Crural (L2-L4)

Origen	Inserción	Acción	Innervación
la línea intertrocantérea, labio interno de la línea áspera.			

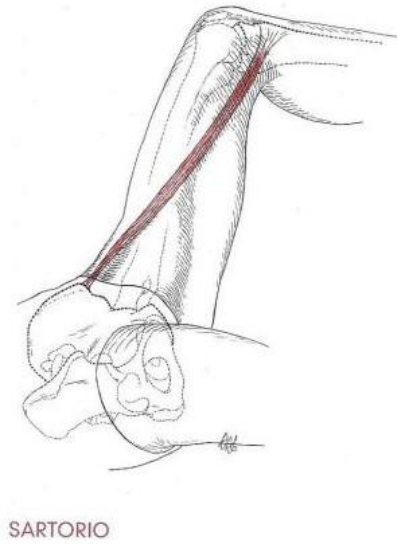
Fuente: Se enlistan los  
músculos y descripción.  
Elaboración propia con  
información de Kendall's 2015

**Figura 3.** Músculo con inserción en la tibia,  
cuádriceps femoral.



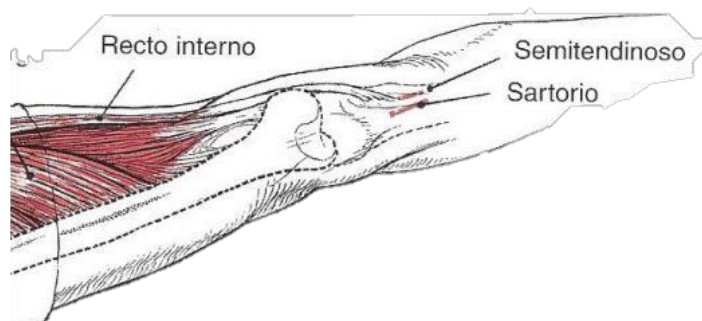
Nota: Se visualiza las estructuras anatómicas de donde se origina e inserta el músculo cuádriceps femoral (Kendalls, 2015).

**Figura 4.** Músculo con inserción en la tibia, sartorio.



Nota: Se visualiza los segmentos óseos donde se inserta y origina las fibras musculares del sartorio (Kendalls, 2015).

**Figura 5.** Músculo con inserción en la tibia, semitendinoso y semimembranoso.



Nota: localización de fibras musculares del recto interno (Kendalls, 2015).

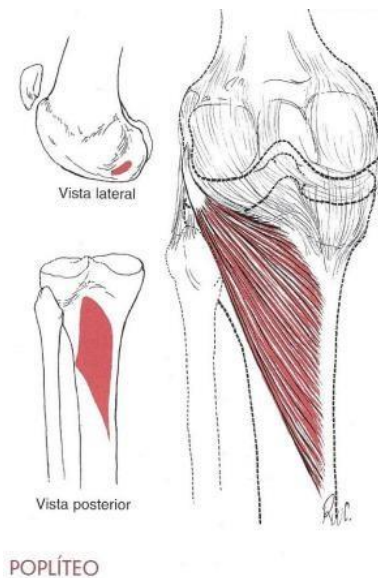


**Figura 6.** Músculo con inserción en la tibia, semitendinoso y semimembranoso.



Nota: Se visualiza los segmentos anatómicos donde se inserta y origina el músculo semitendinoso y semimembranoso (Kendalls, 2015).

**Figura 8.** Músculo con inserción en la tibia, poplíteo.



Nota: localización de las fibras musculares del poplíteo y los segmentos anatómicos donde proviene (Kendalls, 2015).

**1.1.2.7 músculos que se originan en tibia.** Estos músculos mayormente tienen movilidad en el pie y tobillo, permitiendo los movimientos en los diferentes planos corporales (Kendalls, 2015).

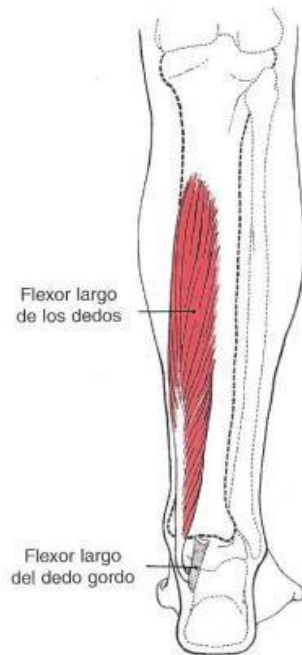
**Tabla 2.** Músculos que se originan en la tibia

	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Innervación</b>
Flexor largo de los dedos	3/5 medios de la superficie posterior de la tibia y fascia del tibial posterior.	Bases de las falanges distales del 2do al 5to dedo.	Flexión de las articulaciones interfalángica proximal y distal y metafalángica del 2do al 5to dedo. Intervención en la flexión plantar.	Tibial (L5-S1)
Tibial anterior	Meseta externa de la tibia mitad proximal externa de la tibia, tabique intermuscular externo.	Superficie interna y plantar de la cuña interna y base del primer metatarsiano.	Flexión dorsal de la articulación tobillo, inversión del pie.	Peroneo profundo (L4-S1)
Extensor largo de los dedos	Meseta externa de la tibia, $\frac{3}{4}$ proximales de la superficie anterior del peroné, fascia profunda.	4 tendones cada uno forma una expansión sobre la superficie dorsal del dedo una lengüeta se inserta en la base de la falange media y 2 lengüetas laterales a la base de la falange distal	Extensión de las MTF y las IF del 2do al 5to dedo.	Peroneo (L4-S1)

	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Innervación</b>
		del 2do al 5to dedo		
Sóleo	Superficie posterior de la cabeza del peroné, línea del sóleo y tercio medio del borde interno de la tibia.	Superficie posterior del calcáneo junto con el tendón de los gemelos.	Flexión plantar de tobillo.	Tibial (L5-S2)
Tibial posterior	Porción externa posterior de la tibia, 2/3 proximales de la superficie interna del peroné.	Tuberosidad del escafoides, apófisis menor del calcáneo, las 3 cuñas, cuboides y bases del 2do al 4to metatarsiano.	Invierte el pie y flexión plantar del tobillo.	Tibial (L4-S1)

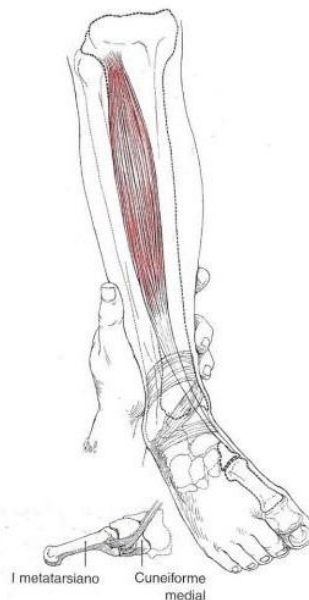
Fuente: Se enlistan los músculos y descripción.

**Figura 9.** Músculo con origen tibial, flexor largo de los dedos.



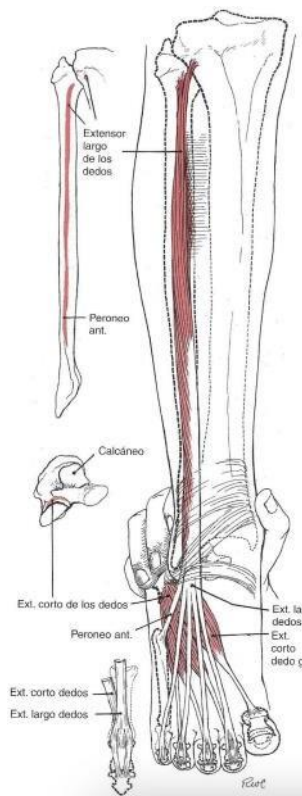
Nota: Se visualiza los segmentos anatómicos donde se inserta y originan las fibras musculares del flexor largo de los dedos (Kendalls, 2015).

**Figura 10.** Músculo con origen en la tibia, tibial anterior.



Nota: localización de las fibras musculares del tibial anterior y los segmentos óseos adyacentes (Kendalls, 2015).

**Figura 11.** Músculo con origen tibial, extensor de los dedos.



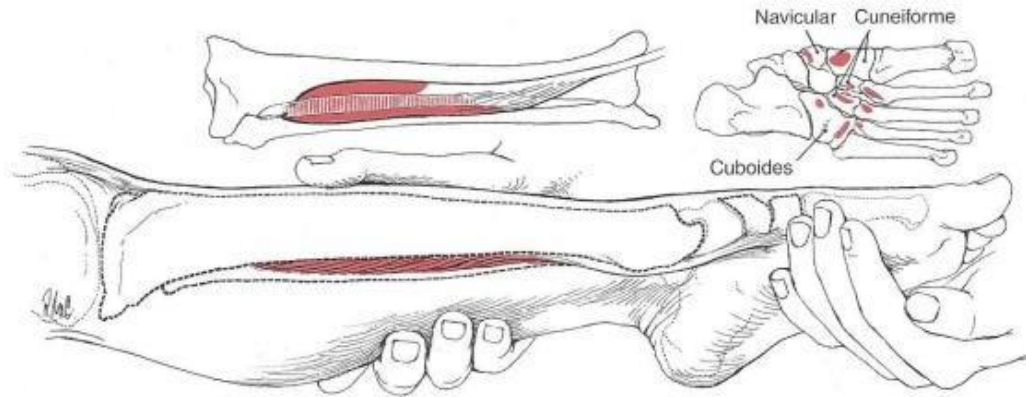
Nota: se visualiza los segmentos óseos del origen y la inserción del extensor largo de los dedos (Kendalls, 2015).

