

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

**INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES**  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## **Instituto Profesional en Terapias y Humanidades**

**REVISIÓN BIBLIOGRAFICA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS  
DE LA APLICACIÓN DE ONDAS DE CHOQUE EN PACIENTES  
MASCULINOS ENTRE LAS EDADES DE 18 A 30 AÑOS QUE  
PRESENTAN TENDINITIS ROTULIANA EN ESTADIO 3**

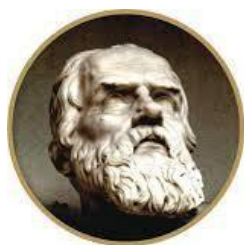


Que Presenta

**Mariela Fernanda Navarijo Ordoñez**

Ponente

**Ciudad de Guatemala, diciembre 2024**



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### REVISIÓN BIBLIOGRAFICA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGOS DE LA APLICACIÓN DE ONDAS DE CHOQUE EN PACIENTES MASCULINOS ENTRE LAS EDADES DE 18 A 30 AÑOS QUE PRESENTEN TENDINITIS ROTULIANA EN ESTADIO 3



Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

**Mariela Fernanda Navarizo Ordoñez**

Ponente

**LFT. Cinthya Semiramis Pichardo Torres**

Director de Tesis

**Lic. Salomón Fuentes Cruz**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, diciembre 2024

## INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente

Mariela Fernanda Navarajo Ordoñez

Director de Tesis

L. FT. Cinthya Semiramis Pichardo Torres

Asesor Metodológico

Lic. Salomón Fuentes Cruz

Guatemala, 30 de noviembre de 2024

Alumna  
Mariela Fernanda Navarizo Ordóñez  
Presente

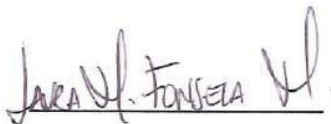
Respetable Alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3”** correspondiente al Examen General Privado de la carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por **APROBADO** el mismo.

Aprovechamos la oportunidad para felicitarle y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Licda. Laura Marcela Fonseca  
Martinez  
Secretario



Lic. Lester Daniel Lima  
Morales  
Presidente



Lic. José Carlos Ochoa  
Pineda  
Examinador

Guatemala, 26 de abril del 2023

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

Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que se ha realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: **"Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3"** de la alumna Mariela Fernanda Navarizo Ordóñez.

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

Atentamente,



Lic. José Carlos Ochoa Pineda  
Asesor de Tesis  
IPETH-Guatemala

Guatemala, 28 de abril del 2023

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 Mariela Fernanda Navarajo Ordóñez de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado **"Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3"**, mismo que 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,



Licda. Jessica Gabriela Yax Velásquez  
Revisor Lingüístico  
IPETH. Guatemala



# IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES, A.C

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

<b>Nombre del Director:</b>	LFT. Cinthya Semiramis Pichardo Torres
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Mariela Fernanda Navarizo Ordoñez
<b>Nombre de la Tesina:</b>	Revisión bibliografica de los efectos fisiologicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3
<b>Fecha de realización:</b>	Noviembre 2023

**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.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		



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

  
**LFT. Cinthya Semiramis Pichardo Torres**  
 Nombre y Firma del Director de Tesina



# IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES, A.C

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

<b>Nombre del Asesor:</b>	Lic. Salomón Fuentes Cruz
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Mariela Fernanda Navarizo Ordoñez
<b>Nombre de la Tesina:</b>	Revisión bibliografica de los efectos fisiologicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3
<b>Fecha de realización:</b>	Noviembre 2023

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



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>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
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>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2017.	X		
<b>5.</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
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

Lic. Salomón Fuentes Cruz

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

**DICTAMEN DE TESINA**Siendo el día 30 del mes de Noviembre del año 2023.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

L. FT. Cinthya Semiramis Pichardo Torres

**Asesor Metodológico**  
Función

Lic. Salomón Fuentes Cruz

**Coordinador de Titulación**  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón

**Autorizan la tesina con el nombre**

Revisión bibliografica de los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3

**Realizada por el Alumno:**

Mariela Fernanda Navarajo Ordoñez

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

 IPETH®  
Titulación Campus Guatemala  
**Firma y Sello de Coordinación de Titulación**





## IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES, A.C

Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y

**Mariela Fernanda Navarajo Ordoñez** como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Revisión bibliografica de los efectos fisiologicos**

**de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades**  
**Mariela Fernanda Navarajo Ordoñez**  
**de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3**

otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y

**Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3**

recibir por tal divulgación una contraprestación.

Fecha: 30 de noviembre del 2023

<p><b>Mariela Fernanda Navarajo Ordoñez</b></p> <p>Nombre Completo</p>	<p>Mariela Fernanda Navarajo Ordoñez</p> <p>Nombre completo</p>	 <p>Firma de cesión de Derechos</p>
--	---	--

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y por darme la fuerza necesaria, a mi mamá por apoyarme en todo momento y ser un pilar importante en mi educación, a mis hermanos y familiares por sus palabras de aliento, a mis amigos por siempre estar para mí y a Guillermo por estar incondicionalmente.

Mariela Fernanda Navarizo Ordoñez.



## **Agradecimientos**

A Dios por permitirme culminar una meta más, por darme sabiduría e inteligencia y por mantenerme siempre al pie del cañón, a mi mamá porque me enseñó valores y principios que me hacen ser la profesional que soy hoy, por todo su apoyo económico durante este tiempo y por estar en mis días buenos y malos. También quiero agradecer a mis hermanos y familia que siempre me hizo ver el lado positivo y me distraían en mis momentos de mayor estrés, a la Lic. Cinthya Pichardo y al Lic. Salomón Fuentes por su acompañamiento y guía durante este periodo, a mis amigos por brindarme su cariño y apoyo desde el inicio de la carrera, a todos los docentes que hicieron parte de mi formación, y por ultimo quiero agradecer a Guillermo, por brindarme soporte tanto emocional como físico y ayudarme a mantener siempre mis objetivos como prioridad.

Mariela Fernanda Navarizo Ordoñez.

## **Palabras Clave**

Shock Waves

Tendinopathy

Patellar

Chronic

Tendinitis

Rotuliana

Crónica

Ondas de choque

Tratamiento

# Índice

Portadilla .....	ii
Investigadores Responsables.....	ii
Carta Galileo aprobación de examen privado .....	iii
Carta Galileo aprobación asesor de tesis.....	iv
Carta de aprobación del revisor lingüístico.....	v
Lista de cotejo tesina.....	vi
Dictamen de tesina.....	x
Hoja titular de derechos .....	xi
Dedicatoria .....	xii
Agradecimientos .....	xiii
Palabras Clave.....	xiv
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
1.1 Antecedentes generales .....	2
1.1.1 Componente anatómico de la rodilla .....	2
1.1.2 Articulación de la rodilla .....	6
1.1.3 Rodilla y su componente biomecánico. ....	12
1.1.4 Tendón. ....	14

1.1.5 Tendinopatías .....	21
1.1.6 Tendinitis rotuliana .....	22
1.1.7 Sistema muscular. ....	30
1.1.8 Palancas y poleas .....	33
1.2 Antecedentes específicos .....	35
1.2.1 Historia de la electroterapia .....	35
1.2.2 Historia de las ondas de choque.....	36
1.2.3 Características de las ondas de choque .....	37
1.2.4 Ondas de choque extracorpóreas.....	38
1.2.5 Efectos mecánicos de las ondas de choque.....	40
1.2.6 Tipos de ondas de choque extracorpórea .....	42
1.2.7 Parámetros de aplicación. ....	43
1.2.8 Efectos fisiológicos de las ondas de choque .....	45
1.2.9 Indicaciones, contraindicaciones y precauciones.....	46
Capítulo II.....	49
2.1 Planteamiento del problema.....	49
2.2 Justificación .....	51
2.3 Objetivos .....	52
2.3.1 Objetivo general.....	52
2.3.2 Objetivos específicos .....	52

Capítulo III.....	54
3.1 Materiales.....	54
3.2 Métodos .....	56
3.2.1 Enfoque de investigación.....	56
3.2.2 Tipo de estudio.....	57
3.2.3 Método de estudio.....	57
3.2.4 Diseño de la investigación. ....	57
3.2.5 Criterios de selección.....	58
3.3 Variables .....	59
3.3.1 Variable independiente .....	59
3.3.2 Variable dependiente .....	59
3.3.3 Operacionalización de variables .....	60
Capítulo IV .....	61
4.1 Resultados.....	61
4.2 Discusión.....	67
4.3 Conclusiones .....	68
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	70
Referencias.....	71



## Índice de tablas

Tabla 1: Articulaciones de la rodilla .....	7
Tabla 2: Componentes del tendón.....	17
Tabla 3: Clasificación de las tendinopatías .....	21
Tabla 4: Tratamiento en tendinitis .....	29
Tabla 5: Musculatura de la rodilla .....	30
Tabla 6: Tipos de palancas y poleas .....	34
Tabla 7: Porcentaje de reflexión de los tejidos .....	41
Tabla 8: Parámetros de ondas focales .....	44
Tabla 9: Parámetros de ondas radiales.....	44
Tabla 10: Aplicación estándar para la tendinitis rotuliana .....	44
Tabla 11: Definición de las bases de datos .....	55
Tabla 12: Criterios de inclusión y exclusión.....	58
Tabla 13: Operacionalización de las variables.....	60
Tabla 14: Mecánica de lesión según Canosa .....	61
Tabla 15: Mecánica de lesión según Aicale.....	62
Tabla 16: Mecánica de lesión según Sprague .....	62
Tabla 17: Beneficios fisiológicos según Taunton .....	63
Tabla 18: Beneficios fisiológicos según Cheng .....	64
Tabla 19: Beneficios fisiológicos según Everhart.....	64
Tabla 20: Indicaciones según Crevenna.....	65
Tabla 21: Indicaciones según Auersperg .....	66
Tabla 22: Indicaciones según Di Pietro .....	66

## Índice de figuras

Figura 1: Partes del fémur.....	3
Figura 2: Medula ósea roja y amarilla .....	4
Figura 3: Rótula o patela.....	5
Figura 4: Tibia y peroné.....	6
Figura 5: Vista interna de la rodilla .....	9
Figura 6: Componente de la rodilla .....	11
Figura 7: Ángulos y ejes de la rodilla .....	14
Figura 8: Unidades del tendón .....	15
Figura 9: Estructuras extra tendinosas .....	16
Figura 10: Irrigación del tendón .....	18
Figura 11: Curva de carga/deformación.....	19
Figura 12: Reparación del tendón. ....	20
Figura 13: Tendinitis y tendinosis.....	22
Figura 14: Clasificación según Blazina.....	23
Figura 15: Pruebas médicas complementarias .....	26
Figura 16: Pruebas diagnósticas.....	27
Figura 17: Prueba de tendinitis .....	28
Figura 18: Músculo cuádriceps e isquiofemorales.....	33
Figura 19: Ejemplos de palancas y poleas .....	35

Figura 20: Características físicas de las ondas.....	38
Figura 21: Generadores de ondas.....	40
Figura 22: Medios de reflexión.....	41
Figura 23: Tipos de onda de choque .....	43
Figura 24: Transmisión de las ondas de choque .....	46
Figura 25: Porcentaje de buenos resultados.....	48
Figura 26: Estudio de efectividad de las ondas de choque .....	48

## Índice de graficas

Grafica 1: Porcentaje de material utilizado.....	56
--	----

## **Resumen**

En este trabajo de investigación se realizó una revisión bibliográfica sobre los efectos fisiológicos de la aplicación de las ondas de choque como tratamiento en la tendinitis rotuliana en estadio 3, se destaca que la tendinitis rotuliana es una patología que se origina en el tendón del cuádriceps ocasionadas por una inflamación o irritación del tejido de origen traumático, sobre carga o movimientos repetitivos, cabe recalcar que existen otros factores que predisponen al paciente a padecer esta patología.

El tratamiento suele ser muy variado, desde tratamientos conservadores como los analgésicos, rodilleras, ondas de choque y fisioterapia a tratamientos invasivos como punción seca, acupuntura y cirugía en casos de rotura.

Por lo que el objetivo de esta investigación es determinar los efectos fisiológicos de la aplicación de las ondas de choque como tratamiento de esta patología, así como, identificar las consideraciones a tomar en cuenta al aplicar esta técnica.

La metodología empleada en esta investigación corresponde a un enfoque cualitativo ya que las variables fueron obtenidas de fuentes primarias, contiene un diseño no experimental ya que la información es de fuentes ya existentes por lo que la información fue analizada y sintetizada, por último, de tipo descriptivo ya que detalla las características de cada variable.



# Capítulo I

## Marco Teórico

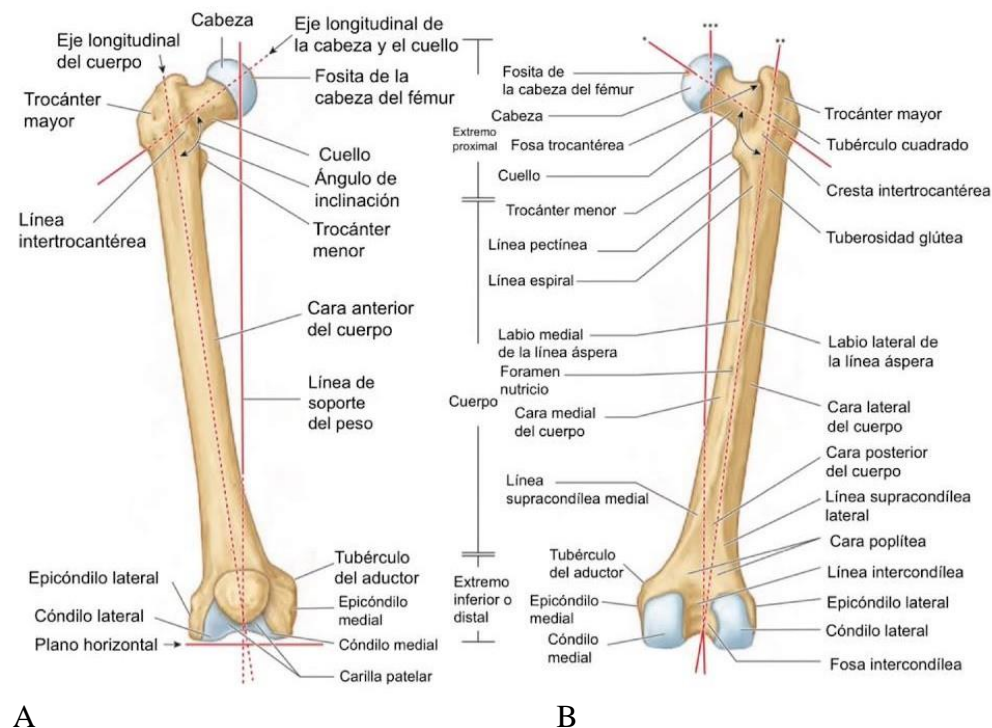
En este capítulo se proporciona toda la información necesaria para comprender la patología y el método de tratamiento, con el fin de una adecuada aplicación de este respetando los procesos de dicha patología. Se proporciona información acerca de las generalidades de la patología, anatomía, fisiopatología, clasificación, factores de riesgo, diagnóstico y tratamiento, también, se abarca el origen de las ondas de choque y su relación propiamente con la electroestimulación como tratamiento fisioterapéutico.

### 1.1 Antecedentes generales

- 1.1.1 **Componente anatómico de la rodilla.** La articulación de la rodilla es la articulación más grande del cuerpo, está conformada por 3 huesos, fémur, tibia y rótula o también llamada patela. El fémur es un hueso largo por lo que su composición ósea se basa en hueso esponjoso y hueso compacto, su estructura se comprende en una epífisis proximal o cabeza del fémur la cual articula con el acetábulo de la cadera, seguido de este se encuentra la metáfisis o cuello quirúrgico llamado así por la incidencia de fracturas que tiene en relación a la cadera, la diáfisis o cuerpo del fémur presenta una angulación medial y como

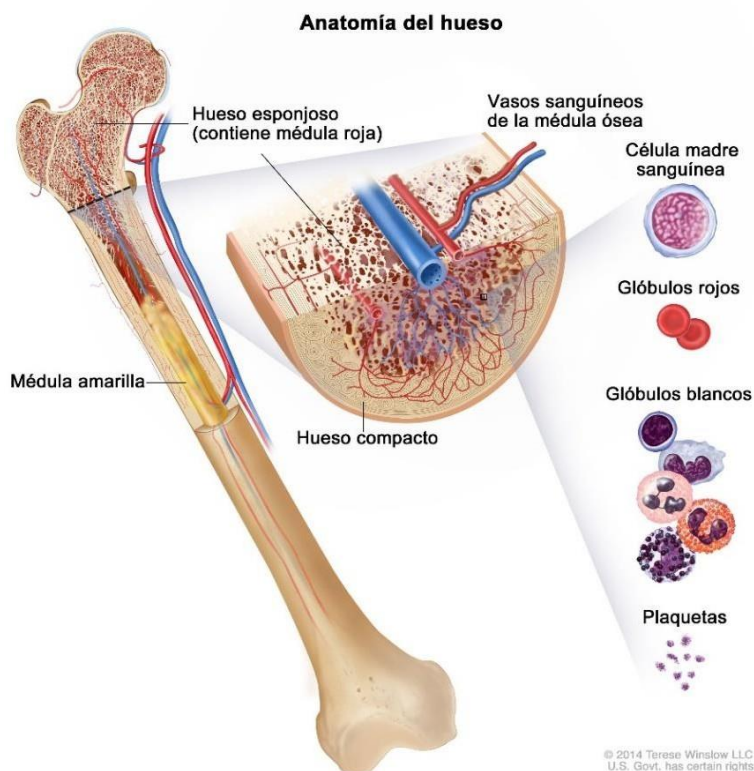
consecuencia la articulación de la rodilla también se encontrará con una alineación hacia la línea media formando el ángulo de convergencia, el cual es mayor en mujeres debido a que la pelvis femenina es más ancha, la epífisis distal conformado por el cóndilo medial y lateral, articulan con los cóndilos laterales y mediales de la tibia y por último cartílago articular; en cuanto a su irrigación se menciona que en el hueso esponjoso se encuentra una médula ósea roja desde nacimiento que tiene como función producir células madre, glóbulos rojos, blancos y plaquetas en un proceso que se le conoce como hematopoyesis también, existe la presencia de una médula ósea amarilla que aparece conforme le individuo crece, está principalmente compuesta por adipocitos en los que se almacenan triglicéridos (grasas), y tiene como función ser una posible fuente de energía (Tortora, 2013).