**Figura 12.** Músculo con origen en la tibia, soleo.



Nota: localización de fibras musculares del soleo (Kendalls, 2015).

**Figura 13.** Músculo con origen en la tibia, tibial posterior.



Nota: se visualiza los segmentos óseos adyacentes a las fibras musculares del tibial posterior (Kendalls, 2015).

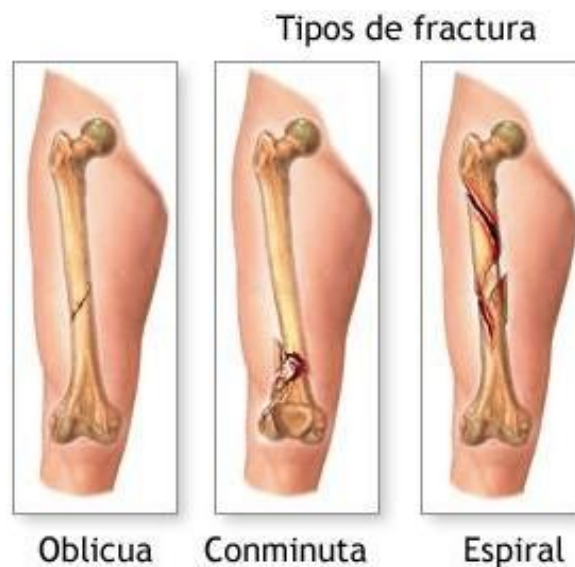
**1.1.3 Fractura.** Se da el concepto de fractura como la falta de continuidad cartilaginosa y ósea por un traumatismo indirecto o directo causando una lesión en el tejido óseo y partes blandas adyacentes el periostio, vasos sanguíneos, tendones, músculos, nervios, etc. (Oliva, 2018).

**1.1.3.1 clasificación:** Las fracturas tienen varias clasificaciones, siendo las más utilizadas por los doctores actualmente las siguientes:

- Clasificación según su estabilidad
  - Estables: no tienen tendencia a desplazarse, su trazo oblicuo es menor a 45°.
  - Inestables: tienen tendencia de desplazarse luego de la reducción, su trazo oblicuo es mayor a 45°.

- Clasificación según su interrupción
  - Fracturas completas: Se subdividen en simples y con deslizamiento. Las primeras mencionadas tienen un trazo único y no hay desplazamiento, mientras que las segundas pierden la alineación de los fragmentos óseos.
  - Fracturas incompletas: se dan mayormente en infantes, o en adultos puede ser diagnosticados como fisuras.
  
- Clasificación por patrón de lesión:
  - Conminuta
  - Espiral
  - Oblicua

**Figura 14.** Tipos de fractura según clasificación por patrón de lesión.



Nota: se identifica las diferencias de patrón de lesión de fractura en el tejido óseo (MedlinePlus, 2022).

- Clasificación según mecanismo de producción
  - Mecanismo directo: Producidas por impacto de la fuerza de lesión.
  - Patológicas o por insuficiencia: se subdividen en
    1. Compresión: se produce en el eje del hueso.
    2. Flexión: actúan en dirección perpendicular al mayor eje del hueso y en uno de sus partes distales.
    3. Cizallamiento: se produce por una fuerza paralela en sentido opuesto, dando lugar a un trazo horizontal.
    4. Torsión: producida por un movimiento de rotación sobre su eje, causando una deformación.
    5. Tracción: es el resultado de dos fuerzas de la misma dirección en sentido opuesto (Oliva, 2018).
  
- Clasificación médica AO: la cual es una propuesta para ser reconocida y utilizada mundialmente tanto por médicos como otros profesionales de salud, enlistando y resumiendo las fracturas para así, tener un mejor control e información de osteosíntesis acerca de la misma. Integrada para huesos largos y se encarga de determinar su gravedad, pronóstico y orientación terapéutica (Oliva, 2018).
  - Hueso largo:
    - 1 = humero
    - 2 = cubito y radio
    - 3 = fémur
    - 4 = tibia y peroné.
  - Segmentos óseos:



1 = segmento proximal

2 = segmento medio o diafisario

3 = segmento distal.

○ Tipo de fractura:

Tipo A, fractura simple

Tipo B, fractura en cuña

Tipo C, fractura compleja.

**1.1.3.2 manifestaciones clínicas.** Cada individuo dependiendo de la clasificación de la fractura, así como sus propias experiencias pasadas con el dolor determinarán los síntomas a sentir. Sin embargo unas de las manifestaciones clínicas más comunes de un tejido óseo fracturado son un dolor intenso y localizado en el área, inflamación, hematoma en el área adyacente, movimiento funcional limitado y en los casos más severos, una ruptura de piel con deformación de la articulación fracturada (Rodríguez y Miedes, 2020).

**1.1.3.2 diagnóstico médico.** El doctor especialista en traumatología realiza estudios de imagen para realizar un diagnóstico para la fractura del tejido óseo. Siendo estas radiografías y resonancias magnética.

Las radiografías, también llamadas rayos x, son una representación de radiación magnética, la cual envía rayos al segmento del cuerpo en estudio y posterior estas imágenes se reflejan en la computadora mediante una imagen. Las estructuras con mayor densidad aparecen en la radiografía de un aspecto blanco, pues bloquean los rayos magnéticos. Los músculos, tejido adiposo y líquidos se reflejan de un color gris mientras que las áreas que poseen aire aparecen de color negro (Medline Plus, 2020).

**Figura 15.** Radiografía pierna.



Nota: Se visualizan dos radiografías de la pierna, evidenciando en la figura A una toma anteroposterior y en la figura B una toma lateral (Francos et al, 2016).

La resonancia magnética nuclear (RMN) se basa en un campo magnético intenso con ondas de radio. Esta imagen brinda información y da la retroalimentación visual de hueso, pero también de tejidos blandos como ligamentos, órganos y cartílagos. Para su aplicación el paciente se encuentra en posición decúbito supino en una camilla que se introduce en un imán parecido a un túnel. Al utilizar la RMN, el paciente escucha un sonido fuerte y en muchas ocasiones molesto, por lo que se aconseja colocar música del gusto del paciente o tapones en los oídos para impedir el sonido (Pebet, 2004).

**Figura 16.** Radiografía pierna.



Nota: Se visualiza una resonancia magnética nuclear en miembros inferiores, demostrando los huesos fémur, tibia y peroné con los tejidos blandos adyacentes. (Sánchez et al, 2013).

**1.2 Fisioterapia en fracturas.** Según la Organización Mundial de La Salud (1958), la fisioterapia se define como el arte y la ciencia del tratamiento por medio del ejercicio terapéutico, calor, frío, luz, agua masaje y electricidad.

En la rama de medicina, la fisioterapia se ocupa de las fracturas, pero debidamente se utiliza el concepto de foco de fractura. Esto se debe a que el fisioterapeuta no trata la lesión en el tejido óseo, sino los efectos negativos que trae le

lesión consigo para que la recuperación sea de una manera óptima, eficaz y agilizada. Como por ejemplo, el terapeuta se encargará de las afecciones musculares, ligamentosas, tendinosas, la rigidez articular, recuperar estabilidad, balance y como en todos los casos, disminuir el dolor (Olivia, 2018).

## 1.2 Antecedentes Específicos

**1.2.1 Magnetoterapia.** La magnetoterapia se define como tratamiento donde se utilizan imanes de larga duración o mediante equipos que generan campos electromagnéticos produciendo y alcanzando un objetivo terapéutico. Cuando el campo magnético es producido por maquinaria conductora eléctrica se designa campo electromagnético (Olivia, 2018).

**Figura 17.** Equipo de Magnetoterapia.



Nota: Se visualiza el equipo de tratamiento de magnetoterapia, el cual consiste en una camilla, electrodos, la dosificación y los imanes artificiales (Olivia, 2018).

**1.2.1.1 descripción.** El concepto de campo magnético se basa en un área del espacio donde las sustancias magnéticas se ven afectadas por la acción de fuerza generada por los imanes. Se dispone entre polo norte y polo sur, generando líneas que

viajan y circulan de sur a norte. Esta región magnética es invisible, sin embargo, debido a su fuerza provoca características peculiares y apropiadas en la materia por lo que es posible medir su cantidad de intensidad y de constatar su presencia medida en oersteds. La intensidad del campo es proporcional a la distancia entre las líneas. (Dr. Jorge, 2008).

El cuerpo humano posee un comportamiento frente a los campos magnéticos emitidos durante el tratamiento con una característica paramagnética. Esto quiere decir, que la inducción magnética es equitativa numéricamente con la intensidad del campo. Debido a esta propiedad, en las terapias fisioterapéuticas se utiliza gauss para medir e indicar la cantidad de intensidad del campo magnético a pesar de ser una unidad de medida de inducción magnética (Olivia, 2018).

Los imanes artificiales, es decir, los imanes permanentes desarrollados por el ser humano, son de materiales metales y poseen su campo magnético de manera constante. Para obtener beneficios terapéuticos, se utilizan estos imanes artificiales y dan por producto un campo magnético de tipo continuo. Por otro lado, también es muy popular utilizar generadores de campo magnético de manera pulsada con una elevada y baja frecuencia. Frecuentemente los campos tienen una intensidad máxima de 200G y una frecuencia de 100Hz (Dr. Jorge, 2008).

Este tratamiento se utiliza para tratar diferentes patologías médicas a causa de su eficacia para acelerar procesos químicos del organismo. Se han realizado investigaciones donde se comprueba un efecto sedante ante el sistema nervioso central y periférico, tejido muscular y una acción mioenergética y espasmolítica sobre el tejido muscular. Al ser utilizado este tratamiento se logra llegar a una profundidad para tener efectos sobre células, iones de sodio y también de potasio (Olivia, 2018).

El tratamiento en fisioterapia utilizando la magnetoterapia agiliza el proceso de rehabilitación luego de una lesión, como fractura del tejido óseo, favoreciendo con la disminución de dolor, regeneración y agilización de consolidación ósea y un aumento en el riego sanguíneo (Oliva, 2018).

*1.2.1.1.1 dosificación.* La magnetoterapia como tratamiento para las fracturas utiliza el uso de campos magnéticos de alta y baja frecuencia, obteniendo resultados a causa de la agitación a niveles celulares de iones y moléculas. La energía que se aplica durante el tratamiento es medible y regulada en gauss. (Chillarón, 2015).

Los equipos de magnetoterapia contienen una consola y un aplicador tipo bobina. Las consolas anteriormente mencionadas, dan la opción de modificar o seleccionar la forma de onda, frecuencia (la mayoría tiene una frecuencia estándar fija de 50 Hz), intensidad (gauss) y tiempo de terapia. La bobina es la que da lugar al campo eléctrico donde se introduce el área a trabajar (Olivia, 2018).

*1.2.1.1.2 frecuencia.* La frecuencia aplicada tienen un intervalo entre 0 a 100Hz. Como se mencionaba con anterioridad, la mayoría de equipos tienen una programada a 50 Hz, sin embargo habitualmente en los tratamientos de cartílago o tejido óseo la frecuencia oscila entre 30 Hz, en el sistema nervioso de 2 a 10Hz y por último, para el tejido muscular de 10 a 20 Hz (María, 2015).

Es viable y eficaz el uso de la magnetoterapia con baja frecuencia en el período de inmovilización y de un tiempo de evolución agudo, aplicándola por encima de los equipos ortopédicos, eso quiere decir, sin quitar yeso ni férulas e incluso siquiera sin tocar al paciente. Esto favorece la aceleración de procesos químicos en el organismo a nivel celular, activando la generación de nuevo tejido óseo y remodelación de los

diferentes callos formados luego de la fractura. Estos campos magnéticos penetran el tejido óseo, donde se estimulan los osteoblastos con un efecto piezoeléctrico y generando micro nutrientes (Oliva, 2018).

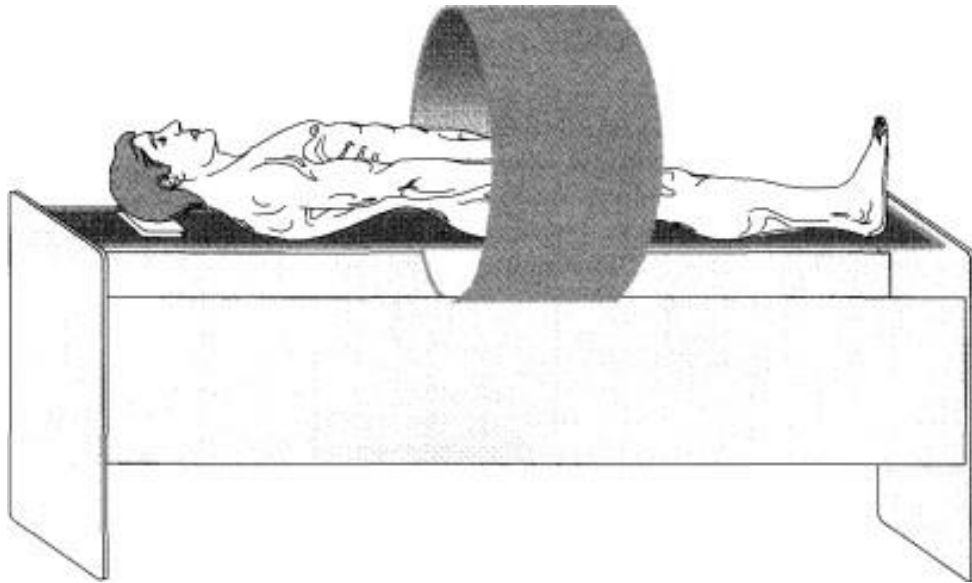
*1.2.1.1.3 tiempo.* Las sesiones pueden variar bastante dependiendo de la lesión a tratar. Normalmente se utiliza un tiempo entre 15 a 20 minutos en terapias con lesiones agudas, y por otro lado, un tiempo de 60 minutos para lesiones crónicas o para efectos en retardos de consolidación (María, 2015).

*1.2.1.1.4 intensidad.* Al igual que la frecuencia, la intensidad con bajos intervalos es utilizada para procesos de tiempo de evolución agudos, oscilando entre los 50 gauss, debido a su propiedad para estimular el desarrollo y proceso biológicos. Esto con el objetivo de tener efectos de relajación muscular, analgesia o una vasodilatación. Las dosis con un intervalo medio (50-100 gauss) se utilizan para lesiones con reparación del tejido tisular, efectos antiinflamatorios y consolidaciones del tejido óseo. Algunas maquinarias de magnetoterapia trabajan con porcentajes de intensidad, teniendo opciones del 25, 50, 75 y 100% (María, 2015).

*1.2.1.3 Aplicación.* La posición del paciente debe ser lo más cómoda posible permitiendo adaptar y colocar el equipo envolviendo con las bobinas el área de trabajo.



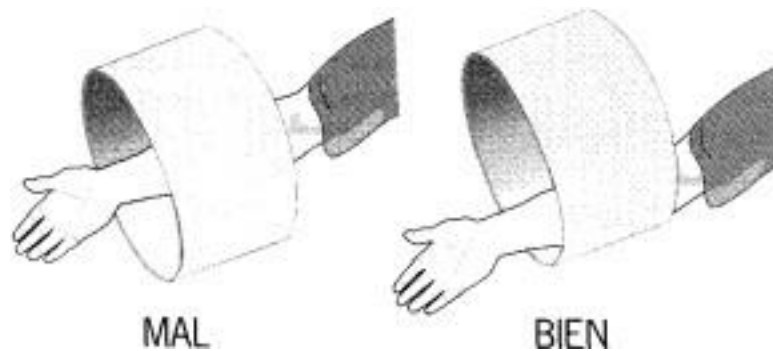
**Figura 18.** Posición adecuada para el paciente.



Nota: se muestra la posición adecuada del área a trabajar en el paciente con tipo de bobinas con amplio diámetro (José María, 2008).

La comodidad del paciente se debe a que las sesiones de tratamiento indicadas son largas, variando desde 30 minutos hasta horas seguidas, dependiendo del tiempo de evolución de la lesión a tratar. Las bobinas entre más próximas estén del área a tratar mayor será la fuerza y concentración del tratamiento. Así también, en las bobinas planas se envuelve sobre la piel o por encima de un paño en el área corporal, colocando las polaridades opuestas para que atraviesen el organismo con una elevada eficacia. (José María, 2008).

**Figura 19.** Posición correcta del equipo de magnetoterapia con bobinas.



Nota: se muestra la posición adecuada del área a trabajar en el paciente. Estando ésta misma lo más cercano posible a la bobina para así obtener una mayor fuerza del campo magnético (José María, 2008).

**Figura 20.** Colocación adecuada de bobinas planas en el segmento corporal.



Nota: Se muestra la colocación adecuada las bobinas planas, con un polo norte y polo sur opuestos. (José María, 2008).

**1.2.1.4 efectos biológicos.** Este tratamiento produce un efecto a nivel celular, bioquímico y tisular. Primeramente, en el nivel bioquímico los campos magnéticos tienen la capacidad de desviar partículas en movimiento con alguna carga eléctrica, el

efecto piezoeléctrico sobre tejido óseo y colágeno (Dr. Jorge, 2008).

Segundo, en las moléculas, facilita la adherencia de proteínas y modula la actividad enzimática. Se logra una estimulación mitocondrial y se activa el proceso metabólico a nivel celular, aprovechando y mejorando el oxígeno en la interacción de moléculas. Cabe mencionar que esta actividad y estimulación enzimática es un proceso selectivo, pues hay células las cuales se incrementa su actividad durante 40 minutos como la superóxido-dismutasa (SOD) en los linfocitos, sin embargo la misma célula pero en eritrocitos no sufre ninguna estimulación en la actividad. Al aprovecharse este proceso, se renueva el equilibrio iónico que existe entre el sodio y potasio en su bomba (Dr. Jorge, 2008).

Por último, a nivel sanguíneo, los campos magnéticos tienen la propiedad de aumentar el transporte del oxígeno por la hemoglobina. Así también, estabiliza la tensión coloidosmótica y baja los niveles de viscosidad en la sangre (Dr. Jorge, 2008).