**Figura 1:** Partes del fémur



Nota: En la figura “A” se observan las partes del fémur por anterior y en la figura “B” se observan las partes del fémur por posterior (Moore et al, 2013).

**Figura 2:** Medula ósea roja y amarilla



Nota: Ubicación de las medulas óseas rojas y amarillas y sus componentes (Terese, 2014).

Rótula o patela es un hueso triangular sesamoideo que se localiza por delante de la articulación de la rodilla su parte proximal más ancha es llamada base y su parte distal más angosta vértice, se encuentra unida al tendón rotuliano utilizándolo como su base de fijación a la articulación de la rodilla, la superficie posterior contiene 2 carillas articulares una para el cóndilo medial y una para el cóndilo lateral del fémur (Tortora, 2013).

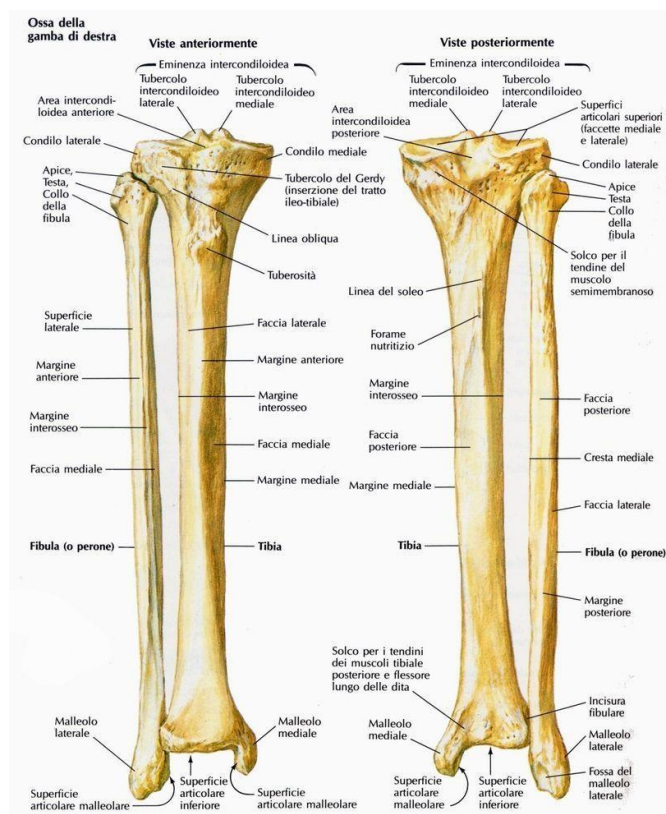
**Figura 3:** Rótula o patela



Nota: Vista anterior y posterior de la rótula señaladas sus partes (Sobotta, 2000).

La tibia es un hueso largo ubicado en la pierna, se articula por su parte proximal con el fémur y peroné y por su parte distal con el peroné y el astrágalo del tobillo, la tibia y el peroné están unidos por una membrana interósea. La parte proximal de la tibia tiene 2 estructuras importantes llamadas cóndilo lateral y medial de la tibia, los cuales se articulan con los cóndilos lateral y medial del fémur y le dan forma a la articulación de la rodilla, los cóndilos ligeramente cóncavos están separados por una proyección ascendente denominada “eminencia intercondílea”, la tuberosidad tibial de la superficie anterior es un punto de inserción del tendón rotuliano. Este hueso al ser largo también conlleva un componente de irrigación conformado por la medula ósea roja y amarilla (Tortora, 2013).

**Figura 4:** Tibia y peroné



Nota: Vista anterior y posterior de la tibia señalando sus partes (Moore et al, 2013)

**1.1.2 Articulación de la rodilla.** El complejo de la rodilla está compuesto por dos articulaciones diferentes, la femorotibial y la femoropatelar. La clasificación funcional de ambas es de tipo sinovial (diartrosis) debido a que cumple con las siguientes características: cavidad articular, membrana sinovial, liquido sinovial cartílago hialino, cápsula articular y ligamentos, lo cual, hace que se diferencien de las demás; la clasificación estructural de la femorotibial es bicondílea doble debido a que posee dos cóndilos que encajan con dos superficies articulares planas ubicadas en los cóndilos de otro hueso, y la femoropatelar es de tipo troclear (gínglimo o bisagra) ya que la superficie convexa de un hueso encaja con la



superficie cóncava del otro, esto hace que produzca movimientos de apertura y cierre como lo es la flexión y extensión. La rodilla tiene un componente uniaxial debido a que su movimiento se realiza sobre un solo eje, sin embargo, en flexión de rodilla se pueden alcanzar ciertos grados de rotación por lo que recibe el nombre de “gínglimo modificado” (Pró, 2013).

**Tabla 1:** Articulaciones de la rodilla

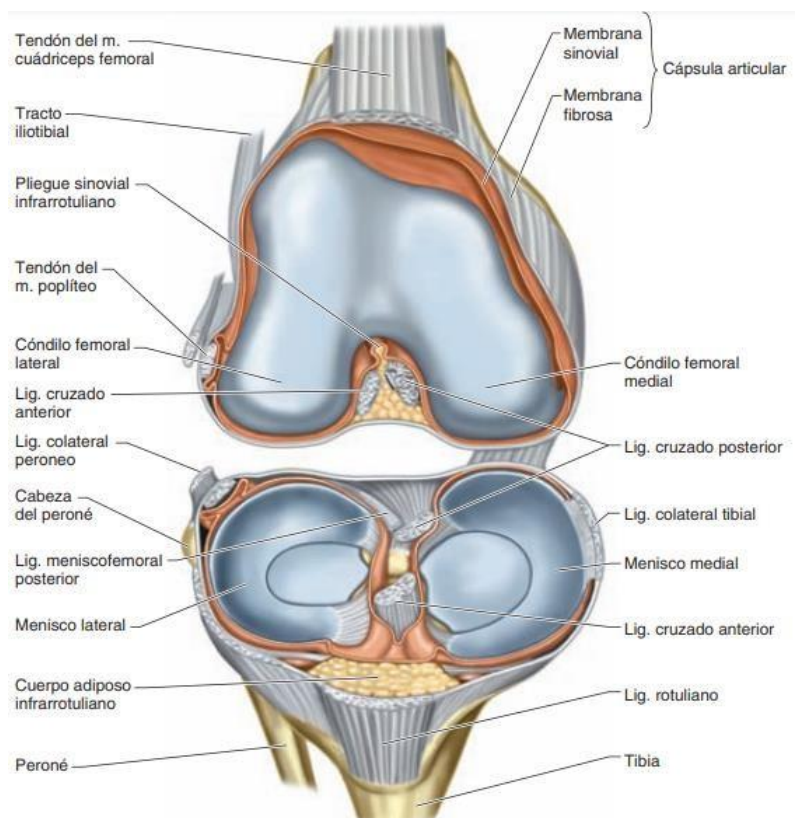
	<b>Articulación</b>	<b>Según su movimiento</b>	<b>Según su estructura</b>
<b>Rodilla</b>	Femorotibial	Sinovial	Bicondílea doble
	Femoropatelar	Sinovial	Troclear

Nota: Elaboración propia de la clasificación de las articulaciones que componen la rodilla con información de (Pró, 2013).

**1.1.2.1 superficies articulares.** Entre las superficies articulares que conforman la rodilla podemos encontrar los meniscos, estos son estructuras fibrocartilaginosas que se interponen entre las superficies articulares de la tibia y el fémur ayudando a que estas superficies se correspondan, su parte periférica es más fibrosa y recibe vascularización a través de la cápsula articular y su parte central es más cartilaginosa, no tiene vasos y se nutre por imbibición (Torres y otros, 2011). Estos tienen como su función principal amortiguar las cargas, el menisco externo (lateral) es un anillo casi circular que está ubicado por debajo del cóndilo femoral externo o lateral, el menisco externo presenta un cuerno anterior, el cual tiene inserción en la porción lateral del área intercondílea anterior, y un cuerno

posterior, el cual tiene una inserción en la porción posterior del área intercondílea retroespinal, por detrás de los tubérculos intercondíleos, estos presentan dos ligamentos importantes, el ligamento meniscofemoral anterior que se encuentra por delante del ligamento cruzado posterior y el ligamento meniscofemoral posterior que se encuentra por detrás del ligamento cruzado posterior. Por otro lado, se encuentra el menisco interno (medial), este tiene forma de C y se encuentra ubicado debajo del cóndilo femoral medial y está unido al ligamento colateral tibial. Presenta un cuerno anterior que tiene como inserción el área intercondílea anterior y un cuerno posterior que tiene inserción en el área intercondílea posterior, el ligamento transverso de la rodilla (yugal) tiene como función unir los extremos anteriores de ambos meniscos (Pró, 2013). Los meniscos se encuentran expuestos a muchas lesiones debido a presiones producidas por movimientos locomotores y traumatismos producidos por algún deporte, estas pueden llegar a requerir cirugía para su restauración (Torres y otros, 2011).

**Figura 5:** Vista interna de la rodilla



Nota: Vista transversal de la articulación de la rodilla con sus respectivos nombres (Kapandji, 2012).

**1.1.2.2 medios de unión.** Cápsula articular: Su porción anterior, va por debajo de la rótula o patela, desde el borde inferior de la cara articular hasta el borde anterior de los tubérculos intercondíleos, y en la parte superior de la rótula, va desde el borde posterior y superior de la tróclea hasta la base de la rótula. En su dirección lateral la cápsula articular va desde la extremidad superior de la tróclea y el borde posterior de los epicóndilos arriba, hasta 4 a 5 mm por debajo del revestimiento cartilaginoso de la carilla articular superior de la tibia. En la región posterior de la rodilla la cápsula articular se va a insertar arriba en el fémur, 1 cm por arriba del revestimiento cartilaginoso de los cóndilos femorales,

profundizándose en la fosa intercondílea entre ambos cóndilos. Desde allí se extiende hasta la porción posterior y el borde medial de la carilla articular superior hasta la inserción del ligamento cruzado anterior (Pro, 2013).

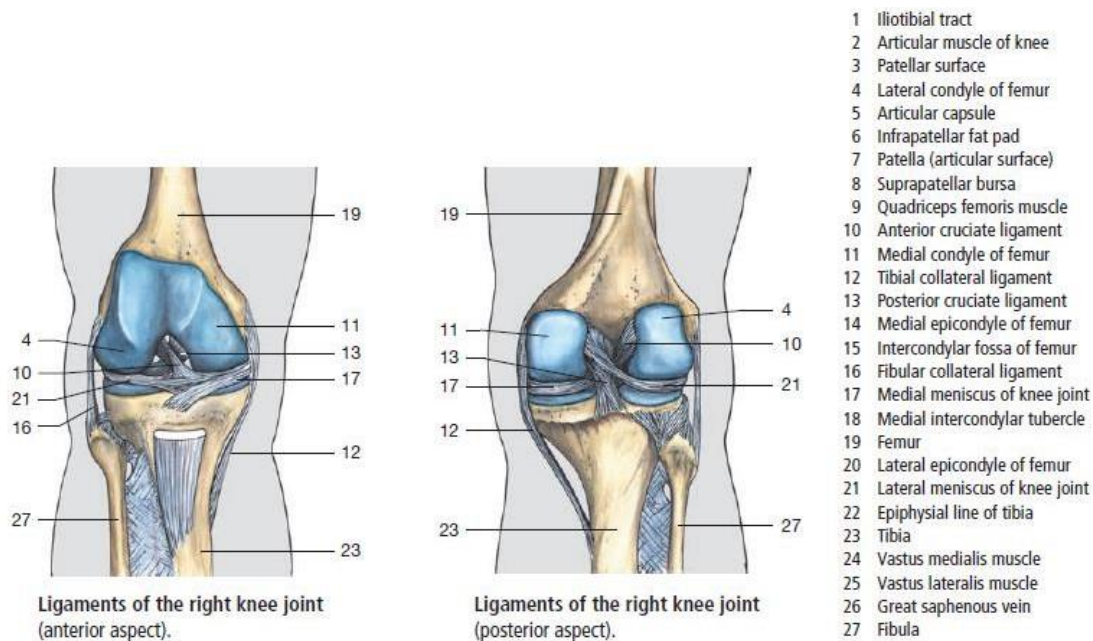
La rodilla tiene ligamentos anteriores, posteriores, colaterales y cruzados que la rodean y refuerzan, entre los anteriores se encuentran:

- Ligamento rotuliano: Es una continuación del tendón común de inserción del músculo cuádriceps, se origina en la rótula y se inserta en la tuberosidad de la tibia, este tiene como función reforzar por anterior la rodilla.
- Retináculos rotulianos medial y lateral: Son tendones fusionados de la inserción del musculo cuádriceps femoral y la fascia lata, los cuales tienen como función reforzar la superficie anterior de la rodilla.
- Ligamento poplíteo oblicuo: Es un ligamento posterior ancho y plano que se origina en la fosa intercondílea y el cóndilo lateral del fémur y se inserta en la cabeza y el cóndilo medial de la tibia y tiene como función reforzar la articulación por la parte posterior.
- Ligamento poplíteo arqueado: Se origina en el cóndilo lateral del fémur y se inserta en la apófisis estiloides de la cabeza del peroné y tiene como función fortalecer la región lateral inferior de la cara de la articulación.
- Ligamento colateral de la tibia: Es un ligamento amplio y plano sobre la superficie media de la rodilla, se origina en el cóndilo medial del fémur y se inserta en el cóndilo medial de la tibia, este se encuentra unido firmemente al menisco medial.
- Ligamento colateral del peroné: Este es un ligamento redondo y fuerte sobre la superficie lateral del fémur, se origina en el cóndilo lateral del fémur y se inserta en

la cara lateral de la cabeza del peroné, tiene como función reforzar la cara lateral de la rodilla.

- Ligamento cruzado anterior: Se origina en la porción superior y posterior de la región intercondílea anterior y se inserta en la cara medial del cóndilo femoral lateral.
- Ligamento cruzado posterior: Está formado por fibras de tejido conjuntivo que unen la región intercondílea posterior con la porción anterosuperior de la cara lateral del cóndilo femoral medial. Estos dos ligamentos son extra sinoviales y se cruzan en dirección anteroposterior y transversal, en el cóndilo femoral lateral se inserta el ligamento anterior y en el cóndilo femoral medial el ligamento posterior (Insall et al, 2010).

**Figura 6:** Componente de la rodilla



Nota: Visualización anterior y posterior de los ligamentos de la rodilla con sus respectivos nombres (Pró, 2013).

**1.1.3 Rodilla y su componente biomecánico.** La biomecánica es la ciencia que estudia el efecto de la energía y las fuerzas en sistemas biológicos (Saldivia, 2018).

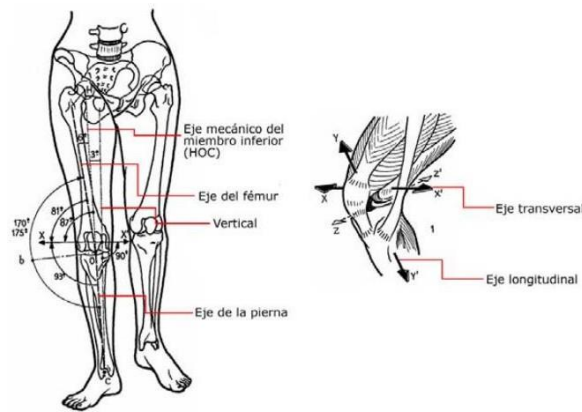
La rodilla tiene que responder a exigencias contrarias: la movilidad para permitir el desplazamiento y la estabilidad para soportar el peso del cuerpo está conformada por dos grados de libertad, el primer grado esta dado en el eje transversal “X”, en el que se realiza al movimiento de flexión y extensión de rodilla en un plano sagital. Tomando en cuenta la forma “en voladizo” del cuello del fémur, el eje longitudinal de la diáfisis femoral no está, exactamente, situado en la prolongación del eje de la pierna, por lo que forma con este un ángulo obtuso hacia afuera llamado “valgo fisiológico” comprendido en 170-175°, sin embargo, los componentes del miembro inferior (cadera, rodilla, tobillo) deben de estar alineados en la misma recta haciendo entre ellos el eje mecánico del miembro inferior, cabe recalcar que existen variaciones del mismo debido al sexo y variaciones patológicas. El segundo grado de libertad esta dado en el eje longitudinal “Y”, en el que se realiza el movimiento de rotación únicamente con la rodilla en flexión, gracias al juego mecánico que tienen los ligamentos colaterales permiten movimientos de rotación acompañados por el movimiento de tobillo, cuando la rodilla se encuentra en extensión completa estos movimientos desaparecen en su totalidad (Kapandji, 2012).

**1.1.3.1 articulación tibio femoral.** Su rango de movimiento en promedio es de 150° en flexión, -5° en extensión, 30° en rotación externa, 6° en rotación interna, 0° en abducción y 10° en aducción. En el movimiento de flexión en cada grado que se avanza, el punto de contacto entre el fémur y la tibia se va desplazando hacia atrás con un movimiento combinado entre rotación y desplazamiento posterior, este proceso es conocido como “*roll back*”. En el movimiento de extensión la tibia rota externamente desde los últimos 15° de flexión a la extensión máxima, a esto se le conoce como “*screw home*”, esto ocurre debido

a que la meseta tibial medial tiene un diámetro anteroposterior mayor que la lateral, este fenómeno es responsable de la estabilidad ósea limitando la rotación y varo o valgo con la rodilla en extensión (Chhabra, 2001).

**1.1.3.2 articulación patelofemoral.** Las propiedades mecánicas más importantes de esta son aumentar el brazo de palanca del mecanismo extensor y que la transmisión de la fuerza del cuádriceps sea realizada con una mínima pérdida de fricción, principalmente en flexión de rodilla. En esta articulación actúan tres fuerzas mecánicas que afectan su comportamiento; número 1. Fuerzas de lateralización en el plano frontal debido a la orientación del mecanismo extensor que se ubica desde la espina iliaca anteroinferior a la tuberosidad de la tibia por anterior, también llamado “ángulo Q”, siendo el vértice de este ángulo el centro de la rótula; número 2. Fuerzas de compresión, esta va en aumento a medida que aumenta la flexión de rodilla y se genera una presión de compresión entre la patela y la tróclea; y número 3. Fuerza en plano horizontal, que se da por el alineamiento axial entre el fémur distal y tibia proximal. En el movimiento de extensión no existe un contacto entre el fémur y la patela ya que esta inicia su deslizamiento sobre el surco troclear entre los 20 a 30° de flexión, siendo los 90° de flexión el punto de mayor contacto. El vector de fuerza hacia lateral sobre la patela dado por el ángulo Q es estabilizado por restrictores estáticos, los cuales corresponden a la congruencia articular y el retináculo medial, el cual, tiene como componente principal al ligamento patelofemoral medial que contribuye un 60% en especial en los primeros grados de flexión y dinámicos que está compuesto principalmente por el ligamento patelotibial lateral (Usabiaga, 2015).