**1.2.1.5 efectos terapéuticos en el sistema cardiovascular.** Al aplicar la magnetoterapia se provoca una apertura de los vasos sanguíneos y capilares, lo cual conlleva a una elevación de la circulación sanguínea en el área trabajada, proceso que es llamado hiperemia. A consecuencia de la hiperemia local, se recibe un elevado transporte de nutrientes y oxígeno, dando un efecto antiinflamatorio que controla el edema y asiste en la eliminación de metabolitos desechables los cuales irritan y crean daño (Dr. Jorge, 2008).

Así también, es importante mencionar el efecto Hall que tiene la magnetoterapia en este sistema, el cual consiste en una reorganización de las moléculas en el flujo laminar. Debido a las cargas eléctricas, las moléculas cambian de posición, estando las más pequeñas en la periferia del vaso y por otro lado, las macromoléculas y células se

posicionan en el centro. Este efecto conlleva a otro con bastante relevancia, el cual es el efecto reológico. Unido con el efecto anterior, este eleva la capacidad de los eritrocitos de deformar su estructura, disminuyendo la tensión superficial de su propia celular. Tras su deformación, con estas nuevas condiciones, el eritrocito es capaz de pasar por capilares de menor tamaño, siendo aún más flexible. Por lo que quiere decir, que se aumentará la circulación sanguínea del área trabajada sin depender de una vasodilatación (Dr. Jorge, 2008).

**1.2.1.6 efectos terapéuticos en el tejido óseo y colágeno.** La magnetoterapia tienen un efecto directo con la activación y estimulación de los osteoblastos que elevan la densidad del tejido óseo y facilita la fijación del ion del calcio. Esto quiere decir que se acelera la cicatrización de la lesión, así como la formación de un callo óseo (María, 2015).

**1.2.1.7 indicaciones.** Tras ser demostrados varios efectos eficientes de la terapia sobre distintas patologías las indicaciones son de bastante cantidad. Esto no solo incluye terapias a pacientes para una regeneración ósea, sino para utilizar sus propiedades en procesos de inflamación, dolor, edemas e incluso en patologías neurológicas (Marc, 2015).

**1.2.1.8 contraindicaciones.** No se debe aplicar la magnetoterapia en mujeres embarazadas, así como tampoco en pacientes con enfermedades con cardiopatías o marcapasos debido a la fuerza de los campos magnéticos y la posible interferencia de estos (José María, 2008).

- No hacer terapias simultáneas con ninguna electroterapia.
- No aplicar en pacientes con enfermedad cancerígena.

- No aplicar en hemorragias debido a su efecto de vasodilatación.

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del problema**

En el siguiente capítulo se aborda la problemática de la fractura tibial como una lesión bastante incidente en la población adulto joven. Se enlista y detalla la relevancia y el impacto que se obtiene tras un tratamiento fisioterapéutico utilizando la magnetoterapia en esta misma lesión.

#### **2.1 Planteamiento del problema**

En un estudio realizado por el Hospital General del Norte de Guayaquil en el 2019, se comprobó que las dos principales causas de las fracturas en los miembros inferiores se debe principalmente a un 18% al uso de cigarrillo y un 13% a la diabetes mellitus. Así también, se dieron a conocer que las complicaciones más recurrentes fueron las infecciones de la herida en un 16% y un retardo de consolidación en un 12%.

Los mecanismos de lesión de una fractura tibial son con mucha incidencia por una fuerza traumática directa, las cuales traen como consecuencia una flexión del hueso de alta o baja energía. Los accidentes automovilísticos, con bastante frecuencia

ocasionan una flexión de tibia de muy elevada energía, lo que conlleva a fracturas transversas o desplazadas que afectan también a los tejidos blandos adyacentes al hueso. Así también, también existen enfermedades como los diferentes tipos de cáncer óseo o infecciones de este mismo tejido, que provocan una proliferación anormal de células dentro del hueso del miembro, o la pérdida de funciones fisiológicas de los osteoblastos. Al tener un fallo celular de los osteoblastos, se impide la reparación de lesiones óseas, como también la generación de nuevo tejido. (Chillaron, 2015)

La tibia se describe como un largo hueso del miembro inferior, el cual es encontrado medialmente al peroné, a donde se realiza la transferencia del peso corporal. Se conforma por tres partes, las cuales son: la tibia distal, tibia proximal y la diáfisis, siendo ésta última la más vulnerable ante una posible fractura. (Moore, 2015).

Una fractura ósea se define por una pérdida de viscoelasticidad y resistencia normal en el hueso. Esto recurrentemente se debe a accidentes automovilísticos o golpes directos en la porción ósea. Tras una fractura tibial, se buscan resultados eficaces de consolidación ósea y de corta duración, tratando de prevenir deformidades o pérdidas de función de la misma. Como complicaciones de las fracturas, la universidad de Chile menciona una mala consolidación la cual repercute en una correcta marcha y postura de la persona. Así también, tras una indebida consolidación y una larga inmovilización es muy recurrente que los pacientes padezcan del síndrome de dolor regional que llega a ocasionar una atrofia aguda de la extremidad, perdiendo la fuerza muscular, rango articular y alterando la sensibilidad.

Según un estudio, realizado en 2017 en México por los residentes y directores de la especialidad de Traumatología, se evidenció que la epidemiología de este diagnóstico, de una año en el Hospital General de León ocupaba el tercer sitio con un 17.9% con un total de 202 casos.

El tratamiento de la magnetoterapia utilizado en la rehabilitación para fracturas ha evidenciado una rápida y efectiva consolidación ósea debido a su alta capacidad para estimular una regeneración de los tejidos óseos dañados los cuales se han alcanzado con sesiones de baja frecuencia del tratamiento. Esto se debe a su efecto metabólico y trófico estimulantes que estimula y aceleran las mitocondrias, que son encargadas de la producción de energía, la cual permite la activación de mitosis celular. (Olivia, 2018).

Por lo anteriormente analizado se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los beneficios terapéuticos de la magnetoterapia en pacientes adultos con fractura de tibia de 30 a 50 años?

## **2.2 Justificación**

La fractura tibial es frecuente en pacientes menores de 50 años, siendo el sexo masculino más afectado. La clasificación de la fractura es dependiente del sexo, rango de edad y mecanismo de lesión. Debido a esta incidencia, esta investigación tiene como propósito describir y analizar los beneficios que se obtiene al tener un tratamiento de fractura ósea utilizando la magnetoterapia. (Combalia, Andrés, 2022).

La fractura en tibia lleva consigo consecuencias principalmente en las limitaciones funcionales como una correcta marcha, pérdida del equilibrio y estabilidad debido a la intensidad del dolor y el daño en el cartílago adyacente. Esto ocasiona en el paciente un déficit en su vida independiente, perjudicando severamente su calidad de salud. (Combalia, Andrés, 2022).

Al abordar las fracturas con un tratamiento fisioterapéutico con la magnetoterapia se logra acelerar el proceso de consolidación del tejido óseo y disminuir el dolor



mediante la estimulación de la circulación sanguínea, la producción de endorfinas y un efecto antiinflamatorio, es decir, con el tratamiento se corrigen las consecuencias de la lesión, para lograr una recuperación en el menor tiempo que sea posible. (Olivia, 2018).

Al utilizar la magnetoterapia como tratamiento fisioterapéutico para la fractura tibial se obtienen diversos beneficios en los resultados, debido a las perturbaciones y excitaciones iónicas, fisiológicas y moleculares a nivel de la célula ósea. Al lograr alcanzar un nivel de la célula ósea, las características y efectos principales de la magnetoterapia como el efecto piezoeléctrico y la producción de micronutrientes estimulan la generación acelerada de osteoblastos, y por lo tanto, la regeneración del tejido del hueso.(Olivia, 2018).

El propósito de la investigación es enlistar detalladamente las características que hacen que el tratamiento de la magnetoterapia, en las fracturas tibiales, tenga relevantes beneficios para una pronta recuperación.

## **2.3 Objetivos**

**2.3.1 Objetivo general:** Explicar los efectos terapéuticos de la magnetoterapia en el tratamiento de la fractura de tibia en pacientes adultos de 30-50 años.

**Objetivos específicos:** Describir las consecuencias funcionales generadas por la fractura del miembro inferior para identificar los objetivos de un tratamiento adecuado.

- Identificar los beneficios de la magnetoterapia como tratamiento fisioterapéutico en pacientes adultos de 30 a 50 años con fractura tibial.
- Reconocer la dosificación de la magnetoterapia utilizada en fractura ósea en pacientes adultos.

## Capítulo III

### Marco Metodológico

#### 3.1 Materiales

Para el presente trabajo se toma en cuenta artículos de las siguientes base de datos: *Scielo*, *PubMed*, *Google Academic*, *Elsevier* etc. Así también, se incluye tesis doctorales y de pre grado de distintas universidades del mundo, junto con páginas web de fuentes con la finalidad de reunir información científica verídica y novedosa basada en la evidencia en el tratamiento fisioterapéutico utilizando la magnetoterapia en fracturas de tibia en pacientes de 30-50 años.

*Tabla 3. Base de datos*

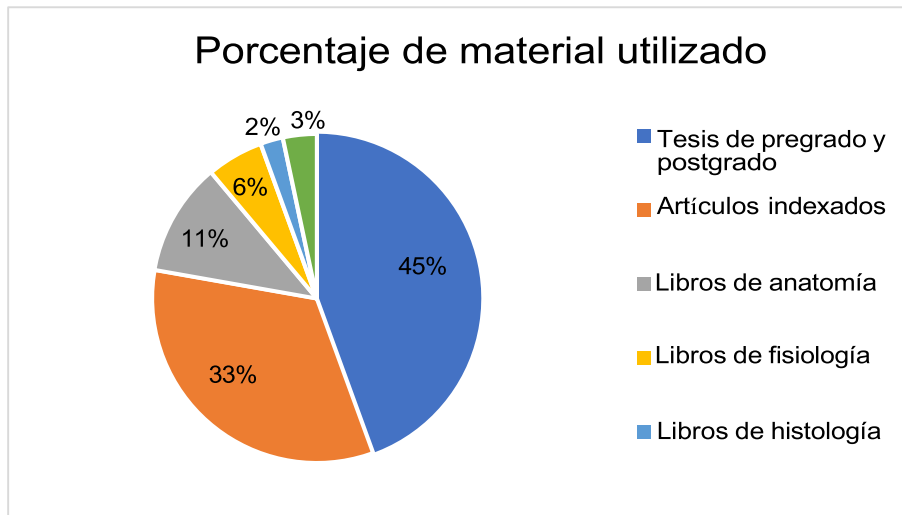
<b>Base de datos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Scielo</b>	Es un modelo cooperativo que agrupa colecciones temáticas de revistas científicas con el fin de facilitar el acceso universal y gratuito (Scielo, 2009).
<b>PubMed</b>	Es una base de datos, con acceso libre y especializada en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas (Elsevier, 2010).

<b>Base de datos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Elsevier</b>	Es una base digital de información y análisis para clientes en los ecosistemas globales de investigación y salud (Elsevier, 2013).
<b>Semantic Scholar</b>	Motor de búsqueda para publicaciones académicas, destaca los artículos más importantes e influyentes e identifica las conexiones entre ellos ( <i>Semantic Scholar</i> , 2015).
<b>EBSCO</b>	Es una base de datos de investigación con textos completos, comprende con más de 150 base de datos bibliográficas con referencia (Scielo, 2007).
Nota: Se muestran las bases de datos de recolección de información (Elaboración propia).	

Los recursos bibliográficos para tomar en cuenta en este trabajo de investigación se basaron en libros científicos de anatomía de miembro inferior, traumatología de miembro inferior y agentes físicos que incluyan la magnetoterapia.

La recolección de información, datos y evidencia científica se realiza con base en la búsqueda de las siguientes palabras: fractura de tibia AND magnetoterapia OR Fractura tibial AND magnetoterapia OR *Tibial Fracture AND Magnetotherapy*.

**Grafica 1.** Porcentaje de material utilizado (Elaboración propia)



Se evidencia la materia de información que se utilizó en esta tesis. Se obtuvo un total de 40 evidencias científicas que se clasificaron de la siguiente forma : tesis de pregrado y postgrado 40%, artículos indexados 30%, libros de anatomía 10%, libro de fisiología 5%, libro de traumatología 3% , libro de histología 2%.

## 3.2 Métodos utilizados

**3.2.1 Enfoque de investigación.** La presente investigación tiene un enfoque cualitativo. El enfoque cualitativo según Corona (2012) tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno, así como también apoya en describir de forma minuciosa eventos, hechos, personas, situaciones, comportamientos o interacciones que se observan mediante un estudio: además, anexa tales experiencias, pensamientos, actitudes o creencias.

Se eligió el enfoque cualitativo para esta investigación debido al tipo de variables, las cuales son el tratamiento de magnetoterapia como la fractura de tibia, que se obtienen

mediante palabras claves. A través de este método de búsqueda se recaudó artículos sobre las cualidades de la patología, diferentes situaciones, comportamientos del tejido óseo y los beneficios del tratamiento sobre el mismo.

**3.2.2 Tipo de Estudio.** La presente investigación se considera de tipo descriptivo. Según Bernal (2010) se narran, muestran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio sin embargo no se brindan explicaciones a los hechos, situaciones, fenómenos, etc.

Puesto que, esta investigación recopila datos y evidencia científica a través de una revisión documental de la anatomía del miembro inferior, la fisiología de la fractura tibial, su clasificación y los efectos terapéuticos de la magnetoterapia siendo utilizado como tratamiento fisioterapéutico en los pacientes con el diagnóstico entre el rango de edad de 30-50 años..

**3.2.3 Diseño de investigación.** La investigación presente se basa a un diseño de investigación no experimental y de corte transversal. Sampieri, Fernández y Del Pilar (2010) brindan una definición a la investigación no experimental como una investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes; observando fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos. Así también, define el diseño de corte transversal de una investigación donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, donde su objetivo es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un tiempo determinado.

**3.2.4 Método de estudio.** El presente trabajo de investigación se desarrolla con base al método de análisis y síntesis, no se considera otro método de estudio. El método analítico es definido por Bernal (2010) como el que estudia los hechos, partiendo de la descomposición de un objeto de estudio y estudiar cada una de sus partes de manera individual, esa es la parte de análisis y la de síntesis se basa en integrar esas partes para estudiarlas de manera conjunta e integral.

Se busca desarrollar una revisión documental y un análisis de la información recopilada acerca de los efectos terapéuticos de la magnetoterapia utilizada como tratamiento fisioterapéutico en fractura tibial en pacientes de 30-50 años de edad.

**3.2.5 Criterios de selección.** Para realizar este trabajo de investigación se utilizó ciertos criterios de selección los cuales se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 4.** *Criterios de inclusión y exclusión.*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<p>Artículos indexados y no indexados, provenientes de fuentes con respaldo científico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libros sobre anatomía de miembro inferior</li> <li>• Artículos en inglés y español.</li> <li>• Artículos con vigencia de 10 años de antigüedad.</li> <li>• Artículos sobre la magnetoterapia utilizada en fracturas</li> <li>• Libros de traumatología sobre fracturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información que no provenga de fuentes con respaldo científico.</li> <li>• Artículos mayores a 10 años de antigüedad.</li> <li>• Libros que no describan la anatomía del miembro inferior</li> <li>• Artículos estén en otro idioma que no sea inglés o español.</li> <li>• Libros y artículos que no hablen sobre la magnetoterapia.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3 Variables**

Sampieri, et al (2010) da el concepto de variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. Adquiriendo un valor para la investigación científica cuando se relacionan con otras variables, si estas forman parte una hipótesis o teoría. Así también, Fideas (2012) menciona que la variable La



variable se refiere a una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que suele sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control de investigación.

**3.3.1 Variable independiente.** Sampieri et al (2010) la considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente. Así también, Baena y Paz en el 2017 menciona que la variable que representa al fenómeno o situación que explica, condición o determina, la presencia de otro y propiedad que se supone la causa del fenómeno estudiado que no se puede controlar.

En esta revisión bibliográfica se considera como variable independiente a la técnica magnetoterapia.

**3.3.2 Variable dependiente.** Sampieri, et al (2010) La variable dependiente no se manipula, sino que se mide para ver el efecto que la manipulación de la variable independiente tiene en ella. Así también, Según Fidias en el 2012 menciona que constituye a los efectos o consecuencias que se miden y que dan origen a los resultados de la investigación. y se modifican por acción de la variable independiente en la cual suele someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones.

En esta revisión bibliográfica se considera como variable dependiente la fractura tibial.

**3.3.3 Operacionalización de las variables.** Medina (2014) lo denomina el proceso mediante el cual se transforma una variable teórica compleja en variables empíricas, directamente observables, con la finalidad de que puedan ser medidas; para que esta pueda traducir la variable teórica en propiedades medibles y observables, desde lo general a lo singular.

**Tabla 5**

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuente</b>
<b>Independiente</b>	Magnetoterapia	Una práctica que implica el uso de campos magnéticos estáticos o permanentes sobre el cuerpo	Su aplicación acelera los procesos químicos del organismo, como el sodio potásico, y ayuda a que los tejidos no disminuyan ante una enfermedad crónica o inflamatoria; también actúa sobre los huesos, los músculos y la linfa.	Oliva, Janneth (2018)
<b>Dependiente</b>	Fractura Tibial	Una quiebra en continuidad del tejido óseo.	Limitaciones de las actividades de la vida diaria, limitación funcional en la marcha rigidez articular. La magnetoterapia proporciona una estimulación de la síntesis de ADN celular	Garcia (s.f)

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo IV

### Resultados

En el siguiente capítulo se detallan y analizan los resultados tomando como base los objetivos de investigación incluyendo autores y evidencia científica respaldada. Así mismo, se realiza una discusión entre el contenido obtenido, exponiendo puntos diferentes sobre el tratamiento de magnetoterapia utilizado en fracturas tibiales. Al finalizar se exponen conclusiones que sintetizan los datos relevantes y el planteamiento de la perspectiva.

#### 4.1 Resultados

**Tabla 1.** Consecuencias funcionales generadas por la fractura del miembro inferior para identificar los objetivos de un tratamiento adecuado.