**Figura 7:** Ángulos y ejes de la rodilla

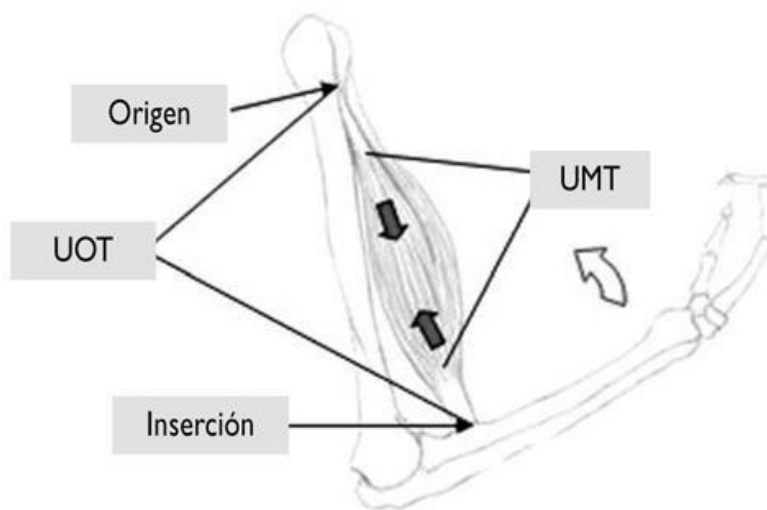


Nota: Conformación de los ángulos fisiológicos de la rodilla y los ejes de movimiento (Kapandji, 2012).

**1.1.4 Tendón.** El tendón es una estructura anatómica situada entre el musculo y el hueso cuya función es transmitir la fuerza que se genera entre el primero y el segundo, produciendo así el movimiento articular. En un músculo existen dos tendones, uno proximal y otro distal, estos poseen tres zonas específicas, el punto de unión músculo-tendón llamada “unión miotendinosa” (UMT), el punto de unión “tendón- hueso” llamada unión osteotendinosa (UOT) y la zona media denominada “cuerpo” del tendón, este puede cambiar su dirección dependiendo del apoyo de las poleas óseas. El tendón está compuesto por 30% de colágeno, 2% de elastina y 68% de agua en la matriz extracelular, el colágeno representa el 70% del peso seco total del tendón. Los tendones pueden presentar variaciones en sus formas, de modo que pueden ser cortos y gruesos debido a que deben transmitir una fuerza considerable, como lo es el tendón del cuádriceps, o bien, largos y delgados, con el fin de producir movimientos delicados o tengan un recorrido estrecho por ejemplo los tendones de los dedos (Jurado, 2013).



**Figura 8:** Unidades del tendón



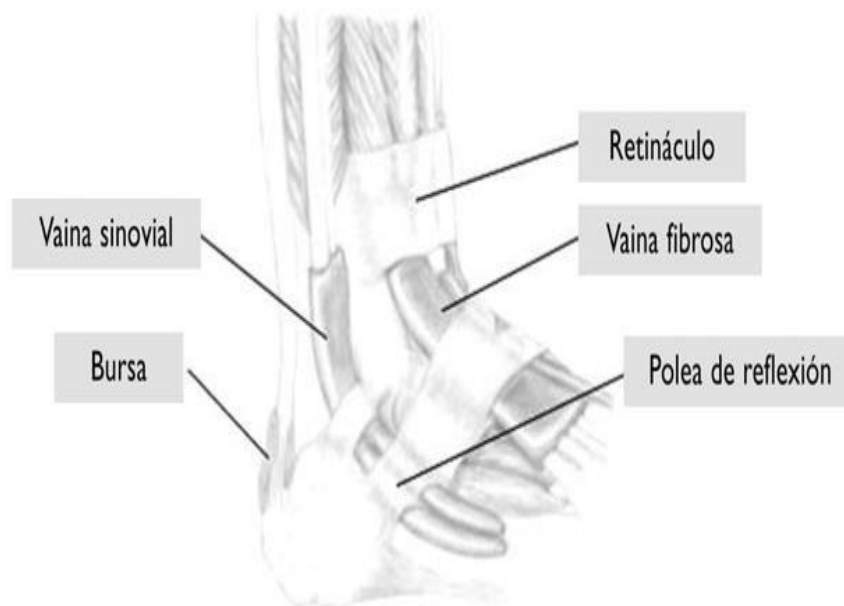
Nota: Esquema simplificado de la biomecánica del bíceps braquial resaltando sus uniones (Jurado, 2013).

Según la clasificación de Ippolito y Postacchini existen 5 categorías de estructuras extratendinosas:

- Vainas fibrosas: Son conductos a través de los cuales los tendones se deslizan durante su recorrido, presentes en tendones que tienen que recorrer un largo camino para alcanzar su inserción lo que conlleva que estén sometidos a importantes fricciones.
- Poleas de reflexión: Son refuerzos de las vainas fibrosas localizadas en lugares curvos, su misión es mantener al tendón en su espacio de deslizamiento natural.
- Vainas sinoviales: Son túneles de acceso del tendón hacia el hueso o a otras estructuras anatómicas que pueden causar fricción sobre el tendón y su finalidad es disminuir esa fricción.

- Vaina peritendinosa o paratendón: Se encuentran en tendones que carecen de una vaina sinovial verdadera, su finalidad es reducir la fricción y permitir el movimiento libre hacia los tejidos colindantes.
- Bursa: Son bolsas de líquido situadas en puntos estratégicos entre dos estructuras actuando como amortiguadores, reduciendo la fricción y asistiendo el movimiento.

**Figura 9:** Estructuras extra tendinosas



Nota: Se puede observar la distribución de los componentes extratendinosos en el tobillo (Jurado, 2013).

**Tabla 2:** Componentes del tendón

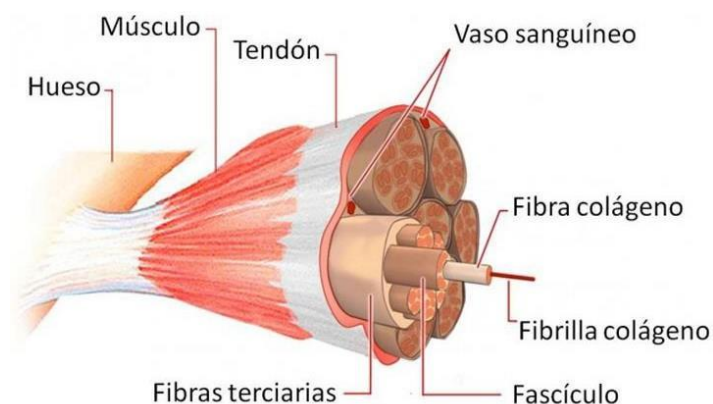
	Función	Componentes	Predominante
Células	Producen colágeno y sustancia fundamental necesarias para la cicatrización.	Fibroblastos, macrófagos y células cebadas.	Fibroblastos
Sustancia fundamental	Organizan y controlan el colágeno, actúa como barrera ante algunas sustancias, facilita la nutrición y soporta las propiedades mecánicas durante la compresión.	Proteoglicanos (PG), agua y glicosaminoglicanos (GAG)	PG y agua
Fibras de colágeno	Gran fuerza tensil, configuran las propiedades mecánicas del tendón	Tipo 1	Tipo 1

Nota: Elaboración propia de los componentes del tendón con información de (Jurado, 2013).

*1.1.4.1 vascularización del tendón.* A principios del siglo XX el tendón era considerado una estructura avascular, sin embargo, en 1916 se demostró un aporte vascular. El aporte sanguíneo del tendón proviene mayormente del músculo, aunque este puede variar según el segmento del tendón; en la UMT la irrigación se da por vasos sanguíneos provenientes de perimio muscular y continúan entre los fascículos del tendón, estos son del mismo tamaño que los vasos en el músculo, en la porción media del tendón, el flujo sanguíneo llega a través del paratendón mediante la vaina sinovial con vasos de menor diámetro, esto hace vulnerable esta parte del tendón convirtiéndolo en zona crítica lesional. En la UOT la irrigación proviene de vasos que irrigan el tercio externo del tendón, los vasos procedentes del hueso no están directamente comunicados con los del tendón debido a que existe una

membrana fibrocartilaginosa entre estos, pero si existe una anastomosis indirecta entre ellos. El aporte sanguíneo al tendón aumenta durante el ejercicio y ante procesos de curación y disminuye cuando es sometido a tensión, fricción, torsión o compresión (Wavreille, 2009).

**Figura 10:** Irrigación del tendón

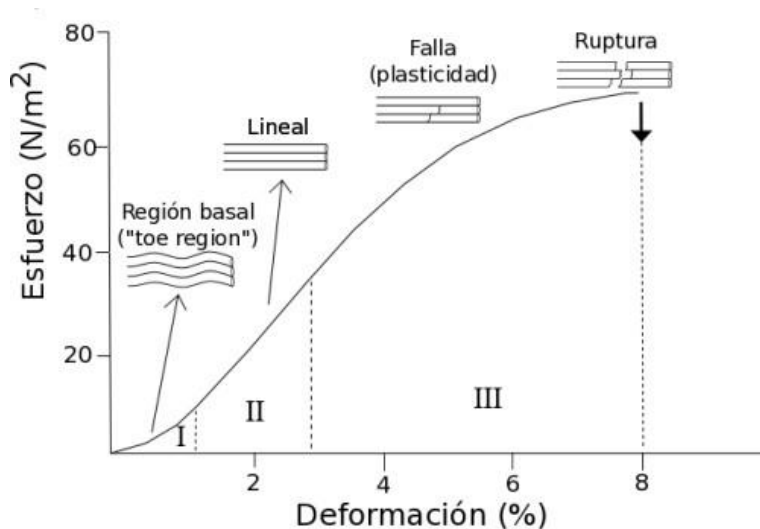


Nota: Distribución de irrigación en el tendón (Jurado, 2013).

**1.1.4.2. Curva carga/ deformación del tendón.** En 1978 Butler y colaboradores desarrollaron un estudio in vitro aislando a los tendones y sometiénolos a una fuerza de elongación hasta su rotura, como resultado, proporcionaron lo que hoy se conoce como “curva de estrés/tensión o curva de carga/deformación”. La zona 1 de esta curva representa la carga basal, los tendones se encuentran en reposo con una curva fisiológica que desaparece cuando el tendón es elongado un 2% de su longitud inicial. La zona 2 es llamada lineal, ya que el tendón responde de manera lineal a la aplicación de tensión, se le conoce como “deformación elástica”. La zona 3 comprende del 4-8% de estiramiento, se inicia el deslizamiento de las fibras de colágeno entre si debido a la rotura de los

entrecruzamientos conocido como “deformación plástica”. La zona 4 comprende un estiramiento mayor al 8% ocasionando una rotura macroscópica completa de las fibras. Por ello se deduce que la zona de seguridad es de 0% a 4% de elongación del tejido.

**Figura 11:** Curva de carga/deformación.

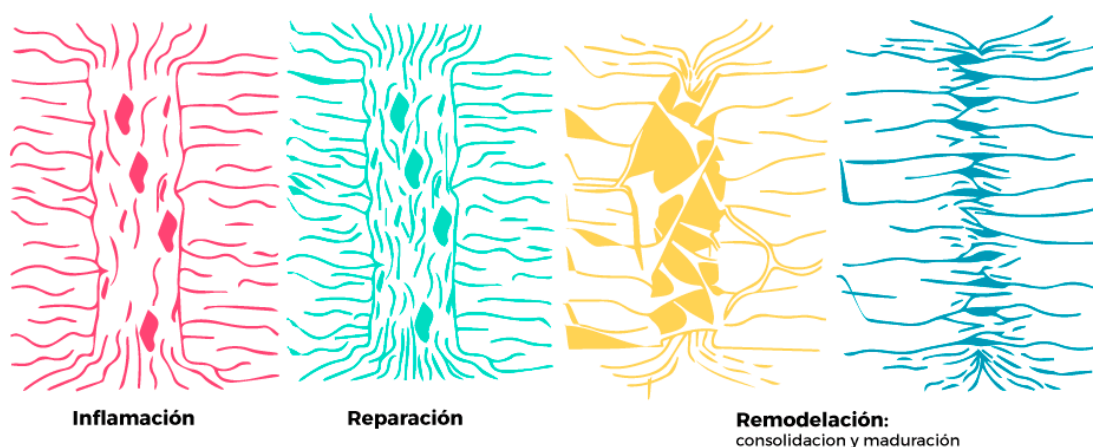


Nota: Representación gráfica de la curva de carga/deformación en el tendón (Jurado, 2013).

**1.1.4.3 reparación del tendón.** Pacheco en 2017, menciona que los tendones en fase aguda de lesión tienen diferentes fases de auto reparación, es decir, que el cuerpo envía diferentes sustancias para sanar el tejido dañado. Fase 1: inicia de los 0-7 días, y se caracteriza por tener una fase inflamatoria, se produce una proliferación de epitenon a 1cm adyacente al sitio de lesión, se detectan altos niveles de factores de crecimiento, se desarrolla un coágulo en el sitio de lesión y existe una liberación de macrófagos y otras células inflamatorias. Fase 2: comienza de los 8-28 días, se caracteriza por tener una reparación activa, los fibroblastos del epitenon producen colágeno tipo 1, estos cubren el sitio de reparación y restauran la superficie de deslizamiento del tendón, disminuye los niveles de fibronectina,

el tendón se vuelve más débil en los primeros 15 días y posteriormente comienza a engrosarse. Fase 3: mayor a 28 días, se caracteriza por la reparación y remodelación del tejido, la colágena del sitio en reparación sigue fortaleciéndose y remodelándose a lo largo de las líneas de tensión. Cabe recalcar que la reparación fisiológica del tendón se da únicamente en una lesión aguda de este y su reparación total se da aproximadamente en un año.

**Figura 12:** Reparación del tendón.



Nota: se muestran las fases de reparación del tendón según su orden cronológico (JLfisios.com).

**1.1.4.4 biomecánica del tendón.** El tendón posee dos propiedades mecánicas importantes, la fuerza y deformación. La fuerza va a depender del grosor del tendón y su contenido de colágeno independiente de la tensión máxima que pueda ejercer el músculo, las fuerzas externas aplicadas al tendón son resistidas en su interior por enlaces moleculares. Las fuerzas tensiles son las que siguen el eje longitudinal del tendón y lo alargan, las fuerzas compresivas son las que son las aplicadas en el eje longitudinal en sentido del acortamiento y las fuerzas de torsión son fuerzas perpendiculares al eje

longitudinal del tendón. Es importante recalcar que el tendón nunca será sometido a una tensión superior al 25% de su fuerza máxima (Nardi, 2011).

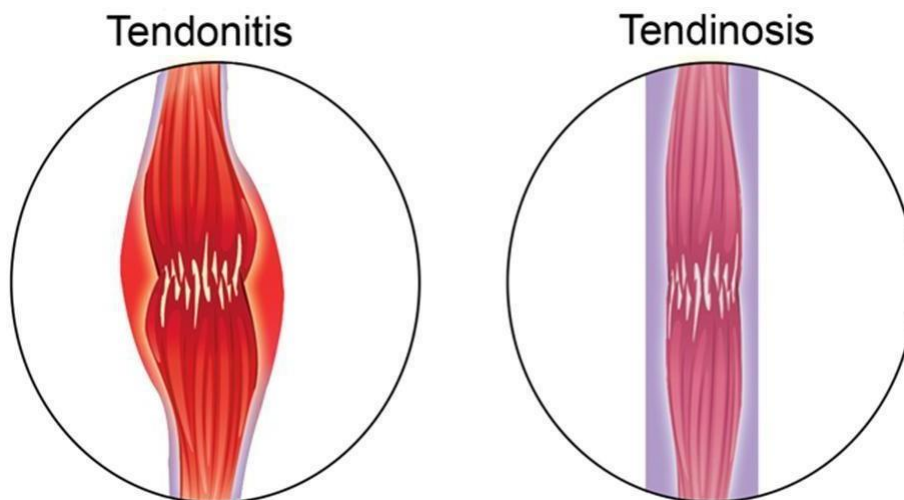
**1.1.5 Tendinopatías.** Es una patología originada en el tendón que pueden ser ocasionadas por una inflamación o irritación del tendón de origen traumático como lo serían los desgarros y laceraciones o por mecanismos repetitivos y de sobre carga como lo sería la rodilla de saltador, ambas son de etiologías distintas por lo que va a variar su diagnóstico tanto médico como fisioterapéutico y su tratamiento, sin embargo, el cuadro clínico principal en cualquier tipo de tendinopatía es el dolor en el recorrido del tendón afectado (Castro, 2022).

**Tabla 3:** Clasificación de las tendinopatías

Diagnóstico	¿Qué es?	Hallazgos
<b><i>Tendinosis</i></b>	Degeneración intratendinosa ya sea por sobreuso, microtrauma o compromiso vascular.	Fibras de colágeno desorganizadas, separación de las fibras por aumento de sustancia mucoide, hipercelularidad, hipervascularización, necrosis focal o calcificación.
<b><i>Tendinitis</i></b>	Degeneración sintomática del tendón con disrupción vascular y respuesta inflamatoria a sobreuso o sobre carga.	Cambios degenerativos como en la tendinosis acompañado de proliferación de fibroblastos, hemorragia y tejido de granulación.
<b><i>Paratendinitis</i></b>	Inflamación de la capa externa del tendón (paratendón), esté o no revestido de sinovial.	Infiltrado que puede consistir en depósito de fibrina, exudado y degeneración mucoide del tejido areolar.
<b><i>Paratendinitis con tendinosis</i></b>	Paratendinitis asociada con degeneración intratendinosa.	Cambios degenerativos como en la tendinosis con degeneración mucoide con o sin fibrosis y células inflamatorias dispersas en el tejido areolar del paratendón.

Nota: Descripción de la clasificación de las tendinopatías, elaboración propia con información de (Castro, 2022).

**Figura 13:** Tendinitis y tendinosis



Nota: Diferencia entre el daño de la tendinitis y tendinosis (Colomer, 2012).

**1.1.6 Tendinitis rotuliana.** La tendinitis rotuliana es una inflamación o lesión del tendón que une a la rótula con la tibia, esta lesión se produce por sobrecarga, movimientos repetitivos que ocasionan daño o irritación en el tejido, se le conoce también como “rodilla de saltador” ya que afecta principalmente a los deportistas. Existen 3 zonas en las que puede situarse la tendinitis, 1. Polo inferior de la rótula, 2. Tuberosidad tibial anterior, 3. Inserción del tendón cuádriceps en el polo superior de la rótula, 4. Cuerpo del tendón rotuliano. Estas pueden estar presente según las edades, por ejemplo, la primera y cuarta es más común a los 35 años, la segunda en niños y adolescentes y la tercera en personas de 40 años para arriba (Cohen y colaboradores, 2008).