<b>Autor</b>	José M <sup>a</sup> Reula Vargas (2014)
<b>Título</b>	Recuperación funcional de miembro inferior post inmovilización tras fractura de maléolo
<b>Estudio</b>	El objetivo de este estudio experimental, de tipo AB, es estratégicamente

diseñar y llevar a trabajo un plan de tratamiento fisioterapéutica para la recuperación funcional del miembro inferior. Se inició con una anamnesis completa, pruebas análogas de dolor y un análisis de las consecuencias funcionales post fractura.

Tras el estudio se demostró que, en comparación de los rangos normales, la paciente luego de sufrir la fractura del tejido óseo del miembro inferior se encuentra con rangos articulares de movimientos tanto activos como pasivos. Así mismo, presenta dolor y disfunción de tejido blando periarticulares, como debilidad en músculos con acción de inversión y eversión del tobillo. Al momento de evaluar la marcha, se identifica una inestabilidad y falta de una postura normal y neutra. Se demuestra mediante prueba como el paciente no es capaz de transferir correctamente el peso corporal hacia los dos miembros inferiores, por lo que no hay un correcto contacto del talón con el suelo. Se realiza un tratamiento de 3 semanas incluyendo movilizaciones, masoterapias, electroterapia, crioterapia y vendaje muscular, abarcando las últimas semanas con reeducación de la marcha y estiramientos. El objetivo inicial del plan es disminuir el edema, dolor y aumentar los rangos de movimiento perdidos mientras que los objetivos finales son aumentar la fuerza muscular, recuperar la estabilidad y elasticidad y reeducar con normalidad la marcha.

**Resultados**

**Autor** Usua Urquiola Zaballa (2016)

**Título** Plan de tratamiento fisioterapéutico específico para una fractura bimalleolar de tobillo tras intervención quirúrgica

**Estudio** Se desarrolla un tratamiento de 25 sesiones de duración para observar mediante distintas valoraciones la efectividad del mismo para una fractura bimalleolar. Es un estudio experimental, de tipo AB el cual incluye tratamientos de masoterapia, discriminación táctil, terapia manual, estiramientos vendaje y electroterapia. Paciente masculino, de 69 años de edad con obesidad tipo II, con diagnóstico médico de fractura bimalleolar cerrada de tobillo izquierdo.

**Resultados** Tras el diseño del tratamiento y la valoración inicial del paciente, se identifica dolor localizado en el miembro inferior post fractura

especialmente en la carga y en la marcha. Así mismo, se visualiza una diferencia de volumen entre el lado sano y lado afecto por un aproximado de 4 centímetros. Con respecto a movimientos, tras la evaluación se visualiza una disminución en rango de movimiento de la rodilla y del tobillo influyendo factores como dolor y kinesiofobia, así como inestabilidad en el patrón de la marcha. Muscularmente, se valora una disminución en fuerza de los tejidos implicados en el miembro inferior, tanto de la tibia como el peroné. En la evaluación neurológica, se analiza una pérdida de sensibilidad mayormente en el área de los maléolos. Tras finalizar el tratamiento se evidenció una mejoraría en el dolor, rango de movimiento, sensibilidad y fuerza. Con respecto al edema, queda levemente edema residual en el miembro inferior, aun así, paciente regresa a actividades de vida diaria ilimitadas y sin dolor.

<b>Autor</b>	Leyre Ezquerro Benito (2017).
<b>Título</b>	Plan de intervención fisioterápico en una fractura desplazada de maléolo medial y no desplazada de maléolo posterior de la tibia. A propósito de un caso.
<b>Estudio</b>	Se realizó un estudio de una paciente femenina con fractura en el miembro inferior deslaza del maléolo medial y no desplazada de maléolo posterior de tibia derecha con el objetivo de elaborar, aplicar y valorar la eficacia del plan fisioterapéutico. La paciente de estudio, era de 28 años de edad, con un peso de 60kg, fumadora y sin alergias, quien fue intervenida quirúrgicamente. En la primera evaluación se evidenció un edema importante en tobillo y pie derecho, atrofia de la musculatura de la pierna, cicatriz secundaria y coloración del pie en tono rojizo. Para poder movilizarse la paciente utilizaba aditamentos. Se evidenció disminución articular de tibioperoneo astragalino. Acortamiento de músculos tibiales y alteración de la marcha.
<b>Resultados</b>	Se diseñó un plan individualizado para objetivos de corto, mediano y largo plazo según su requerimiento, el cual tuvo un plazo de dos, tres y seis semanas, cada una con su debida evaluación. El tratamiento incluía masoterapia, hidrocinesiterapia, movilizaciones, estiramientos,

tracciones, vendajes del miembro inferior, transferencias de peso, propiocepción y reeducación de la marcha para finalizar el tratamiento. Se evidenció una disminución inflamatoria en toda la región del miembro inferior, con un leve edema residual en la zona infra maleolar. Así mismo, se evidenció un aumento en el rango articular, pero sin llegar al rango de movilidad del lado sano. El dolor disminuyó en todos los aspectos valorados y se recuperó la fuerza del tobillo, con un leve déficit en musculatura del pie.

*(Elaboración propia, 2022).*

**Tabla 2.** Beneficios de la magnetoterapia como tratamiento fisioterapéutico en pacientes adultos de 30 a 50 años con fractura tibial.

<b>Autor</b>	Aggelos Assiotis, Nick P Sachinis y Byron E Chalidis (2012).
<b>Título</b>	Pulsed electromagnetic fields for the treatment of tibial delayed unions and nonunions. A prospective clinical study and review of the literature
<b>Estudio</b>	Se realizó un estudio para evaluar la eficacia de 44 pacientes con una edad media de 49 años, que recibieron terapia por un retraso de consolidación ósea del eje tibial con tratamiento de PEMF. También se tenía como objetivo identificar y resaltar los factores que intervienen principalmente en la revaloración de los pacientes. En todos los cuadros clínicos se encontraba un espacio de fractura de 1cm sin infección ni afección en los tejidos blandos.
<b>Resultados</b>	De la totalidad de los 44 pacientes, se divide en 17 fracturas cerradas, 10 fracturas conminutas, 17 fracturas abiertas. Teniendo en cuenta que entre el 5% y el 10% de las fracturas del tejido óseo tienen una complicación de retardo de consolidación se busca opciones de tratamiento no invasivas que den una mejora biológica. El tratamiento de los pacientes fue de un período de 3 horas al día por un máximo de 36 semanas. Mensualmente, los pacientes acudían al doctor en encargado para tener revisiones radiológicas en el avance de la consolidación del tejido óseo.
	La corriente de electricidad es producida por una maquinaria de bobina

impulsada por un generador externo de campo. Esto da como resultado un campo eléctrico secundario producido en el hueso. Este segundo campo, depende de la dosificación de aplicación y de las propiedades del tejido. Usualmente, se usa una dosificación entre 0.1 a 20G para lograr producir un campo en el tejido óseo. La tasa de curación fue del 77.3%, dando un mayor probabilidad de aceleración en la consolidación a un período más largo de tratamiento.

---

**Autor** Hong-fei Shi, et al (2013).

---

**Título** Early application of pulsed electromagnetic field in the treatment of postoperative delayed union of long-bone fractures: a prospective randomized controlled study

---

Se realiza un estudio con evaluaciones de intervalos de 3 meses, con 58 pacientes aleatorios y controlados de fractura de huesos largos que presentaban cuadro clínico de retardo de consolidación de 16 semanas a un máximo de 6 meses. Para iniciar se realizaron evaluaciones clínicas y radiológicas para verificar el estado de la cicatrización y proceso de consolidación del tejido. Al inicio del estudio se realizó una radiografía anteromedial y lateral del hueso para evaluar el proceso de consolidación y los métodos de fijación. Se excluyeron del estudio a pacientes que presentaron en el pasado cuadro de infección, con trastornos metabólicos, fracaso de implante o el aflojamiento del mismo. Se dividió en dos grupos, el primero serían pacientes con el tratamiento y el segundo sería el grupo de control. El tratamiento consistía en colocar una bobina ajustada en el lugar de fractura que emite el campo electromagnético por 8 horas diarias. En el segundo grupo, aplicó una bobina con un generador de señal proveniente de la misma fábrica.

---

**Estudio** Se realizaron evaluaciones radiológicas mensualmente luego de la aplicación de la bobina, así mismo, dos médicos cirujanos evaluaron el dolor, movilidad estrés de los pacientes. Durante el tratamiento, 12 pacientes alcanzaron un 38.7% de consolidación del tejido de la fractura, **Resultados** mientras que el grupo de control alcanzó un 22% de consolidación luego

---

del tratamiento. Por lo que luego del tratamiento, se tiene como resultado que los campos electromagnéticos promueven la curación de la fractura del tejido óseo y acelera a una tasa de consolidación mayor en comparación con el grupo de control. Los pacientes en el primer grupo tuvieron reducido el dolor en el período de la reparación de fractura.