**Figura 14:** Clasificación según Blazina

Grado	Presentación clínica
I	Dolor durante el deporte
II	Dolor al comienzo de las actividades deportiva, desaparece después del calentamiento y reaparece cuando se presenta fatiga
III	Dolor durante y después de la actividad con el sujeto incapaz de participar en deportes
IV	Rotura completa del tendón

Nota: Clasificación por estadios o grados según la clasificación de Blazina que muestra la progresión clínica de la lesión del tendón (Abat y otros, 2021).

**1.1.6.1 etiopatogenia.** La lesión tendinosa tiene una relación directa con el tipo de fuerza aplicada en el tendón (compresiva o tensil) y la cantidad de la misma con su patrón de aplicación. Estas fuerzas pueden ser: *impingement* que se da por una lesión anatómica que produce un atrapamiento, fuerzas de rozamiento o fricción, materiales externos que impactan el tendón contra una superficie dura, fuerzas de tracción que superan la capacidad fisiológica de elasticidad del tendón y estímulos continuos de intensidad leve (sobreuso). Es importante recordar que la longitud de elasticidad segura del tendón es del 4% de su longitud en reposo, por lo que recupera la misma cuando la fuerza tensil cesa; es en ese punto donde se presenta mayor molestia para el paciente con tendinitis, de modo que los atletas afectados con tendinitis rotuliana presentan mayor molestia en el desacelere al tomar tierra tras el salto (Cohen y colaboradores, 2008).

**1.1.6.2 factores intrínsecos de la tendinopatía rotuliana.** Sexo, edad, grupos sanguíneo, isquemia: cuando el tendón es sometido a carga extrema o comprimido por una

prominencia ósea, malformaciones, mal alineaciones: porque afecta la biomecánica de la articulación, rotula alta o baja: porque afectan directamente la posición del tendón rotuliano y, por ende, su biomecánica, desequilibrio funcional muscular, sobre peso y los cambios degenerativos del tendón (Abat y otros, 2021).

**1.1.6.3 factores extrínsecos de la tendinopatía rotuliana.** Sobre uso, métodos de entrenamiento, duración e intensidad excesiva del entrenamiento, déficit de adaptación fisiológica, incrementos súbitos en el programa de entrenamiento, error en la adaptación individual al entrenamiento, cambios de superficie, calentamiento inadecuado o insuficiente, recuperación insuficiente, carga y peso incorrecto para el tipo de paciente, sobre fatiga (Abat y otros, 2021).

**1.1.6.4 fisiopatología.** Según el futbol club Barcelona menciona en el 2015 que existen 4 modelos para poder explicar la fisiopatología de la tendinitis:

- Modelo tradicional: el sobre uso del tendón provoca inflamación y, por ende, dolor, caracterizando a la tendinitis rotuliana por tener un tendón blando, fibras de colágeno desorganizadas por aumento de sustancia fundamental y produciendo la degeneración de este y color amarillo oscuro en la porción inferior profunda del vértice de la rótula descrita como degeneración mucoide.
- Modelo mecánico: el dolor se atribuye a dos situaciones; una lesión de las fibras de colágeno y que también exista dolor en tendones intactos, en el caso del *impingement* tisular, el tendón se inserta en una localización donde sufre una compresión por parte del hueso.
- Modelo bioquímico: el dolor es causado por una irritación química debido a la hipoxia regional y falta de células fagocitarias para la eliminación de productos

nocivos de la actividad celular, por lo que el dolor en la tendinosis y tendinitis podría ser causado por factores bioquímicos que activan la sustancia p, los nociceptores y neuropéptidos; los nociceptores están localizados en los alerones rotulianos lateral y medial, la membrana sinovial, el periostio y grasa infrapatelar.

- **Modelo vasculonervioso:** basado en daño neural e hiperinervación, las fibras predisponentes a la sustancia p se localizan en la unión hueso-periostio-tendón, por lo que los microtraumatismos repetitivos en la inserción del tendón dan lugar a un proceso cíclico de isquemias repetidas a favor de la liberación de la sustancia p y factores de crecimiento facilitando la hiperinervación sensitiva nociceptiva en la inserción.

**1.1.6.5 epidemiología.** La tendinitis rotuliana representa el 30-45% de las lesiones que sufren los atletas involucrados en deportes de salto por lo que tiene un impacto significativo en el deporte, según un estudio realizado por Lian et al. 2005, muestra que un tercio de los atletas que necesitaron tratamiento por la tendinopatía rotuliana no pudieron regresar al deporte durante 6 meses como mínimo. Esta también puede afectar la vida laboral de los no deportistas, con tasas de prevalencia que oscilan entre el 8 y el 50% dependiendo de la actividad laboral.

**1.1.6.6 diagnóstico.** Este puede subdividirse en diagnóstico médico y diagnóstico fisioterapéutico.

**1.1.6.6.1 diagnóstico médico.** Se basa en pruebas complementarias para poder determinar clínicamente la lesión. Según el Club Barcelona, en 2015, describe que algunas de esas son:

- Ecografía: Es la más utilizada y actualmente también usada por los fisioterapeutas, debido a su fiabilidad y factibilidad, en esta prueba se observan las siguientes alteraciones en el tendón; áreas hipoeoicas, engrosamiento global de 7mm en el tendón rotuliano y más de 8mm en el aquileo.
- Resonancia magnética: Es menos utilizada que la ecografía, pero se mantiene entre los primeros lugares, esta proporciona imágenes con información considerable y aporta información sobre estructuras adyacentes.
- Radiografías: Si bien, esta no se necesita para tejido blando, el cuerpo médico lo ocupa para descartar lesiones óseas.

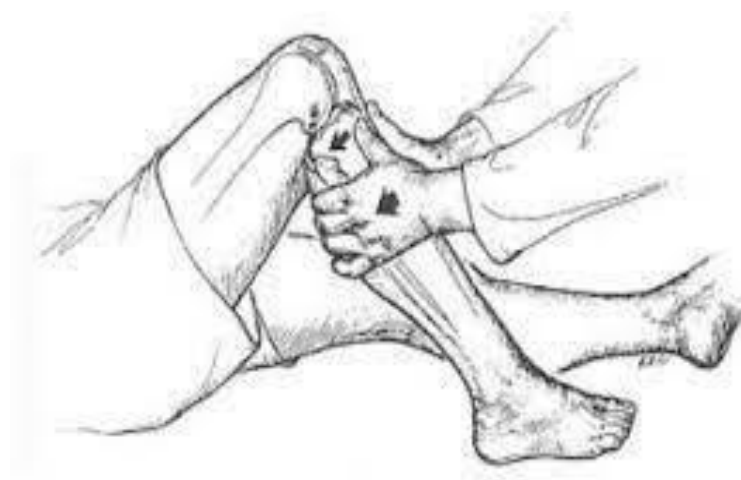
**Figura 15:** Pruebas médicas complementarias



Nota: Se observan los diferentes estudios médicos complementarios, en la imagen “A” se observa una ecografía, en la imagen “B” se observa una resonancia magnética y en la imagen “C” se observa una radiografía (mayoclinic.org, 2020).

Para el diagnóstico médico también suelen realizarse las pruebas diagnósticas en la exploración física para descartar daños en tejido blando, como, por ejemplo: test de McMurray para la exploración de meniscos, estrés en valgo y varo para valorar los ligamentos laterales, cajones anterior y posterior para valorar los ligamentos cruzados, entre otros (Hernández, 2014).

**Figura 16:** Pruebas diagnósticas



Nota: Se observa la prueba diagnóstica de cajón posterior para valorar la integridad del ligamento cruzado posterior (fisiocampus.com).

*1.1.6.6.2 diagnostico fisioterapéutico.* El paciente suele referir dolor a la palpación profunda del tendón, justo en la inserción en el vértice inferior de la rótula, es de tipo insidioso que inicia cuando el paciente realiza deporte, por lo que es importante preguntarle al paciente en que parte del deporte comienza el dolor para poder clasificar el tipo de tendinitis, es importante para determinar la patología realizarle pruebas que provoquen dolor, como la llamada “prueba de sentadilla con declinación de una sola pierna”, en la que se realiza una sentadilla a 30° de flexión de rodilla y con la otra en extensión, esta prueba

provoca una carga en el tendón rotuliano que provoca dolor cuando hay una existencia de tendinopatía, también, es importante evaluar a la palpación las zonas de dolor pero con la rodilla en extensión, ya que si se coloca en flexión se provoca una desensibilización del tendón por su elongación (Morgan y colaboradores, 2018).

**Figura 17:** Prueba de tendinitis.



Nota: Ejecución de la prueba de sentadilla con declinación de 30° para provocar un signo positivo a tendinitis rotuliana (Abat y colaboradores, 2021).

**1.1.6.7 tratamiento.** Este puede subdividirse en médico/quirúrgico, farmacológico, fisioterapéutico.

**1.1.6.7.1 tratamiento médico/quirúrgico.** Cuando existe dolor persistente o un daño importante en el tendón rotuliano, es necesario recurrir a la cirugía. Esta consiste en la extracción de la parte dañada del tejido inflamado o la realización de cortes pequeños en los costados del tendón rotuliano para disminuir la presión de la zona media. Posterior a la

cirugía, el paciente debe ser remitido a un programa de rehabilitación fisioterapéutica para una recuperación optima (Bonilla, 2017).

*1.1.6.7.2 tratamiento farmacológico.* Este conlleva sustancias tales como antiinflamatorios no esteroideos, corticoides, heparina, dextrosa, proloterapia con glucosa/ropivacaína/lidocaína, aprotinina, polidocanol, trinitrato de glicerol, glucosaminoglucanos polisulfatados, factores de crecimiento autólogos (plasma rico en plaquetas), células madre e inyecciones de grandes volúmenes guiadas por imágenes (Barcelona, 2012).

*1.1.6.7.3 tratamiento fisioterapéutico.* Este conlleva diferentes métodos como crioterapia utilizada en lesión aguda para la desinflamación, calor con el objetivo de vasodilatación, laser para la regeneración del tejido (aunque no todos los autores lo aprueban), método Cyriax (masaje transversal profundo en tendón), ultrasonido para producir efectos térmicos, mecánicos o analgésicos, estimulación eléctrica (TENS) para la producción de analgesia, ejercicio respetando los límites del paciente y por ultimo las ondas de choque con el fin de regenerar el tejido con rapidez (Bonilla, 2017).

**Tabla 4:** Tratamiento en tendinitis

<b>Estadio de curación</b>	<b>Día</b>	<b>Terapia</b>	<b>Objetivo</b>
<i>Inflamatoria</i>	0-6	Reposo, frío y electroterapia analgésica	Prevenir inflamación prolongada, rotura de nuevos vasos y fibras de colágeno y promover la síntesis de sustancia fundamental.
<i>Fibroblástica proliferativa</i>	5-21	Introducción gradual de estrés, electroterapia para aumento de síntesis de colágeno.	Incrementar el colágeno, incrementar su tamaño y alineación de las fibras.

Estadio de curación	Día	Terapia	Objetivo
<i>Remodelación</i>	De 21 para arriba	Estrés progresivo	Incrementar enlaces de tendón-ligamento, disminuir enlaces de capsula articular e incrementar el tamaño de las fibras.

Nota: Presentación de las fases de curación del tejido tendinoso, la terapia adecuada y el objetivo de la misma, elaboración propia con información de (Jurado, 2013)

**1.1.7 Sistema muscular.** Los músculos del cuerpo humano soportan un 40% del peso corporal, su función principal es producir movimiento a través de sus capacidades de contracción y elongación de forma coordinada, estos están fijados a los huesos mediante tendones los cuales van a determinar el origen y la inserción de este. Se pueden clasificar según su tipo de tejido en: músculo estriado (voluntario), liso (involuntario) y cardíaco (involuntario). Según la disposición de sus fibras: paralelos, fusiformes, circulares, triangulares, peniformes (unipeniforme, bipeniforme y multipeniforme). Por último, su función muscular: agonistas (principal efector) y antagonista (contrario al efector), (Jarmey, 2017).

Los músculos principalmente implicados en la rodilla se describen en la tabla a continuación:

**Tabla 5:** Musculatura de la rodilla

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Cuádriceps</b>	<u>Recto anterior:</u> Espina iliaca anteroinferior, surco situado por encima del reborde del acetábulo. <u>Vasto externo:</u> Porción proximal de la línea intertrocanterea, bordes anteroinferiores del trocánter mayor, labio	Borde proximal de la rótula, a través de ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia.	Extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior flexiona la articulación de la cadera.	Crural L2-4



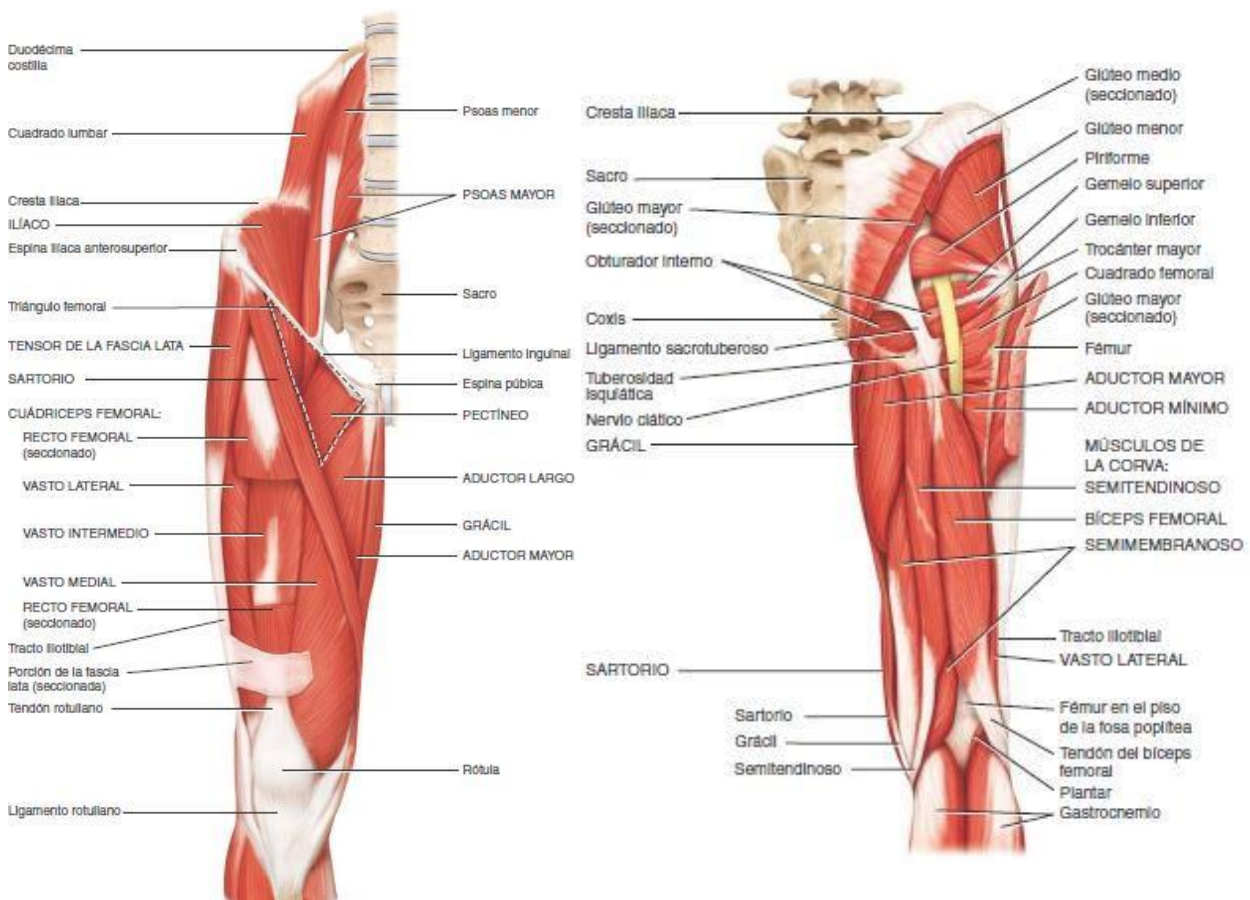
Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
	externo de la tuberosidad glútea, mitad proximal del labio externo de la línea áspera y tabique intermuscular externo. <u>Vasto medio:</u> Superficie anterior y externa de los 2/3 proximales del cuerpo del fémur, tercio distal de la línea áspera y tabique intermuscular externo. <u>Vasto Interno:</u> Mitad distal de la línea intertrocantérea, labio interno de la línea áspera, porción proximal de la línea supracondílea interna, tendones de los aductores largo y mayor y tabique intermuscular interno.			
<b>Bíceps Femoral</b>	<u>Porción larga:</u> porción distal del ligamento sacro tuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion. <u>Porción corta:</u> labio externo de la línea áspera, 2/3 proximales de la línea supracondílea y tabique intermuscular externo.	Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda del lado externo de la pierna.	Las porciones larga y corta producen flexión y rotación externa de la articulación de la rodilla y la porción larga contribuye a la rotación externa de cadera.	Porción larga: rama tibial del ciático L5, S1-3 Porción corta: rama peronea del ciático L5, S1-2
<b>Semi-tendinoso</b>	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común con la porción larga del bíceps femoral.	Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia	Produce flexión y rotación interna de la articulación de la rodilla. Extiende la	Rama tibial del ciático L4-5, S1-2

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
		profunda de la pierna.	cadera y participa en la rotación interna.	
<b>Semi-membranoso</b>	Tuberosidad del isquion en la porción proximal y externa con respecto al bíceps femoral y al semitendinoso	Cara postero interna de la meseta interna de la tibia.	Flexión y rotación interna de rodilla. Extiende la cadera y la rota interno.	Rama tibial del ciático L4-5, S1-2
<b>Recto interno (Grácil)</b>	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama inferior del pubis	Superficie interna de la tibia distal a la meseta, proximal a la inserción del semitendinoso y lateral a la inserción del sartorio.	Aducción de cadera, flexión y rotación interna de rodilla	Obturador L2, 3, 4
<b>Gastrocnemios</b>	<u>Porción interna:</u> porción proximal y posterior del cóndilo interno y porción adyacente del fémur y cápsula de la articulación de rodilla. <u>Porción externa:</u> cóndilo externo y superficie posterior del fémur y cápsula de la articulación de la rodilla.	Parte media de la superficie posterior del calcáneo	Flexores plantares de la articulación del tobillo y flexión de rodilla	Tibial S1, S2
<b>Poplíteo</b>	Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y ligamento poplíteo oblicuo de la articulación de la rodilla.	Área triangular proximal a la línea del sóleo sobre la superficie posterior de la tibia y fascia cobertura del músculo	Con origen fijo: rotación interna de la tibia y flexiona la rodilla, con la inserción fija: rotación externa del fémur y flexión de rodilla. (ayuda a	Tibial L4,5, S1

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
			reforzar lig. Posteriores de la rodilla).	

Nota: Musculatura que hace parte del movimiento de la rodilla (Kendalls, 2017).

**Figura 18:** Músculo cuádriceps e isquiofemorales



Nota: Se observa la musculatura de miembro inferior en una vista anterior y posterior (Tortora, 2013).

**1.1.8 Palancas y poleas.** Al ejecutar un movimiento los huesos actúan como palancas y las articulaciones como punto de apoyo. Una palanca es una estructura rígida que puede moverse alrededor de un punto fijo llamándolo “punto de apoyo o equilibrio”, sobre dos

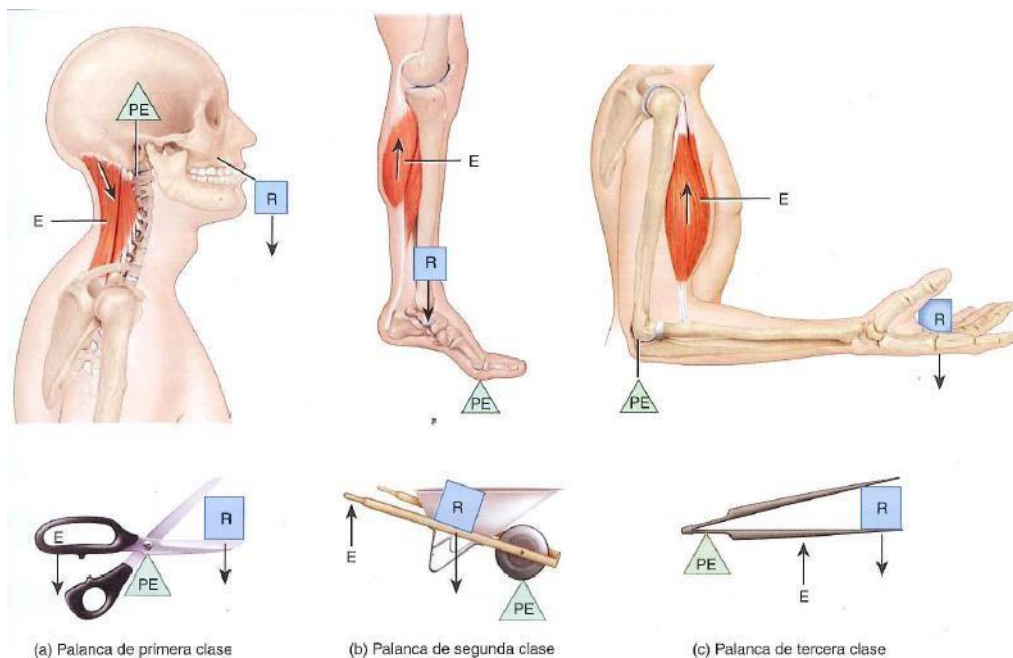
puntos distintos de una palanca actúan dos fuerzas distintas: la potencia (causa el movimiento) y la carga (se opone al movimiento). Las palancas se clasifican en tres puntos de acuerdo a la posición del punto de equilibrio, el esfuerzo y la carga (Tortora, 2018).

**Tabla 6:** Tipos de palancas y poleas.

<b>Tipo de palanca</b>	<b>Posición y función</b>	<b>Ejemplo</b>
<b><i>Primera clase</i></b>	El punto de apoyo se encuentra entre la potencia y la resistencia.	La cabeza descansando sobre la columna vertebral. (articulación atlantooccipital)
<b><i>Segunda clase</i></b>	La carga se encuentra entre el punto de equilibrio y el esfuerzo.	Pararse de puntillas.
<b><i>Tercera clase</i></b>	El esfuerzo se encuentra entre el punto de equilibrio y la carga.	La articulación del codo

Nota: Se describe y se ejemplifica cada una de las palancas en el cuerpo humano, elaboración propia con información de (Tortora, 2018).

**Figura 19:** Ejemplos de palancas y poleas.



Nota: Descripción gráfica de las palancas y poleas en el cuerpo humano, las letras (PE) representan el punto de equilibrio, (R) representa la carga y la (E) representa el esfuerzo (Tortora, 2018).

## 1.2 Antecedentes específicos

**1.2.1 Historia de la electroterapia.** En el año 600 a.C. Tales y Mileto dieron el primer porte acerca de los fenómenos eléctricos, para ese entonces ya se habían realizado algunos tratamientos en artralgias con la descarga eléctrica producida por un pez torpedo. El siguiente avance se realizó en el siglo XVI donde el médico de Inglaterra William Gilbert, publicó por primera vez un libro donde hablaba de las diferencias entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, se avanza hasta el siglo XVII donde se establecen las bases del desarrollo de la electroterapia, en 1789 Galvani descubre la corriente galvánica junto con Volta, ambos determinan el valor de la misma y se descubre que la electricidad puede

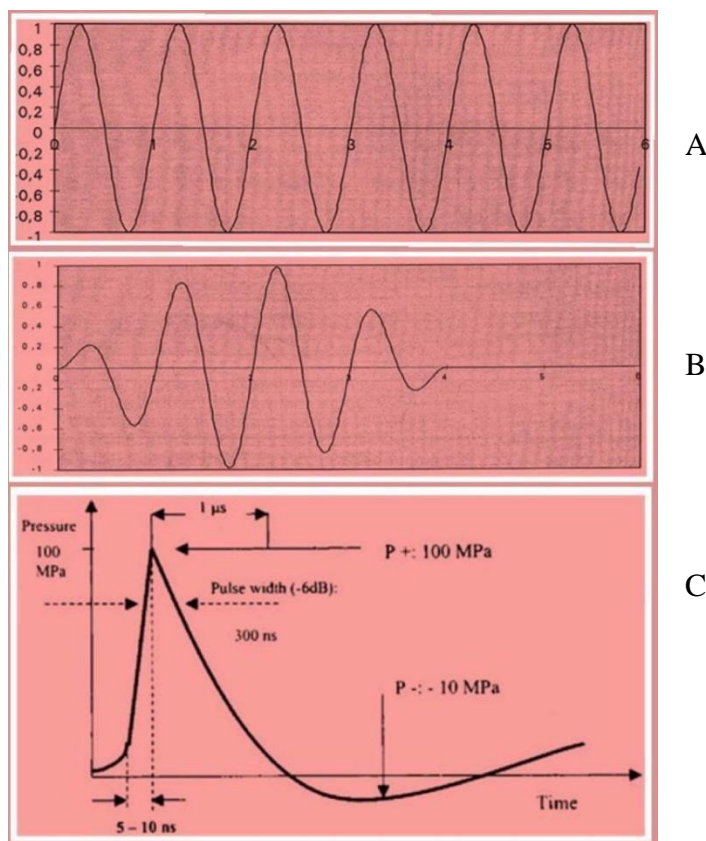
generar una contracción muscular, en 1831 Michael Faraday descubre el fenómeno de inducción terapéutica y se convierte en lo más nuevo del momento, en 1890 la electroterapia cae como inaplicable gracias a las críticas de Möebius, en el mismo año Duchenne de Boulogne inicia el electrodiagnóstico, describiendo el hecho de que ciertos músculos paralizados pueden conservar la excitabilidad inducida por la corriente farádica, mientras que otras la perdían, a finales del siglo XIX, D'Arsonval inicia a aplicar la alta frecuencia por lo que demostró la inexcitabilidad muscular y la producción de calor profundo, en 1910 Whitney da inicio a la diatermia por onda corta y en 1928 Schliephake da inicio a la diatermia por onda radar, a principios de los años 30 la electroterapia toma gran fuerza debido grandemente al lanzamiento del ultrasonido terapéutico, se finaliza en la segunda guerra mundial donde surge un estancamiento ya que comienza el auge de la farmacología e innovadores métodos de la kinesiología por lo que dejaron atrás a la electroterapia (Rodríguez, 2008).

**1.2.2 Historia de las ondas de choque.** Durante la segunda guerra mundial, se observó que el tejido pulmonar de ciertos náufragos, eran lastimados debido a la explosión de cargas de profundidad, aun, cuando no había dignos de violencia física, esto ayudó a comprobar que las ondas de choque extracorpóreas aplicadas electrohidráulicamente podían destruir placas de cerámica sumergidas en el agua, a finales de los años 50 fueron descritas las características físicas de las ondas de choque extracorpóreas generadas electromagnéticamente. En 1968 la interacción de las ondas de choque y el tejido biológico en animales fue investigado en Alemania y dieron como resultado el intentar destruir o desintegrar la litiasis en los riñones, posteriormente en 1980 se publicó el primer estudio clínico en un paciente que había sido sometido a litotricia extracorpórea por ondas de

choque con el fin destruir un cálculo renal. Desde entonces esta modalidad terapéutica ha revolucionado el tratamiento de la urolitiásis especialmente en los últimos años, debido al surgimiento de nuevos aparatos cada vez más perfeccionados que tienden siempre a mejorar la eficacia y minimizar los efectos secundarios. Desde 1985 se utilizan también para destruir cálculos en otras localizaciones como la vesícula, el conducto biliar, el páncreas o las glándulas salivales y a principios de los años 90 se publicaron los primeros informes sobre las ondas de choque extracorpóreas en tendinitis, ya que vieron buenos resultados condujeron el tratamiento hacia la epicondilitis y fascitis plantar (Serviat, 2015).

**1.2.3 Características de las ondas de choque.** Según la sociedad española de tratamientos con ondas de choque en 2022, el sonido son ondas mecánicas elásticas o también llamadas ondas de presión, la mayoría de ondas simples presentan una secuencia sinusoidal con fases de presión positiva y negativa. Cuando la vibración de una frecuencia sobrepasa el espectro audible al ser humano (16.000-20000 Hz) se le denomina “ultrasonido”, lo contrario a este es un pulso sónico que comprende una fase corta de uno o pocos periodos de señal. Una onda de choque, es una onda sónica que se eleva por encima de la presión atmosférica en nanosegundos (9-10s) alcanzando una presión de 100MPa (megapascal) y después aminora exponencialmente en 1-5ms, hasta llegar a la presión atmosférica atravesando por una fase de presión negativa de 10MPa

**Figura 20:** Características físicas de las ondas



Nota: En la imagen “A” se observa una onda sonora normal, en la “B” se observa una onda sonora que deja de ser audible para el ser humano y por último en la “C” se observa una onda de choque y su drástica elevación y descenso (Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque, 2022).

**1.2.4 Ondas de choque extracorpóreas.** La onda de choque es una onda acústica que transporta energía hasta los puntos dolorosos y tejidos fibrosos o musculo-esqueléticos, con condiciones subagudas y crónicas. Esta energía produce cicatrización, regeneración y reparación en tendones y tejido blando. Algunos efectos terapéuticos pueden ser la disminución de la tensión muscular, disminuyendo espasmos, mejora de la dispersión de la sustancia p, aumento de la producción de colágeno, metabolismo y microcirculación mejorados y disolución de los fibroblastos calcificados (BTL, 2018).



Las ondas de choque tienen una fase positiva y una fase negativa las cuales tienen un efecto sobre las interfaces de los tejidos, cuando se habla de la fase positiva se menciona que las ondas de choque de presión alta golpean una interfaz provocando reflejos, o se absorberse progresivamente la onda y cuando habla de la fase negativa o también llamada fase de tensión, se forman cavidades en las interfaces del tejido, en las cuales se crean burbujas de aire produciendo una presión negativa que posteriormente implosionarán a velocidades muy altas originando una segunda oleada de la ondas de choque. Las ondas tienen dos efectos; en el primario se generan fuerzas directas mecánicas dando lugar a un pulso de energía beneficioso concentrado en la zona donde se realiza el tratamiento y el secundario que genera fuerzas mecánicas indirectas por cavitación que dan lugar a un efecto negativo o daño en los tejidos (Ritz, 2007).

*1.2.4.1 métodos de generación de ondas.* Existen 3 técnicas principales mediante la aplicación de las ondas de choque, cada una representa una técnica diferente, sin embargo, todas dependen de la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica. 1. La generación electrohidráulica de las ondas de choque con el principio electrohidráulico, representa la primera generación de los dispositivos en ortopedia, se aplica un alto voltaje de un condensador cargado a través de electrodos dentro de un reflector lleno de agua en forma de elipsoide, la chispa resultante calienta y vaporiza el agua circundante generando una burbuja de vapor, por lo que la extensión de esta va a producir un pulso acústico positivo y la implosión subsecuente producirá un pulso negativo la colocación exacta del dispositivo asegura que el punto focal está dentro de la región anatómica deseada; los dispositivos electrohidráulicos se caracterizan generalmente por tener unos diámetros bastante grandes de volumen focal y con una alta energía total dentro de ese volumen; 2. El principio electromagnético, este utiliza una bobina electromagnética y una membrana de

metal en oposición por lo que una corriente eléctrica pasa a través de una bobina para producir un campo magnético variable que alternadamente produce una alta corriente en la membrana que está opuesta al metal, este campo entonces causa una fuerza en la membrana adyacente comprimiendo el medio líquido circundante para producir una onda expansiva; 3. El principio piezoeléctrico, que se produce en el interior de una esfera con un gran número de cristales piezoeléctricos los cuales reciben una descarga eléctrica rápida causando deformación en contracción y extensión, los cristales piezoeléctricos inducen un pulso de presión en el agua circundante creando así, una onda de choque (García, 2018).

**Figura 21:** Generadores de ondas.

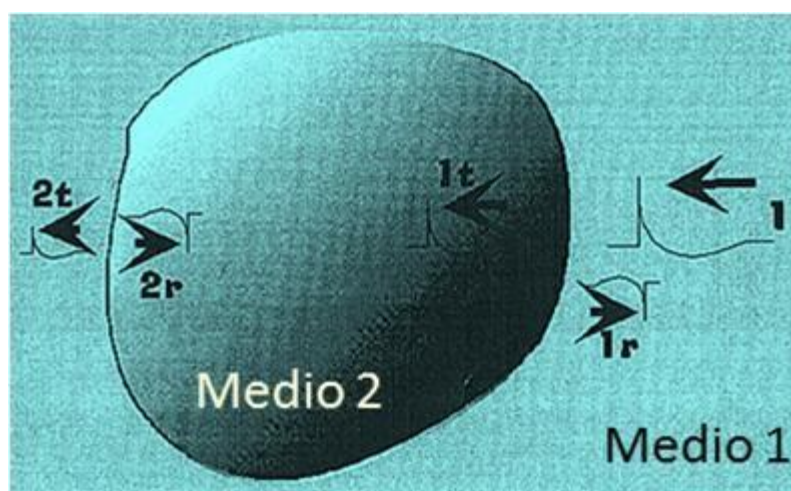


Nota: Descripción visual de los generadores de ondas de choque (Otero, 2018).

**1.2.5 Efectos mecánicos de las ondas de choque.** A la resistencia que ofrecen los tejidos del cuerpo humano al paso de las ondas de choque se le denomina “impedancia” su unidad de medida es el Ohm ( $\Omega$ ), algunos de los tejidos con su respectiva impedancia son:

el aire con una impedancia de  $429\Omega$ , tejido graso de  $1.33\Omega$ , tejido muscular de  $1.67\Omega$  y hueso de  $4.3 - 6.6 \Omega$ . Cuando la impedancia es de dos medios diferentes por ejemplo grasa-músculo, la onda se refleja hacia el medio 1 y la otra se transmite al medio 2. Si la impedancia del medio 2 es menor a la del medio 1, la presión que se refleja es negativa, cuando la transición es de un órgano con aire, la mayoría de la energía se refleja y no se transmite al medio 2, provocando desgarros y rotura de órganos como el pulmón o intestinos (Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque, 2022).

**Figura 22:** Medios de reflexión



Nota: Se observan los medios y la reflexión de las ondas en los mismos (sociedad española de tratamiento con ondas de choque, 2022).

**Tabla 7:** Porcentaje de reflexión de los tejidos

Tejidos	Presión reflejada	Energía de sonido reflejada	Energía de sonido transmitida
Agua-Grasa	-5%	0.25%	99.75%
Grasa-Músculo	11%	1.2%	98.8%
Músculo-Grasa	-11%	1.2%	98.8%
Músculo-Hueso	44-60%	19-36%	81-64%
Músculo-Aire	-99.9%	99.9%	0.1%

Nota: Se observan los porcentajes de reflexión de los tejidos en los medios (sociedad española de tratamiento con ondas de choque, 2022).

**1.2.6 Tipos de ondas de choque extracorpóreas.** Las ondas de choque se dividen en dos:

- Onda de choque focal: que genera un campo de presión convergente de la zona que ha sido seleccionada en el tejido dando lugar a una presión máxima, esta tiene una propagación focalizada o lineal más profunda y también presenta retardo para la consolidación, esta genera una alta presión y corta duración. Existen tres maneras de originar este tipo de ondas de choque y cabe recalcar que todos ellos tienen en común que se originan a través del agua ya que la impedancia del agua y del tejido es parecido, transfiriéndose mejor las ondas a través del cuerpo, también, implican la conversión de energía eléctrica a energía mecánica por lo que la diferencia entre estos recae en el momento en el que la onda de choque toma forma; la primera manera es el electrohidráulico que produce la onda de choque de manera instantánea, convierte la misma de acústica a plana y tiene un área de enfoque mayor, la segunda es el electromagnético el cual, va a producir sus ondas de manera tardía y la va a convertir de acústica a plana y el tercero es el piezoeléctrico que al igual que el anterior produce sus ondas de manera tardía y tiene un área de enfoque más pequeño.
- Ondas de choque radiales: esta onda genera un campo de presión divergente produciendo una presión máxima en la fuente y no en el parámetro seleccionado del cuerpo, esta no se produce en el agua y genera ondas de menor presión, mayor duración y mayor rapidez. Por lo que se produce mediante la aceleración de un proyectil usando aire comprimido, este golpea sobre el aplicador y genera una onda de presión muy eficaz para encontrar puntos gatillo activos ya que por la zona donde

pasa el distanciador, produce una sensación de dolor (el distanciador se colocará a menos distancia si el objetivo es llegar a tejido profundo, aplicando tanto para las ondas de choque focales y radiales). Para diferenciar los dos tipos de ondas, la expresión de “terapia de activación de ondas extracorpóreas” se usa para este tipo de onda, aunque también se les aplica la expresión a las ondas de choque focales y no focales, debido a que todas las ondas acústicas tienen una señal como impulso (García, 2018).