<b>Autor</b>	U. Umiatin, et al (2021).
<b>Título</b>	Histological Analysis of Bone Callus in Delayed Union Model Fracture Healing Stimulated with Pulsed Electromagnetic Fields (PEMF)
<b>Estudio</b>	En este estudio se tuvo 24 muestras de estudio después de cirugía de fractura de unión retardada de hueso largo. Se asignaron grupos aleatorios de control y grupo que recibiría el tratamiento de campos electromagnéticos. El estímulo electromagnético se aplicó con una intensidad de 1.6 mt, una frecuencia de 50Hz y una duración de 4 horas al día durante los 7 días de la semana. El proceso de curación se evaluaba a los 5, 10, 18 y 28 días después del inicio del tratamiento.
<b>Resultados</b>	Según los resultados obtenidos en el estudio, los campos electromagnéticos podrían elevar potencialmente la osteogénesis en la curación del tejido óseo en las fracturas. En la fase de curación de inicio, se evidenció bastante cantidad de cartílago y tejido fibroso. Los resultados indican un efecto positivo y más significativo correlacionado al ser utilizado en una etapa temprana de la curación del tejido óseo en la fractura.

*(Elaboración propia, 2022).*



**Tabla 3.** Dosificación de la magnetoterapia utilizada en fractura ósea en pacientes adultos.

**Tabla**

---

**Autor** Simona Bernabé, Rocco Papalia, et al.

---

**Título** Effect of Pulsed Electromagnetic Fields on Human Osteoblast Cultures

---

Se realiza un estudio, aislando células osteoblásticas primarias de la epífisis de un fémur. Los cultivos fueron expuestos a una estimulación de campos electromagnéticos pulsados y se realizaron revisiones y comparaciones a las 72 horas, 7 y 10 días. Esto se llevó a cabo con el objetivo de observar las diferencias en el número de células expuestas. El sistema de exposición era un generador de formas de onda y la bobina estimulante, de 0.4mT con una frecuencia de 14.9Hz específicamente para el retardo de consolidación ósea.

**Estudio**

---

Después del análisis al encubamiento del grupo expuesto y el grupo no expuesto al tratamiento se expuso que la estimulación electromagnética puede aumentar significativamente la proliferación de osteoblastos y de la diferenciación celular. Por otro lado, las células no expuestas muestran una disminución tanto de la diferenciación celular como de la tasa de proliferación.

**Resultados**

---

**Autor** Hallie B Murray y Brian A. Pethica (2016).

---

**Título** A follow-up study of the in-practice results of pulsed electromagnetic field therapy in the management of nonunion fractures

---

Estudio con duración de 17 meses con una población de estudio de 1382 pacientes de nacionalidad estadounidense con diagnóstico de fracturas no consolidadas igual o menor a nueve meses de evolución. Se realizan tratamiento de campos magnéticos para evaluar tasas de consolidación de tejido óseo y la relación entre el uso día a día y los resultados clínicos. Los pacientes fueron capacitados para aplicar la dosis durante 10 horas recomendablemente, sin embargo, no carga de peso y analgésicos fueron criterio del médico tratante.

**Estudio**

---

De la totalidad de pacientes en el estudio, 1238 se curaron con una tasa del 89.6% según el médico a cargo. 370 pacientes entregaron la papelería completa, con dosis aplicada cada día con fecha de inicio y finalización de tratamiento, de esta totalidad 330 pacientes informaron resultados de curación definitivos en la falta de consolidación del hueso. El análisis de pacientes curados junto con la hora de aplicación dio el resultado de la correlación significativa de reducción de 6 días por cada hora adicional del tratamiento del campo magnético. Los pacientes que utilizaron el dispositivo magnético durante 9 horas diarias o más se curaron en un promedio de 76 días antes que los pacientes tratados con menos de 3 horas diarias. Al hablar de cicatrización, se compara el uso del dispositivo por 1 hora al día y 10 horas al día con una reducción de 35% al 40% del tiempo de cicatrización. Aún con estos datos se encontró que datos como el peso, edad y sexo del paciente no tienen correlación directa con el tiempo de cicatrización de la fractura.

**Resultados**

<b>Autor</b>	Sabrina Ehnert, et al (2015).
<b>Título</b>	Primary human osteoblasts with reduced alkaline phosphatase and matrix mineralization baseline capacity are responsive to extremely low frequency pulsed electromagnetic field exposure - Clinical implication possible
<b>Estudio</b>	Se realizó un estudio aislando osteoblastos de pacientes que fueron sometidos a intervención quirúrgica de reemplazo total de cadera o de osteotomía de tibia, excluyendo a pacientes con infecciones virales o bacterianas. Los osteoblastos humanos primarios fueron expuestos a campos magnéticos con frecuencia extremadamente baja, 3 veces por semana durante 7 minutos por 21 días. Las frecuencias utilizadas oscilaron entre 10 y 90.6 Hz. Para la evaluación, se analizaron los cultivos en los días 0, 7, 14 y 21.
<b>Resultados</b>	A lo largo del proceso de maduración del cultivo, la aplicación del campo electromagnético elevó el contenido de proteínas y actividad mitocondrial de los osteoblastos primarios. El contenido de proteína aumento un 49.7% durante la totalidad de la duración del estudio. A comparación de los osteoblastos no tratados, el mayor contenido de proteína se elevó un 66%

al ser expuesta a los campos electromagnéticos extremadamente baja frecuencia. Al hablar de la actividad mitocondrial, se elevó un 91.1% en comparación de las células no expuestas al ser expuestas al tratamiento. Los osteoblastos al ser expuestos al magnetismo de baja frecuencia no se vieron alterados de su viabilidad ni de su función. Por lo que se concluye que los campos electromagnéticos de baja frecuencia mejoran la proliferación y aceleran la diferenciación osteogénica en las células osteoblásticas.

---

*(Elaboración propia, 2022).*

## **4.2 Discusión**

En el año 2011 Griffin XI, et al, desarrollaron un metanálisis acerca de la eficacia de los campos magnéticos pulsados en consolidación ósea de huesos largos. A lo largo de la investigación, los autores describen que el porcentaje de eficacia está bajo cierto margen de error puesto que los estudios de evaluación no fueron realizados con maquinaria de radiografías especializadas en unión de hueso. Con esta evidencia los autores concluyen que las investigaciones demuestran que es probable que los campos magnéticos ofrecen beneficios al ser utilizados como tratamiento en fracturas de tejido óseo, sin embargo no es posible determinar un rango de efectividad de la estimulación. Mientras que, en una investigación más reciente, 2012, los autores Aggelos Assiotis, Nick P Sachinis y Byron E Chalidis estudiaron a 44 pacientes con diagnóstico de fractura tibial los cuales fueron evaluados mensualmente con radiografías anteroposteriores y laterales seriadas incluyendo también seguimiento clínico con el médico encargado. En este estudio se incluyeron diferentes tipos de fractura, incluyendo abiertas, cerradas y conminutas. Otro aspecto relevante fue la inclusión de pacientes fumadores y diabéticos. Mediante los estudios radiográficos y médicos, se evidenció una tasa de éxito de consolidación de 77.3% de los pacientes, es decir, una consolidación de fractura en 33 de los 44 casos estudiados. Con la evidencia médica

correspondiente de este caso, se evidencia y analiza que el uso de campos magnéticos si se alcanza un aumento en la consolidación del hueso, acelerando el proceso.

Durante ya varios años, se ha estudiado los efectos fisiológicos y terapéuticos de los campos magnéticos en la curación de fracturas. Sin embargo, la dosificación del tratamiento sigue sin estar totalmente establecida, por lo que Sabrina Ehnert en 2015 decide estudiar los efectos utilizando el tratamiento en dosis de frecuencia extremadamente bajas. En su estudio se utilizó una dosificación frecuencia que oscilaron entre 10 y 90.6 Hz. Al utilizar estos parámetros, se aumentó significativamente el contenido de proteínas hasta un 66%, actividad de la mitocondria hasta un 91.1% y mejoró la matriz mineralizada hasta un 276%. De tal manera, con los datos obtenidos, se presenta que se puede utilizar en terapia física para la formación de hueso y la curación de fracturas. No obstante, en 2021, Laura Caliozna, et al, realizó un metaanálisis de los campos electromagnéticos, sus beneficios y dosificaciones. En la investigación se presenta que los parámetros más utilizados en la frecuencia son de 15 Hz hasta un máximo de 75 Hz, dando como resultado un menor tiempo de curación en la muestra de estudio posterior a cirugía, controlando la inflamación post fractura y acelerando la osteogénesis. Aun así, los autores mencionados consensuan sobre la escasez de evidencia acerca de los parámetros óptimos que aceleran y promueven el crecimiento de hueso y cicatrización ósea.

### **4.3 Conclusión**

Esta investigación se desarrolló con el propósito de investigar y analizar los beneficios terapéuticos de magnetoterapia para fractura de tibia en pacientes de 30 a 50 años. Los distintos artículos y estudios científicos estudiados para este trabajo evidenciaron una disminución en tiempo de recuperación de la fractura del tejido óseo

mediante la aceleración y proliferación de condrocitos, elevación de la actividad mitocondrial, la reducción del edema, reducción del dolor y una mayor tasa de consolidación del hueso.

#### **4.4 Perspectivas**

Actualmente, se siguen investigaciones tanto experimentales como documentarias para analizar los beneficios de los campos electromagnéticos en el sistema esquelético. Este trabajo de investigación pretende ser una herramienta que delimite y analice el tratamiento de magnetoterapia para una fractura tibial, enlistando sus características, efectos y dosificaciones, para que en un futuro pueda servir como aporte al ámbito fisioterapéutico tanto práctico como teórico. Así también, pretende ser una exhortación a los trabajadores de salud y pacientes, de la eficacia y los beneficios que brinda el tratamiento.