**Figura 23:** Tipos de onda de choque.



Nota: Visualización de los tipos de aplicación de las ondas de choque y su capacidad de abarcamiento según la zona blanco o zona de tratamiento (BTL, 2018).

**1.2.7 Parámetros de aplicación.** La mayoría de los autores muestra resultados satisfactorios con una o dos sesiones que se pueden repetir a los 7 días haya o no mejoría

Nota: Parámetros de aplicación segura de las ondas de choque de tipo focal (Dreisilker, 2010).  
según sea la patología y a tolerancia del paciente, el tiempo de aplicación oscila entre los 15 y 20 minutos. Existen dos clasificaciones: ondas de baja ( $<0.1\text{mJ/mm}^2$ ) y alta energía ( $0.2\text{-}0.4\text{mJ/mm}^2$ ) (Alguacil y colaborador, 2002).

**Tabla 8:** Parámetros de ondas focales.

Nivel de Energía	0.15-0.3mJ/mm2
Frecuencia	3 Hz localización 4-6 Hz terapia
Pulsos	1800-2000
Intervalos	10-14 días
Número de sesiones	3-5 sesiones

Nota: parámetros de aplicación segura de las ondas de choque de tipo focal (Dreisilker, 2010).

**Tabla 9:** Parámetros de ondas radiales.

Nivel de energía	1.8-2.2 bar
Frecuencia	15-21 Hz localización 10-12 Hz terapia
Pulsos	1500-2000
Intervalos	10-14 días
Número de sesiones	3-5 sesiones

Nota: Parámetros de aplicación segura de las ondas de choque de tipo radial (Dreisilker, 2010).

**Tabla 10:** Aplicación estándar para la tendinitis rotuliana

<b>Focal</b>	<b>Radial</b>
0,08 hasta 0,2 mj/mm2	>2 Bar
5 Hz	8-10 Hz
mm2 1.000-3.000 impulsos	2.000 impulsos
1-2 sesiones	3-5 sesiones

Nota: Se observa la aplicación estándar en la patología de tendinitis rotuliana (García, 2018).

Según Rodríguez en 2008 cuando hablamos de los parámetros de aplicación, también es importante recalcar:

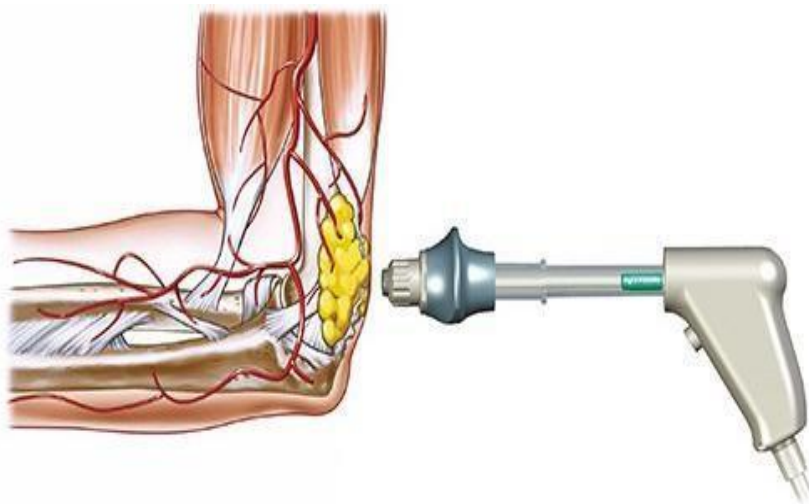
- Nivel de energía: Es la cantidad de electrones que pasan por un punto en un segundo.
- Frecuencia: Número de veces que se repite el impulso en un segundo.
- Pulsos: es el tiempo desde el principio hasta el final de todas las fases más el intervalo de interfase dentro de un solo pulso medido en microsegundos.
- Intervalos: es el tiempo que recorre la onda de choque de una distancia hacia otra.
- Número de sesiones: Se aplica entre 3 y 5 sesiones dejando un reposo de 3 a 10 días entre medias, según el tipo de patología y la evolución del paciente.

**1.2.8 Efectos fisiológicos de las ondas de choque.** La mecanotransducción, que es el proceso de transducción de señales celulares en respuesta a un estímulo mecánico generado, a consecuencia de este el aporte sanguíneo se ve favorecido por la angiogénesis que produce un aumento de células madre, efectos biológicos generados por las ondas de choque, como aumento de la permeabilidad de la membrana, estimulación de la micro circulación, eliminación de sustancia P, efecto antibacteriano y estimulación de células madre (Puente, 2015).

Los efectos de las ondas de choque sobre el dolor, actúa aumentando el umbral del dolor debido a la estimulación axonal y el bloqueo de las terminaciones nerviosas, la neovascularización generada por las ondas de choque es debido a microrotura de los capilares y la migración de células endoteliales, lo cual, desencadena una dilatación vascular y angiogénesis activa en el área por medio de los factores de crecimiento, en cuanto al tejido conjuntivo produce una reparación y cicatrización del tejido debido al aumento del metabolismo tisular por efecto inflamatorio de las ondas de choque. Los mediadores de la

inflamación son degradados por la hiperemia e hipervascularización generada (Albornoz y colaboradores, 2016)

**Figura 24:** Transmisión de las ondas de choque



Nota: Visualización de transmisión de las ondas de choque al tejido blando (García, 2018).

Algunas de las ventajas de la utilización de las ondas de choque como tratamiento pueden ser: no invasivo, efectos antiinflamatorios, aumenta la microcirculación, fácil de aplicar, permite trabajar con geles que contengan principios activos que potencien el beneficio, etc.

**1.2.9 Indicaciones, contraindicaciones y precauciones.** Las indicaciones más comunes para la aplicación de las ondas de choque son:

- Hombro doloroso
- Codo de tenista
- Dolor en la palma de la muñeca
- Dolor en la zona de la ingle



- Rodilla de saltador
- Bursitis de cadera
- Síndrome del tibial anterior
- Espolón calcáneo, entre otros

Las contraindicaciones definitivas para el uso de las ondas de choque son:

- Prótesis metálica en la zona a tratar
- Marcapasos cardíacos,
- Hepatitis
- Patología hepática de otra índole que alteren enzimas.

Las precauciones a tomar en la aplicación de las ondas de choque son:

- Por encima de los tejidos llenos de aire (pulmón)
- En áreas de nervios y vasos grandes, como la columna y la cabeza.
- Como efectos secundarios se plantea enrojecimiento, petequias y lesiones de la piel (Dermotec, 2020).

**Figura 25:** Porcentaje de buenos resultados.

% DE BUENOS RESULTADOS								
	Tend. Supra.	T. Cal. Hombro	Epicondilitis	Epitrocleítis	Tend. Rotul.	Tend. Aquil.	Fascitis Plantar	Espol. Calc.
Cobian Gonz. (507)	89	70,2	75	0	77,5	54	80	85,5
Brunet Guedj (83)		75	83		70,6	70,6	57	
Vanden Steene (187)	69	66	83	33	73	81	83	
Genty (68)			68		90	62	66	90
Middleton (79)			66		84,4	66		
Haupt Lohrer (259)	83		87					81

Nota: visualización del porcentaje de buenos resultados que ha tenido la aplicación de las ondas de choque en las diferentes patologías (Ritz, 2007).

**Figura 26:** Estudio de efectividad de las ondas de choque

Casos	UCLA Score	Retorno al trabajo (semanas)	Complicaciones
52, Cirugía abierta	83% satisfactorio a 24 meses 15% quedaban restos de calcio	54% volvió de 2 a 6 semanas 23% entre 7 a 12 semanas	Infección 1
59, Ondas de choque	61% satisfactorio a 24 meses (40% reabsorción completa calcio, 48% reabsorción parcial, 12% sin cambios)	92% volvió en 2 semanas 8% volvió entre 2 y 6 semanas	No hay registro de complicación

Nota. Estudio comparativo del tratamiento quirúrgico abierto vs la aplicación de las ondas de choque en cuando a su efectividad y recuperación realizado por (Ritz, 2007).

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

En el siguiente capítulo se brindará información actualizada sobre la tendinitis rotuliana y las características de las ondas de choque para establecer una línea de investigación que pueda determinar su uso como medio de tratamiento para esta patología. Se tomarán en cuenta datos epidemiológicos, así como la incidencia a nivel mundial para poder enlazar la pregunta de investigación con la técnica a aplicar. El tema fue elegido debido a la recurrencia de dicha patología y de la innovación de la aplicación de las ondas de choque para tratar la misma en el ámbito fisioterapéutico, por ello, mediante revisión bibliográfica se pretende dar a conocer los parámetros de aplicación, indicaciones y contraindicaciones.

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

Bonilla y colaboradores en el 2017 indican que la tendinitis rotuliana o también llamada “rodilla del saltador” se puede definir como una lesión que consta de un daño o inflamación en el tendón de la patela causado por sobrecarga, movimientos repetitivos o incluso por deformidades anatómicas que conlleven un cambio en el eje de cadera-rodilla-tobillo. Esta patología puede clasificarse en 4 estadios según Blazina 1973, enfocándonos en nuestro

objeto de estudio, el autor menciona que en el estadio 3 existe dolor presente durante y después de la actividad física, provocando que el paciente se vea obligado a dejar de realizar dicha actividad.

El tendón de la patela tiene como función conectar la rótula con la tibia y trabaja con la musculatura anterior de la rodilla para permitir la extensión de la misma de modo que la rodilla sea capaz de saltar, caminar o correr, por lo que esta lesión no solo afectará a los deportistas si no a cualquier persona cuya actividad habitual conlleve el sobreuso o sobre exigencia de esta acción (Melena, 2022)

Cuando se habla de tendinitis rotuliana es importante mencionar los datos epidemiológicos, por lo que en el año 2012, F. Araya Quintanilla y colaboradores describieron mediante una revista que la tendinitis rotuliana suele presentarse comúnmente en deportistas de alta demanda tales como los basquetbolistas, voleibolistas o incluso corredores, los datos obtenidos de dicha revista muestran que los deportes antes mencionados tienen como incidencia entre un 40 y 50%, sin embargo, también se mostró una prevalencia del 14% en deportes recreacionales.

O'Reilly en 2017, define a las ondas de choque como ondas de presión amplificadas, las cuales provocan liberación de energía, esta se expande y viaja a lo largo del cuerpo obedeciendo las leyes acústicas sin causar dolor tisular ni modificaciones térmicas de los tejidos. Las ondas de choque extracorpóreas tienen efectos analgésicos, de resorción ósea y osteoinductiva y sin efectos colaterales importantes, sin embargo, la aplicación de la misma puede llegar a ser un tanto dolorosa. (Martínez, 2005).

Con respecto a lo anterior se da a conocer la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan tendinitis rotuliana en estadio 3?

## **2.2 Justificación**

El presente trabajo de investigación pretende ser una fuente confiable de consulta sobre la tendinitis rotuliana, su etiología, anatomía, fisiopatología, signos y síntomas que pueda presentar el paciente en la consulta y si es indicado o contraindicado la aplicación de las ondas de choque como su tratamiento.

Los datos epidemiológicos que expone Jiménez, V. en 2017 consisten en que entre el 30 y 50% de las lesiones del aparato locomotor, son tendinosas y causadas por sobre uso, en un estudio realizado por el mismo autor, se tomaron a 891 jugadores ecuatorianos de ambos sexos amateur en las disciplinas de básquet, voley, balonmano, korfbal, futbol, hockey de campo y deportes de pista y campo, 76 de ellos presentaron “rodilla de saltador”, conformando así el 8,5%, la incidencia obtenida de este estudio deja al género masculino en primer lugar con el 10,2% y al femenino con 6,4%.

La rodilla al trabajar con ligamentos, tendones y músculos tiene un movimiento libre, sin embargo, cuando existe una lesión se comienzan a dar restricciones en las actividades de la vida diaria tales como agacharse, subir gradas, caminar largas distancias, sentarse, entre otras, esto debido a algunos síntomas y signos que produce la tendinitis rotuliana como los son la rigidez, dolor, debilidad de la musculatura y la inflamación del tendón. (Bonilla y otros, 2017)

El tratamiento fisioterapéutico en general se basa en aplicar diferentes agentes físicos que ayuden a desinflamar y disminuir el dolor en la fase aguda, algunos de ellos pueden ser: reposo, compresión, aplicación de frío o calor con diferentes métodos, la aplicación de

laser, ultrasonido, electroterapia, entre otros. Y el tratamiento médico podría constar en fármacos y cirugía. (Bonilla y otros, 2017)

El tratamiento está dirigido a todos los pacientes que refieran este tipo de patología, sin embargo, es importante tomar en cuenta las indicaciones y contraindicaciones del mismo para que no se empeore la lesión o se adquiriera una nueva. En el 2015 Puente, P. realizó una tesis con la hipótesis que los pacientes que aplicaban las ondas de choque en su tratamiento de tendinitis rotuliana crónica posterior a no haber obtenido mejoría alguna con la terapia convencional tenía una mejora notable en cuanto al dolor y reincorporación en las actividades.

Las ondas de choque por otro lado, es un medio innovador de la fisioterapia que consiste en la aplicación de un pulso de onda mecánica positiva con capacidad de llegar a tejidos profundos del cuerpo, con la disminución del dolor y la rápida reintegración del paciente en sus actividades de la vida diaria. Las ondas de choque trabajan con modificaciones en las fibras de colágeno, cambiando su permeabilidad y favoreciendo el metabolismo del tejido. (Puente, 2015)

## **2.3 Objetivos**

**2.3.1 Objetivo general.** Describir mediante revisión bibliográfica los efectos fisiológicos de la aplicación de ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presenten tendinitis rotuliana en estadio 3.

**2.3.2 Objetivos específicos.** Describir la mecánica de la lesión de la tendinitis rotuliana con el fin de entender el proceso de alteración funcional del paciente.

- Enunciar los beneficios fisiológicos en el tendón rotuliano causados por la aplicación de las ondas de choque.
- Señalar las indicaciones y contraindicaciones que se deben tomar en cuenta para la aplicación de las ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan en la tendinitis rotuliana en el estadio 3.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

Este capítulo tiene como finalidad dar a conocer el tipo de investigación que se presenta en este trabajo como también mencionar los buscadores que son utilizados para la recolecta de información sobre la tendinitis rotuliana y la aplicación de las ondas de choque en dicha patología, por otro lado, se enlistan los criterios de inclusión y exclusión con el fin de delimitar la información analizada y por consiguiente responder a los objetivos planteados con anterioridad.

#### **3.1 Materiales**

Para la siguiente investigación se toman en cuenta artículos científicos de las siguientes bases de datos: PubMed, PEDro, Medigraphic, Elsevier, Scielo y Google Académico. Además, se utilizan libros, tesis doctorales, de maestría y pregrado de diferentes universidades y revistas médicas de diferentes partes del mundo y páginas web de fuentes oficiales. Esto brindó información sobre la patología, fisiopatología, epidemiología y la aplicación de las ondas de choque como posible tratamiento.

La recolección de la información a utilizar y la evidencia científica se basa a partir de la búsqueda de las siguientes palabras clave: tendinitis, rotuliana, ondas, choque, patellar, tendinopathy, shockwaves.



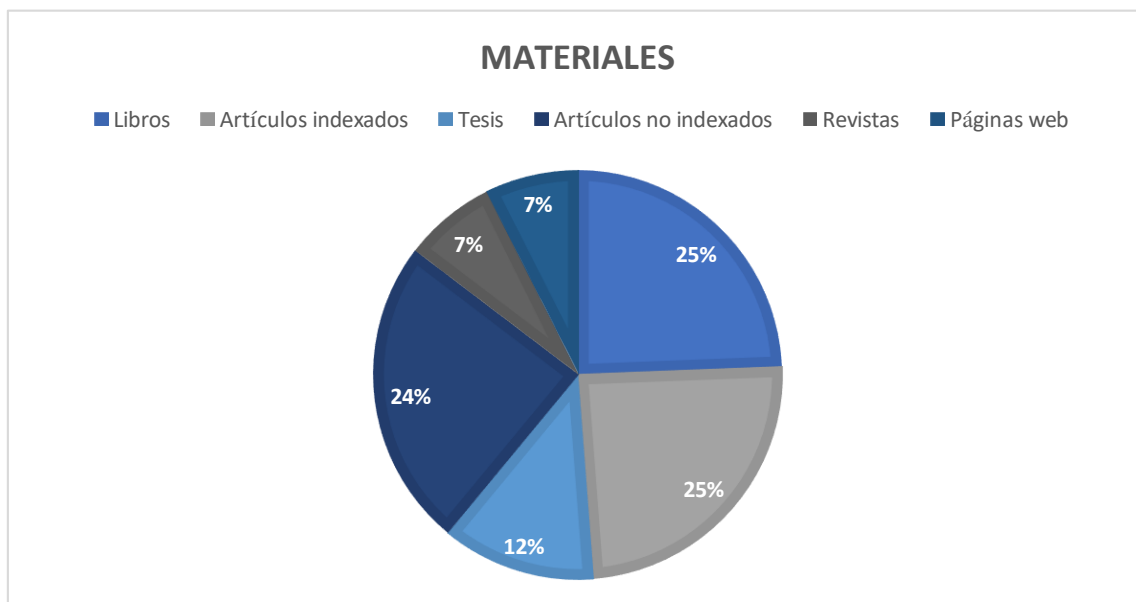
**Tabla 11:** Definición de las bases de datos

Base de datos	Definición	Palabras clave
<b>PubMed</b>	Es una base de datos, de acceso libre y especializada en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas. Por su cobertura temática, las revistas incluidas (más de 80 relacionadas con reumatología), su terminología biomédica y su constante actualización, es de consulta obligada por los reumatólogos necesitados de información relevante (Trueba y otros, 2010).	Shock Waves
<b>Elsevier</b>	Es el líder mundial de información biomédica. Con un gran número de revistas, Elsevier ayuda y acompaña a los profesionales en el desarrollo de la práctica diaria y la formación continua (Elsevier, 2022).	Ondas Choque
<b>Scielo</b>	Publicación y difusión electrónica de revistas científicas, su origen y evolución, su metodología, componentes, servicios y potencialidades (Canales y otros, 2009).	Patellar Tendinopathy
<b>Google académico</b>	Es un buscador que te permite localizar documentos académicos como artículos, tesis, libros y resúmenes de fuentes diversas como editoriales universitarias, asociaciones profesionales, repositorios de preprints, universidades y otras organizaciones académicas.	Ondas de choque Terapia
<b>PEDro</b>	Base de acceso libre con más de 56,000 datos, documentos, ensayos, revisiones y guías de intervención fisioterapéuticos (PEDro, 2022).	Tendinitis Estadio 3
<b>Medigraphic</b>	Empresa editorial especializada en el ramo biomédico y científico (Medigraphic, 2020).	Tendinitis Rotuliana

Nota: Descripción y palabras clave de las bases de datos utilizadas para esta investigación (Elaboración propia).