## Referencias

- Aleu, A. C. (2022). *Traumatología y ortopedia. Miembro inferior (1.a ed.)*. Elsevier. Pag 212-214
- Assiotis, A., Sachinis, N. P., & Chalidis, B. E. (2012). Pulsed electromagnetic fields for the treatment of tibial delayed unions and nonunions. A prospective clinical study and review of the literature. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 7(1), 24. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-7-24>
- Baero, R., Morega, A., y Morega, M. (2020). Analysis of Magnetotherapy effects for post-traumatic recovery of limb. Recuperado de [http://revue.elth.pub.ro/upload/61550724\\_RBaerov\\_RRST\\_1-2\\_2020\\_pp\\_145-150.pdf](http://revue.elth.pub.ro/upload/61550724_RBaerov_RRST_1-2_2020_pp_145-150.pdf)
- Barnaba, S., Papalia, R., Ruzzini, L., Sgambato, A., Maffulli, N., & Denaro, V. (2013). Effect of pulsed electromagnetic fields on human osteoblast cultures: Pulsed electromagnetic fields on osteoblasts. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 18(2), 109–114. <https://doi.org/10.1002/pri.1536>
- Barragán-Hervella, RG, Pulido-Méndez, LP, Hernández-López, J, Montiel-Jarquín, AJ, Torres-González, R, García-Carrasco, M, Mendoza-Pinto, C, & López-Colombo, A. (2014). Resultados del manejo quirúrgico en fracturas parciales de la tibia proximal. *Acta ortopédica mexicana*, 28(1), 39-44. Recuperado en 25 de noviembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2306-41022014000100008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022014000100008&lng=es&tlng=es).
- Blanco Díaz, M., Colegio, 1., Principado, F., & Correspondencia, A. (s/f). LA MAGNETOTERAPIA EN EL PIE. *Revesppod.com*. Recuperado el 25 de noviembre de

2022, de

<https://www.revesppod.com/Documentos/ArticulosNew/X0210123812502537.pdf>

Cadossi, R., Massari, L., Racine-Avila, J., & Aaron, R. K. (2020). Pulsed electromagnetic field stimulation of bone healing and joint preservation: Cellular mechanisms of skeletal response. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Global Research & Reviews*, 4(5), e19.00155. <https://doi.org/10.5435/jaaosglobal-d-19-00155>

Caliogna, L., Medetti, M., Bina, V., Brancato, A. M., Castelli, A., Jannelli, E., Ivone, A., Gastaldi, G., Annunziata, S., Mosconi, M., & Pasta, G. (2021). Pulsed Electromagnetic Fields in bone healing: Molecular pathways and clinical applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(14), 7403. <https://doi.org/10.3390/ijms22147403>

Chillaron Areny, M. (2015, junio). Eficacia de la magnetoterapia en la consolidación de fracturas óseas. Revisión sistemática. Universitat de Lleida. <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/48442/mchillarona.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ehnert, S., Falldorf, K., Fentz, A.-K., Ziegler, P., Schröter, S., Freude, T., Ochs, B. G., Stacke, C., Ronniger, M., Sachtleben, J., & Nussler, A. K. (2015). Primary human osteoblasts with reduced alkaline phosphatase and matrix mineralization baseline capacity are responsive to extremely low frequency pulsed electromagnetic field exposure - Clinical implication possible. *Bone Reports*, 3, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2015.08.002>

Fernández-Tresguerres Hernández-Gil, Isabel, Alobera Gracia, Miguel Angel, Canto Pingarrón, Mariano del, & Blanco Jerez, Luis. (2006). Bases fisiológicas de la regeneración ósea I: Histología y fisiología del tejido óseo. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*

(Internet), 11(1), 47-51. Recuperado en 25 de noviembre de 2022, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1698-69462006000100011&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000100011&lng=es&tlng=es).

Gasca, D. L. G. (2017). Frecuencia y tipos de fracturas clasificadas por la Asociación para el Estudio de la Osteosíntesis en el Hospital General de León durante un año. Scielo. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-72032017000400275](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032017000400275)

Guillot, Z. J. D. (2001). Magnetoterapia, su aplicación en la medicina. Scielo. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572001000400009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572001000400009)

Griffin, X. L., Costa, M. L., Parsons, N., & Smith, N. (2011). Electromagnetic field stimulation for treating delayed union or non-union of long bone fractures in adults.

Cochrane Database of Systematic Reviews, 4, CD008471. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008471.pub2>

Hannemann, P. F. W., Mommers, E. H. H., Schots, J. P. M., Brink, P. R. G., & Poeze, M. (2014). The effects of low-intensity pulsed ultrasound and pulsed electromagnetic fields bone growth stimulation in acute fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 134(8), 1093–1106. <https://doi.org/10.1007/s00402-014-2014-8>

Hermida Galindo, L., & Sierra Pérez, M. (2010). Respuesta inflamatoria al traumatismo del sistema musculoesquelético. *Revista Mexicana de Pediat*, 77, 515–520. <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2010/sps101d.pdf>



Investigación, R. S. (2021, agosto 28). Características de los tratamientos de magnetoterapia en fisioterapia. ▷ RSI - Revista Sanitaria de Investigación.

<https://revistasanitariadeinvestigacion.com/6252-2/>

L Griffin, X., L Costa, M., Parsons, N., & Smith, N. (2011). Estimulación con campos electromagnéticos para el tratamiento de la consolidación retardada o la consolidación viciosa de las fracturas de huesos largos en adultos. Cochrane.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD008471.pub2>

López Lanza, J. R., Pérez Martín, Á., & López Videras, R. (2006). Fractura tibial bilateral por fatiga en mujer no deportista: a propósito de un caso. *Semergen*, 32(10), 519–521.

[https://doi.org/10.1016/s1138-3593\(06\)73334-2](https://doi.org/10.1016/s1138-3593(06)73334-2)

Marsell, R., & Einhorn, T. A. (2011). The biology of fracture healing. *Injury*, 42(6), 551–555.

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2011.03.031>

Montoro, J. C. (2019). Efectividad de la terapia con campos magnéticos pulsados (PEMF) en la regeneración de tejido en pacientes con lesiones o patologías óseas. Universitat de les Illes.

[https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/150280/Castineira\\_Montoro\\_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/150280/Castineira_Montoro_Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, M. M. E. (2018). Uso de la magnetoterapia en la terapia física. Universidad Inca Garcilaso De La Vega. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3038>

Murray, H. B., & Pethica, B. A. (2016). A follow-up study of the in-practice results of pulsed electromagnetic field therapy in the management of nonunion fractures. *Orthopedic Research and Reviews*, 8, 67–72. <https://doi.org/10.2147/ORR.S113756>

Oliva Infante, J. Y. (MAYO - 2018). USO DE LA MAGNETOTERAPIA EN LA TERAPIA FISICA [Universidad Inca Garcilaso De La Vega].

<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/3038/OLIVA%20INFANTE%20Janneth%20Yannina.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Pebet, N. (2004). Resonancia Nuclear Magnética. Universidad de la Republica Oriental de Uruguay. <http://www.nib.fmed.edu.uy/Pebet.pdf>

Recuperación funcional de miembro inferior post inmovilización tras fractura de maléolo peroneal - Repositorio Institucional de Documentos. (2014). Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/14206?ln=es>

Pressmar, Jochen & Weber, Birte & Kalbitz, Miriam. (2021). Different classifications concerning fractures of the lateral humeral condyle in children. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 47. 10.1007/s00068-020-01349-6.

Ramos, L., y González-Arabo, S. (2009). *Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología* (2.a ed.). Editorial médica Panamericana.

Rodriguez-Collell, J. R., & Mifsut-Miedes, D. (2020). Inestabilidad de la articulación tibio-peronea proximal como causa de dolor en artroplastia total de rodilla primaria. *Revista Española de Cirugía Osteoarticular*, 114–118. <https://doi.org/10.37315/sotocav202028355114>

Rosiles Exkiws, José Antonio, Vázquez Espinosa, Luis Fernando, & Pérez Castro y Vázquez, Jorge Alfonso. (2017). Limitación funcional por consolidación viciosa secundaria a fractura articular de radio distal. Análisis crítico de casos clínicos. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, 60(6), 30-39. Recuperado en 25 de noviembre de 2022,

de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422017000600030&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422017000600030&lng=es&tlng=es).

Sánchez C, Samuel, Ortega F, Ximena, Baar A, Alejandro, Lillo S, Susana, De la Maza B, Alejandro, Moenne B, Karla, Escaffi J, Juan A, & Pérez S, Carolina. (2013). Asimetría de extremidades inferiores: Evaluación por imágenes en la edad pediátrica. *Revista chilena de radiología*, 19(4), 177-186. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082013000400007>

Serrano, P. D. J. (2016). *Osteoartrología*. Universidad Navarra.

<https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/40198/1/Osteoartrolog%C3%ADa-15v3.pdf>

Tipos de fractura (1). (s/f). *Medlineplus.gov*. Recuperado el 25 de noviembre de 2022, de [https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp\\_imagepages/1096.htm](https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/1096.htm)

Tortora, G. J., y Derrickson, B. (2010). *PRINCIPIOS DE ANATOMIA Y*

*Fisiología* (11a. ed., 4a. reimp.). BUENOS AIRES: MEDICA PANAMERICANA.