El porcentaje de utilización total de los materiales se divide en: 43 revisiones bibliográficas divididas en libros 25%, artículos indexados 25%, tesis 12%, artículos no indexados 24%, revistas 7% y por último páginas web 7%.

**Grafica 1: Porcentaje de material utilizado**



Nota: Porcentajes de utilización de los materiales (Elaboración propia).

## 3.2 Métodos

**3.2.1 Enfoque de investigación.** La presente investigación posee un enfoque cualitativo, su principal característica es que utiliza la recolección y análisis de datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de la interpretación. (Hernández, 2017).

Este trabajo posee ese enfoque debido a que las variables del mismo han sido investigadas de fuentes primarias con base a la técnica de recolección de palabras clave, con el fin de poder describirlas en el contexto; como también, comprender la relación y

realizar un análisis interpretativo de las variables tanto dependiente que es la tendinitis rotuliana como la independiente que son las ondas de choque.

**3.2.2 Tipo de estudio.** El presente trabajo se considera de tipo descriptivo. Este tipo pretende especificar las propiedades, características, procesos y rasgos importantes de todo lo analizado. Describe las tendencias de un grupo de población, esto con el fin de recoger únicamente la información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (Hernández, 2017).

Este trabajo según su tipo considera como patología a la tendinitis rotuliana describiendo los componentes como la anatomía, biomecánica y fisiología. También, se enumeran los conceptos como la definición para mejorar la comprensión del tema de estudio con respecto a las ondas de choque en dicha patología para el manejo del dolor y los efectos que se obtienen.

**3.2.3 Método de estudio.** El presente trabajo se desarrolla con base al método de análisis y síntesis, no se considera otro método de estudio. El método analítico es definido 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 (Bernal, 2010).

Se busca desarrollar un análisis de la información adquirida acerca de los efectos terapéuticos y fisiológicos de las ondas de choque como tratamiento para la patología de tendinitis rotuliana.

**3.2.4 Diseño de la investigación.** El presente trabajo se desarrolla con base al diseño no experimental y de corte trasversal. Este se realiza sin la manipulación de las variables y

tiene como fundamento la prueba de una hipótesis y busca que las conclusiones lleven a la formulación o al contraste de los principios científicos. (Bernal, 2010).

El diseño transversal considera el tiempo en el que se recolectan los datos teniendo como su objetivo la descripción de las variables y su relación entre sí en un determinado tiempo. (Baena, 2017).

Se tiene como propósito realizar un diseño de investigación que permita recuperar los datos y variables de las fuentes confiables sin ser alterados. Se considera que es de corte transversal debido que se tiene una fecha de inicio y una de finalización.

**3.2.5 Criterios de selección.** Es la delimitación de características de búsqueda con el fin de tomar en cuenta únicamente los criterios necesarios al realizar un trabajo (Baena, 2017).

Para este trabajo se tomaron en cuenta ciertos criterios de selección, los cuales se detallan a continuación:

**Tabla 12:** Criterios de inclusión y exclusión

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Artículos científicos indexados y no indexados, provenientes de fuentes con respaldo científico.	Información que no provenga de buscadores confiables.
Artículos científicos, libros y páginas web que hablen sobre la tendinitis rotuliana.	Artículos científicos, revistas y páginas web que hablen sobre otro tipo de tendinitis.
Artículos científicos con vigencia de 10 años de antigüedad.	Artículos científicos que tengan vigencia mayor a 10 años de antigüedad.
Libros, artículos y páginas web que expliquen el componente de la rodilla.	Libros que no especifiquen la anatomía del componente de la rodilla.
Artículos científicos que estén en español e inglés.	Artículos científicos que estén en otro idioma que no sea español o inglés.
Artículos científicos, libros y revistas que hablen sobre la historia de las ondas de choque.	Artículos científicos, revistas y páginas web que no tengan un respaldo científico.
Revistas, artículos científicos y páginas web que hablen sobre la clasificación tendinitis rotuliana.	Artículos científicos, libros o páginas web que no hablen sobre el tendón y sus componentes.

Páginas web, artículos científicos o libros que hablen sobre los parámetros de aplicación de las ondas de choque.	Artículos científicos, libros y revistas que no hablen sobre los parámetros de las ondas.
Artículos científicos o libros que hablen sobre la biomecánica de la rodilla	Artículos científicos y revistas que no explique la aplicación de las ondas de choque como tratamiento.
Artículos científicos, libros y páginas web que hablen sobre el tendón y sus componentes.	Artículos científicos, revistas y páginas web que no hablen sobre la historia de las ondas.

Nota: Criterios de inclusión y exclusión tomados para este trabajo de investigación, elaboración propia.

### 3.3 Variables

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 (Fidias, 2012).

**3.3.1 Variable independiente.** La variable independiente es la que se toma en cuenta como posible causa en una relación entre variables (es la condición del antecedente). (Hernández, 2017). Otra definición según Baena (2017), nos dice que la variable independiente es la característica o propiedad que se supone es la causa del fenómeno que no se puede controlar. En esta revisión bibliográfica se considera como variable independiente las ondas de choque.

**3.3.2 Variable dependiente.** Es el efecto provocado por dicha causa y se le denomina variable dependiente (consecuente). Hernández (2017). Otra definición según Baena (2017) nos dice que la variable dependiente es aquella cuyas modalidades o valores están en relación con los cambios de la variable independiente, pero que es controlable científicamente. En esta investigación se considera como variable dependiente la patología de tendinitis rotuliana.

**3.3.3 Operacionalización de variables.** Bernal en 2010 menciona que “operacionalizar una variable significa traducir la variable a indicadores, es decir, traducir los conceptos hipotéticos a unidades de medición.” La tabla a continuación muestra las variables tomadas en cuenta para este trabajo de investigación y sus definiciones.

**Tabla 13:** Operacionalización de las variables

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuente</b>
<b>Independiente</b>	Ondas de choque	Son impulsos acústicos de presión mecánica que transmiten gran energía al interior del tejido desde la superficie de la piel desencadenando procesos de curación y analgesia	Producción de nuevos vasos sanguíneos, mejorando el suministro de la sangre y oxígeno, produce reducción de la inflamación y reducción de la sustancia p	BTL, (2018)
<b>Dependiente</b>	Tendinitis Rotuliana	lesión que se produce por sobrecarga y movimientos repetitivos que causan daño o irritación en los tejidos	Producción de inflamación debido a una hiperactividad celular en el tendón que puede aliviarse con la aplicación de ondas de choque.	Jurado bueno, (2013)

Nota: En la tabla descrita anteriormente se observa las variables y su descripción utilizadas para este trabajo de investigación, elaboración propia.

## Capítulo IV

### Resultados

En este último capítulo se pretende dar a conocer los resultados obtenidos del trabajo de investigación realizado, como también se realiza una discusión entre los autores con el fin de concluir si los objetivos planteados fueron alcanzados y evidenciados.

#### 4.1 Resultados

Mecánica de la lesión de la tendinitis rotuliana con el fin de entender el proceso de alteración funcional del paciente.

**Tabla 14:** Mecánica de lesión según Canosa

<b>Autor y año</b>	Canosa et al, (2022).
<b>Título</b>	Current understanding of the diagnosis and management of the tendinopathy: An update from the lab to the clinical practice.
<b>Estudio</b>	Se llevó a cabo un estudio que contiene un diseño transversal en un laboratorio universitario de Madrid, de carácter experimental. La duración de este estudio fue de agosto 2020 a principios de octubre del 2020. Se incluyeron 30 pacientes [15 femeninas y 15 masculinos] que se ofrecieron voluntariamente, sin embargo, tenían que cumplir con los siguientes criterios de inclusión: comprender las edades de 23 a 25 años, presentar tendinitis rotuliana, altura de 1.8 m, masa de 80kg e índice de masa corporal 25.7. Los participantes fueron sometidos a distintas actividades físicas como salto de potencia, extensión isométrica, trote y sentadilla con el fin de determinar qué acción generaba una mayor irritabilidad en el tejido. Cada actividad fue separada por días para no generar una lesión mayor, por lo que se pedía al paciente que realizara la actividad de manera vigilada y describiera que síntomas generaba esa acción en la rodilla.
<b>Resultado</b>	Los tendones tienen como su principal función transmitir fuerzas, almacenar y liberar energía, por lo que cuando se excede alguna de esas puede llegar a

producir la tendinitis. la tendinopatía rotuliana es causada por un daño en el tendón sin llegar a la ruptura ocasionada por la mala carga mecánica, sobreuso deportivo, movimientos repetitivos del tendón, diagnosticada por hipótesis clínica basada en los síntomas del paciente y examen físico.

Tabla de elaboración propia, 2022

**Tabla 15:** Mecánica de lesión según Aicale

<b>Autor y año</b>	Aicale et al, (2020).
<b>Título</b>	Management of Achilles and patellar tendinopathy: what we know, what we can do
<b>Estudio</b>	El propósito de esta revisión narrativa es criticar y examinar la literatura científica de 135 artículos, de los cuales 55 hablan de las generalidades y tratamiento de la tendinitis rotuliana, 57 de las generalidades y tratamiento de la tendinopatía aquilea, 7 de los factores de riesgo, 11 sobre los tratamientos conservadores y quirúrgicos y por último 5 de ellos hablan sobre los métodos de evaluación, diagnóstico y etiología de la tendinitis. Esta investigación se realizó mediante la búsqueda de palabras clave como: tendinopatías, tendinopatía aquilea, tendinopatía rotuliana, tendón, injerto y artroscopia, con el fin de proporcionar información basada en evidencia. Utilizando buscadores confiables como PubMed, Google Scholar, Scielo y UptoDate.
<b>Resultado</b>	La tendinopatía se refiere a una condición clínica caracterizada por dolor, hinchazón, y limitaciones funcionales de los tendones y estructuras adyacentes debido al efecto de fracaso crónico de cicatrización. Ha sido descrita como una condición muy limitante ya que cualquier actividad que incluya saltos, arranques y paradas, se consideraran factores de riesgo para esta lesión por uso excesivo. Puede ser causada por factores intrínsecos como la estructura corporal, nutrición, enfermedades metabólicas y genética, pero su mecánica de lesión principal se debe a factores extrínsecos como lo son el exceso de fatiga, carga inadecuada, sobre carga y movimientos repetitivos de la articulación.

Tabla de elaboración propia, 2022

**Tabla 16:** Mecánica de lesión según Sprague

<b>Autor y año</b>	Sprague et al (2018).
<b>Título</b>	Modifiable Risk Factors for Patellar Tendinopathy in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis
<b>Estudio</b>	Se realizó una revisión sistemática y un metaanálisis el 14 de noviembre de 2017. utilizando 862 registros y se incluyeron 31 artículos científicos (6 prospectivos, 25 transversales) utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, Web of Science, Scopus y Cinahl. Los criterios de elegibilidad fueron: investigación cuantitativa y original que informe los posibles factores de riesgo modificables o factores asociados, comparando atletas con tendinopatía rotuliana con un grupo sin la lesión. El riesgo de sesgo se evaluó



	mediante la escala de Newcastle-Ottawa y se agruparon según el diseño del estudio. Las estadísticas meta analíticas fueron realizado para elementos informados por cinco o más estudios
<b>Resultados</b>	Afecta comúnmente a los pacientes que participan en deportes de salto donde el mecanismo extensor experimenta cargas altas y repetitivas, una disminución de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial puede contribuir a una sobre carga sobre el tendón rotuliano al disminuir la ventaja mecánica del mecanismo extensor y aumentar las demandas durante la extensión de rodilla en el salto. Del mismo modo, una disminución de la flexibilidad del cuádriceps puede contribuir a la sobrecarga al aumentar la tensión pasiva sobre el tendón rotuliano.

Tabla de elaboración propia, 2022

Los beneficios fisiológicos en el tendón rotuliano causados por la aplicación de las ondas de choque.

**Tabla 17:** Beneficios fisiológicos según Taunton

<b>Autor y año</b>	Taunton et al, (2018).
<b>Título</b>	Treatment of patellar tendinopathy with extracorporeal shock wave therapy
<b>Estudio</b>	Se realizó un ensayo controlado y aleatorizado en junio 2017, con la participación de 10 mujeres y 10 hombres que comprenden las edades de 18 a 52 años. Los participantes fueron divididos en sujetos de tratamiento [5 hombres y 5 mujeres] los cuales recibieron de 3 a 5 sesiones de ondas de choque, recibiendo 2000 descargas con el máximo nivel de energía 0.17 mj/mm2 y en sujetos control [5 hombres y 5 mujeres] los cuales recibieron de 3 a 5 sesiones con el uso de almohadilla absorbente de energía. Algunos de los criterios de inclusión son: Dolor en el polo inferior de la rodilla con entrenamiento, sensibilidad en el polo inferior de la rótula con palpación. ausencia de otros trastornos de la rodilla, como como síndrome de estrés patelofemoral, diagnóstico de tendinopatía rotuliana más de 3 meses. Los efectos de la terapia de ondas de choque se midieron utilizando el Instituto Victoriano de Evaluación Deportiva. (VISA-P) y una prueba de salto vertical. Se utilizó ultrasonido de pre tratamiento para determinar qué sujetos tenían neovascularización en la zona del tendón rotuliano. La aplicación de las ondas de choque resultó en una mejora significativa en el puntaje de VISA-P para las preguntas 1, 3 y 6; para la VISA-P puntaje total; y para el salto vertical.
<b>Resultado</b>	Los nociceptores presentes en la tendinopatía rotuliana crónica son estimulados por las ondas de choque las cuales envían impulsos de alta frecuencia que son inhibidos por la teoría de la compuerta. La aplicación de ondas de choque extracorpóreas directa resultó en una mejora significativa, produciendo una disminución general en el dolor, en un des engrosamiento del tendón, aumento de la vascularización en la zona y un aumento en su funcionalidad.

Tabla de elaboración propia, 2022

**Tabla 18:** Beneficios fisiológicos según Cheng

<b>Autor y año</b>	Cheng et al, (2018)
<b>Título</b>	Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy.
<b>Estudio</b>	Este estudio se llevó a cabo de julio 2017 a septiembre 2017, donde se tomaron en cuenta a 52 pacientes atletas entre las edades de 20 a 28 años de edad con tendinitis rotuliana crónica, asignado al grupo experimental a 26 de ellos (13 femeninos y 13 masculinos) y al grupo control a 26 (13 femeninos y 13 masculinos). Los criterios de inclusión para este trabajo fueron: dolor peritendinoso en el tendón rotuliano, dolor positivo en la resistencia a la extensión de la rodilla, fueron negativos para la prueba de molienda de rotula y dio su consentimiento informado. Los sujetos del grupo experimental recibieron 16 rondas (una vez por semana) de terapia de ondas de choque extracorpóreas (2000 descargas individuales; fuerza, 1,5 a 3,0 bar; descarga frecuencia, 9 a 12 Hz). Los sujetos del grupo de control recibieron tratamientos físicos, como acupuntura, ultrasonido.
<b>Resultados</b>	La aplicación de las ondas de choque en tendinitis rotuliana puede tener un efecto positivo sobre la tendinopatía, promoviendo la proliferación de condrocitos e induciendo a la producción de matriz extracelular. Incrementa el flujo sanguíneo en la zona en una tendinopatía crónica para una mejora en los síntomas. Provoca un aumento de formación de neovasos y angiogénesis lo que genera un efecto positivo en general.

Tabla de elaboración propia, 2022

**Tabla 19:** Beneficios fisiológicos según Everhart

<b>Autor y año</b>	Everhart et al, (2017)
<b>Título</b>	Treatment Options for Patellar Tendinopathy: A Systematic Review
<b>Estudio</b>	Se realizó una búsqueda sistemática en PubMed, Google Scholar, CINAHL, UptoDate, Cochrane Reviews y SPORTDiscus. Con el fin de comparar la eficacia de las estrategias del tratamiento invasivo y no invasivo. Se utilizó el instituto de evaluación deportiva para evaluar la gravedad de los síntomas en el seguimiento, calidad metodológica y presentación de informes; el sesgo se evaluó con una puntuación de Coleman modificada y las pruebas de sesgo de Begg y Egger. Se incluyeron 15 artículos en total, 7 que hablan del manejo no invasivo en la tendinitis rotuliana como el ejercicio excéntrico y ondas de choque y 8 que hablan sobre la cirugía, injertos y reconstrucciones. La calidad de los informes fue alta (puntuación Coleman media 86,0, desviación estándar 9,7) y no hay pruebas sistemáticas de sesgo de informe.
<b>Resultados</b>	El examen de ecografía realizado mostró un aumento significativo en la vascularización del tendón rotuliano y una tendencia de reducción del grosor del mismo después del tratamiento de ondas de choque produciendo una

disminución del dolor. Las ondas de choque ayudan a la reducción de la liberación de la sustancia P, esta sustancia tiene un papel importante en lo que se trata de la transmisión y modulación de las señales dolorosas.

Tabla de elaboración propia, 2022

Indicaciones y contraindicaciones que se deben tomar en cuenta para la aplicación de las ondas de choque en pacientes masculinos entre las edades de 18 a 30 años que presentan en la tendinitis rotuliana en el estadio 3.

**Tabla 20:** Indicaciones según Crevenna

<b>Autor y año</b>	Crevenna et al, (2021)
<b>Título</b>	Focused Extracorporeal Shockwave Therapy in Physical Medicine and Rehabilitation
<b>Estudio</b>	Este artículo se llevó a cabo en octubre del 2020 y principios noviembre del mismo año, se basa en una revisión narrativa que consta de 76 revisiones bibliográficas, de las cuales 25 hablan sobre las tendinopatías, sus tipos y la historia de la misma, otras 26 hablan sobre las indicaciones, contraindicaciones y los mitos acerca de la aplicación de las ondas de choque en general y por último otras 25 que hablan sobre la dosificación de las ondas de choque en tendinopatías, parámetros en general y los beneficios a largo plazo. Esta revisión tiene como objetivo dar a conocer información sobre la aplicación de las ondas de choque en rehabilitación de la tendinopatía rotuliana. Se realizó mediante la búsqueda de palabras claves como: tendinopatías, ondas de choque, indicaciones, consideraciones, dosificación y tratamiento. Las bases de datos utilizadas para esta revisión fueron: SPORTDiscus, PEDro, PubMed y Scielo.
<b>Resultado</b>	Las ondas de choque son un tratamiento no invasivo, con indicaciones de aplicación en la tendinitis rotuliana crónica, en caso de dolor y limitación en las actividades de la vida diaria. No solo en la tendinitis rotuliana crónica es indicado aplicar las ondas de choque sino también en otras patologías musculoesqueléticas como lo son: tendinopatía aquilea, tendinitis calcificante de hombro, fascitis plantar, espolón calcáneo, entre otras.

Tabla de elaboración propia, 2022

**Tabla 21:** Indicaciones según Auersperg

<b>Autor y año</b>	Auersperg et al, (2020)
<b>Título</b>	Extracorporeal shock wave therapy: an update. Efort open reviews
<b>Estudio</b>	Para este artículo se realizó una revisión bibliográfica de 70 artículos científicos con el fin de exponer los diferentes aspectos que abarca la aplicación de las ondas de choque. La distribución de la misma se basa en 14 bibliografías que hablan sobre la historia de las ondas de choque, 14 que hablan sobre el tratamiento de esta en las diferentes patologías así como sus dosificaciones, 14 que hablan sobre las indicaciones de las ondas de choque y las diferentes patologías que requieren aplicación, 14 que hablan sobre recomendaciones y precauciones a la hora de aplicar las ondas de choque en los diferentes tipos de pacientes y 14 hablan sobre contraindicaciones relativas y absolutas de la aplicación de ondas de choque. Se realiza una investigación exhaustiva utilizando únicamente dos bases de datos para la recolección de esta información, las cuales son Google Scholar y Scopus.
<b>Resultados</b>	Las ondas de choque tienen como contraindicación ser aplicadas en zonas con metales (como remplazos de algunas estructuras en las rodillas, tornillos o prótesis) debido a que las ondas de choque pueden destruir dicho material, como también, en las coagulopatías graves y heridas abiertas o con infección.

Tabla de elaboración propia, 2022

**Tabla 22:** Indicaciones según Di Pietro

<b>Autor y año</b>	Di Pietro et al, (2018)
<b>Título</b>	Ondas de choque radiales extracorpóreas aplicadas al tratamiento de patologías crónicas de partes blandas
<b>Estudio</b>	<p>En el presente artículo se ofrece una revisión de la terapéutica con Ondas de Choque Radiales Extracorpóreas, incluyendo antecedentes históricos más importantes, mecanismos de acción, bases fisiológicas, procedimientos para su aplicación, dosificación, indicaciones, contraindicaciones y resultados. Como también se hace mención de un estudio realizado con pacientes en un Centro Privado de Rehabilitación de la Provincia de Córdoba.</p> <p>Para el estudio se tomaron en cuenta 233 pacientes entre las edades de 18 a 68 años (100 mujeres y 133 hombres) que cumplían con los siguientes criterios de inclusión: sintomatología de tendinopatía crónica: con dolor e impotencia funcional, más de tres meses de evolución, por lo menos dos tratamientos conservadores previos, incluyendo Tratamientos fisiokinésicos e infiltraciones e Indicación de cirugía. Los criterios de exclusión tomados en cuenta fueron: Tendinopatías con desgarros parciales, embarazo, edad menor de 18 años (sobre cartílago de crecimiento), trastornos de la coagulación sanguínea, tratamientos con anticoagulantes orales, tratamientos con corticos esteroides y</p>

	con marcapasos cardíaco. La dosificación de las ondas de choque para tendinitis rotuliana fue de 1500 a 2500 pulsos de disparos por punto, frecuencia terapéutica de 4 a 8 Hz, y frecuencia analgésica de 16 Hz (1.5 a 2 Bar). La frecuencia de trabajo fue 1 vez por semana, se realizaron entre 1 y 5 aplicaciones según cada caso; Se realizaron 6 controles: a los 7 días; a los 15 días; a los 28 días; a los 45 días; a los 60 días; a los 90 días. A los 3 meses de la primera aplicación se realizó la evaluación final de los resultados.
<b>Resultado</b>	La aplicación de las ondas de choque está contraindicada en pacientes que tengan marcapasos, problemas de coagulación en sangre, heridas abiertas o heridas que contengan algún tipo de infección y trombosis, pero también está indicada para pacientes que presenten dolor crónico debido a la tendinitis rotuliana y limitaciones funcionales.

Tabla de elaboración propia, 2022

## 4.2 Discusión

En la investigación sobre la aplicación de las ondas de choque en tendinitis rotuliana estadio 3, **Canosa et al, (2022)**, menciona que el mecanismo de lesión de la tendinitis rotuliana es causado por la mala carga mecánica, sobreuso deportivo y movimientos repetitivos del tendón. Por otro lado, **Aicale et al, (2020)**, añade a que también puede estar relacionada con factores intrínsecos como serían la estructura corporal del paciente, nutrición, enfermedades genéticas y metabólicas. Así como **Sprague et al (2018)**, termina aportando que el salto es uno de los principales mecanismos de lesión debido a que el mecanismo extensor de rodilla experimenta cargas altas y repetitivas, también menciona que la debilidad de la musculatura isquiotibial puede aumentar la demanda en el tendón rotuliano durante la extensión de la rodilla debido a la desventaja mecánica.

**Taunton et al, (2018)**, menciona que los nociceptores presentes en la tendinopatía rotuliana crónica son estimulados por las ondas de choque las cuales envían impulsos de alta frecuencia que son inhibidos por la teoría de la compuerta, por lo que las ondas resultaron en una mejora significativa en la disminución del dolor, desengrosamiento del tendón y aumento de la vascularización en el mismo. También, **Cheng et al, (2018)**, añade

que tiene un efecto positivo ya que promueve la proliferación de condrocitos e induce a la producción de matriz extracelular, también provoca formación de neovasos y angiogénesis por lo que existe un aumento del flujo sanguíneo. Y por último **Everhart et al, (2017)**, menciona que en un examen ecográfico se mostró un aumento significativo en la vascularización del tendón y reducción del grosor del mismo, lo cual confirma que los tres autores están de acuerdo con los efectos fisiológicos ocasionados en el tendón debido a la aplicación de ondas de choque en la tendinopatía rotuliana estadio 3.

Hablando sobre las indicaciones y contraindicaciones de la aplicación de las ondas de choque **Crevenna et al, (2021)**, menciona que las ondas de choque son un tratamiento no invasivo indicado para la tendinitis rotuliana crónica y para pacientes que presenten limitación en las actividades de la vida diaria, por otro lado, **Auersperg et al, (2020)**, menciona que las ondas de choque tienen contraindicada la aplicación en zonas con metales como lo son las prótesis, tornillos o remplazos debido que la fuerza de la onda puede llegar a destruir dicho material, en coagulopatías graves, heridas abiertas y heridas con infección y por último, **Di Pietro et al, (2018)**, añade que también tiene como contraindicación la aplicación en pacientes con marcapasos y trombosis, dando a conocer que los tres autores añaden diferentes indicaciones y contraindicaciones basándose en la evidencia científica recolectada.

### **4.3 Conclusiones**

La tendinitis rotuliana en estadio 3 es una lesión musculoesquelética limitante a la hora de realizar una actividad física, principalmente en pacientes que se dedican a realizar profesionalmente un deporte. La tendinitis rotuliana como bien se explicó con anterioridad es una inflamación o irritación del tendón de origen traumático, de repetición o sobre carga; contiene una clasificación por grados; en el grado uno existe dolor durante el deporte, en el

grado dos existe dolor al comienzo de la actividad, desaparece después del calentamiento y vuelve a aparecer cuando se termina de realizar la actividad, en el grado tres existe dolor durante y después de la actividad deportiva y por último el cuarto donde existe una ruptura del tendón. El paciente puede estar sujeto a factores que lo predisponen como lo son los factores intrínsecos: peso y masa corporal, nutrición, enfermedades metabólicas y genéticas; también por factores extrínsecos como lo son el exceso de fatiga, carga inadecuada, sobre carga y movimientos repetitivos de la articulación.

Existen muchos tratamientos como tal para el abordaje de esta lesión, sin embargo, para este trabajo se tomó como principal tratamiento la onda de choque. Esta es una onda acústica que transporta energía hasta los puntos dolorosos, tejidos fibrosos o musculoesqueléticos con condiciones subagudas y crónicas. Produciendo en el tejido efectos como la mecanotransducción que produce respuestas celulares, neovascularización que favorece el riego sanguíneo en la zona, inhibición de sustancia P y aumento de permeabilidad en la membrana; como respuesta a estos efectos fisiológicos se producen efectos terapéuticos como la disminución del dolor, mejor funcionalidad del tejido y pronta reincorporación en la actividad del paciente.

Para que la recuperación del paciente sea adecuada es sumamente necesario contar con el conocimiento debido para la aplicación de las ondas de choque, los protocolos y dosificaciones incluidas en esta investigación demuestran efectividad de la técnica, por lo tanto, se considera que es viable su uso como tratamiento para la tendinitis rotuliana, siempre y cuando se tengan claros los objetivos a lograr y evitando que en el paciente se puedan producir efectos no deseados.

#### **4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas**

En la presente investigación se logró obtener información actualizada de la tendinitis rotuliana y las ondas de choque. Sin embargo, a pesar que esta afección musculoesquelética llega a ser muy común y existe información amplia y de calidad, se propone realizar nuevas investigaciones en pacientes que obtuvieron dicha patología siendo sedentarios y que presentan obesidad, con el propósito de indagar los mecanismos de lesión que relacionan ambas patologías y poder desarrollar protocolos de intervención que ayuden al personal sanitario a tratar de forma adecuada esta patología.

De igual forma, realizar nuevas investigaciones sobre las ondas de choque y su aporte fisiológico, terapéutico y mecánico en patologías nuevas ya que esta técnica es innovadora y muchas veces puede causar intriga sobre en qué patologías usarla o si realmente es tan buena como dicen. En esta investigación se insta a que se realicen investigaciones propias en Guatemala para que en el futuro se pueda contar con información actualizada y confiable sobre la población que padece tendinitis rotuliana, lo que como consecuencia producirá que el servicio de salud brinde un servicio de alta calidad.



## Referencias

- Abat González, F., Capurro, B., De Rus Aznar, I., Martín Martínez, A., Campos Moraes, J., & Sosa, G. (2021). Tendinopatía rotuliana: enfoque diagnóstico y escalas de valoración funcional. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*, 28(3), 173–182.  
<https://doi.org/10.24129/j.reaca.28373.fs2004023>
- Abordaje de las tendinopatías. (s/f). Fisiocampus.com. Recuperado el 22 de noviembre de 2022, de <https://www.fisiocampus.com/curso-formacion-abordaje-de-las-tendinopatias>
- Aicale, R., Oliviero, A., & Maffulli, N. (2020). Management of Achilles and patellar tendinopathy: what we know, what we can do. *Journal of Foot and Ankle Research*, 13(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00418-8>
- Albornoz Cabello, M., Martín, J. M., & Toledo Marhuenda, J. V. (2016). *Electroterapia Practica: Avances En Investigación Clínica* (2a ed.). Elsevier.
- Alguacil D. I., Conches g. m., & Miangalarra J. C., (2002) Ondas de choque: Aplicación terapéutica en la patología deportiva de partes blandas. Madrid. Pág. 91 vol. XIX
- Álvarez San Martín, R., & Velutini Kochen, J. A. (2011). Anatomía de la cabeza femoral humana: consideraciones en Ortopedia, Parte II. Biomecánica y morfología microscópica. *International Journal of Morphology*, 29(2), 371-376.
- Alzamora, H. (2016). Embriología de la rodilla. Universidad Del País Vasco, 1–142
- Araya Quintanilla, F., Gutiérrez Espinoza, H., Aguilera Eguía, R., Polanco Cornejo, N., & Valenzuela Fuenzalida, J. J. (2012). Ejercicio excéntrico declinado en la tendinopatía
- Auersperg, V., & Trieb, K. (2020). Extracorporeal shock wave therapy: an update. *EFORT Open Reviews*, 5(10), 584-592.

- Baena, P. G. M. E. (2017). Metodología de la investigación (3a. ed.). Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com> Created from bibliotecacijsp on 2018-07-30 15:50:55.
- Balius, R., Sala, X., Álvarez, G., Jiménez, F. (2007). Ecografía musculoesquelética. Sistema de exploración bloqueos nerviosos periféricos. Editorial Paidotribo.
- Basa García A., Fernández de las Peñas C., y Martín Urrialde J. (2004). Tratamientos fisioterapéuticos de la rodilla.
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de La Investigación. (3ra edición). Pearson Publications Company.
- Bonilla Ugalde, P., Chavarría Briceño, M., & Grajales Navarrete, C. (2017). REVISTA MEDICA DE COSTA RICA Y CENTROAMERICA LXXIII (620) 519 -523, 2017.
- Cameron, M. H. (2013). Agentes físicos en rehabilitación: de la investigación a la práctica: De la Investigación a la Práctica (4a ed.). Elsevier.
- Canosa-Carro, L., Bravo-Aguilar, M., Abuín-Porras, V., Almazán-Polo, J., García-Pérez-de-Sevilla, G., Rodríguez-Costa, I., ... & Romero-Morales, C. (2022). Current understanding of the diagnosis and management of the tendinopathy: An update from the lab to the clinical practice. Disease-a-Month, 68(10), 101314.
- Castro, M. B., & Mellado, M. V. (2022). CAPÍTULO 115 -ROTURAS TENDINOSAS Y PARTES BLANDAS (TENDINITIS, TÚNEL CARPO, DUPUYTREN). [https://unitia.secot.es/web/manual\\_residente/CAPITULO%20115.pdf](https://unitia.secot.es/web/manual_residente/CAPITULO%20115.pdf)
- Cerro Rodríguez, B. (2016). Influencia de la biomecánica en las lesiones de rodilla del ciclista. Trabajo de titulación para optar al título de licenciada en fisioterapia, Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/5771/TFG-O%20154.pdf?sequence=1>

- Cheng, L., Chang, S., Qian, L., Wang, Y., & Yang, M. (2018). Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(5), 822-827.
- Chhabra A, Elliott CC, Miller MD (2001) Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports medicine and arthroscopy review* 9:166-177
- Cohen, M., Ferretti, M., Marcondes, F. B., Amaro, J. T., & Ejnisman, B. (2008). Tendinopatía patelar. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 43, 309-318.
- Contreras Sandoval, J. M. (2018). Tratamiento fisioterapéutico en genu valgo y genu varo.
- Crevenna, R., Mickel, M., Schuhfried, O., Gesslbauer, C., Zdravkovic, A., & Keilani, M. (2021). Focused extracorporeal shockwave therapy in physical medicine and rehabilitation. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 9(1), 1-10.
- DERMOTEC ONDAS DE CHOQUE MANUAL DEL USUARIO Descargar en PDF. (2020, agosto 2). ManualsLib. <https://www.manualslib.es/manual/48100/Dermotec-Ondas-De-Choque.html>.
- Di Pietro, A. A., & Martín, A. (2018) Ondas de choque radiales extracorpóreas aplicadas al tratamiento de patologías crónicas de partes blandas.
- Everhart, J. S., Cole, D., Sojka, J. H., Higgins, J. D., Magnussen, R. A., Schmitt, L. C., & Flanigan, D. C. (2017). Treatment options for patellar tendinopathy: a systematic review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 33(4), 861-872.
- Futbol Club Barcelona. (2015). Guía de práctica clínica de las tendinopatías: Diagnóstico, tratamiento y prevención. <https://www.apunts.org/index.php?p=revista&tipo=pdf-simple&pii=X0213371712807047>
- García, F. J. J. (2018). ONDAS DE CHOQUE EXTRACORPÓREAS EN PATOLOGÍAS MUSCULOESQUELÉTICAS.

- Green, S. T. (2005). Síndrome femoropatelar: clínica y tratamiento. EMC-Kinesiterapia-Medicina Física, 26(3), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(05\)44319-4](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(05)44319-4)
- Gutiérrez Dávila, M. (1999). Biomecánica deportiva. Síntesis Editorial.
- Hernández Gil, Á., Hernández Moreno, J., & Luna Alcalá, L. (2014). Guía para la valoración médico-forense de la rodilla. Cuadernos de Medicina Forense, 20(2-3), 107-114.
- Hernández Sampieri, R. (2017). Metodología de La Investigación. McGraw-Hill Companies.
- Insall, & Scott, W. (2010). Cirugía de Rodilla. Marbán Libros.
- Jarmey, C., & Sharkey, J. (2017). Atlas conciso de los músculos. Paidotribo.
- Jurado Bueno, A. & Medina Porqueres, I., (2013). Tendón, valoración y tratamiento en fisioterapia. Editorial Paidotribo.
- Kapandji, I. A. (2012). Fisiología articular - Tomo 2 (6ta edición). Editorial Médica Panamericana.
- Kendall, F. P. (2017). Kendalls músculos: pruebas funcionales, postura y dolor. Marbán.
- Knudson, D. (2007). Fundamentals of Biomechanics. (2nd edición). Editorial springer.
- Lian, Ø. B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. The American journal of sports medicine, 33(4), 561-567.
- Marcellán, F. R., Servio, L. I., & Duffo, D. S. (2001). Litotricia extracorpórea por ondas de choque. FMC-Formación Médica Continuada en Atención Primaria, 8(1), 53-60.
- Martin Cordero, J. E. (2014). Rehabilitación. Agentes Físicos Terapéuticos. Corporativo V Y T.
- Martínez, J. M. (2005). Efectividad de las ondas de choque extracorpóreas basada en la evidencia. Rehabilitación, 39(2), 52-58. [https://doi.org/10.1016/S0048-7120\(05\)74313-](https://doi.org/10.1016/S0048-7120(05)74313-)

- Mayo Clinic. (2022). Tendinitis. Mayo Foundation for medical Education and research (MFMER). All rights reserved. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/tendinitis/diagnosis-treatment/drc-20378248#:~:text=Por%20lo%20general%2C%20el%20m%C3%A9dico,de%20tus%20signos%20y%20s%C3%ADntomas>
- Miranda, J. (2015). EFICACIA DEL TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN PACIENTES CON TENDINOPATÍA ROTULIANA QUE ASISTEN AL ÁREA DE FISIOTERAPIA.
- Moore, K. L., Agur, A. M., & Dalley, A. F. (2013). Fundamentos de Anatomía con orientación clínica (5a. ed. --.). Barcelona: Wolters Kluwer.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., II, & Agur, A. (2018). Anatomía con orientación clínica (8a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Morgan, S., & Coetzee, F. F. (2018). Proposing a Patellar tendinopathy screening tool following a systematic review. South African Journal of Physiotherapy, 74(1), 1-11.
- Muscolino, J. E. (2013). Atlas de músculos, huesos, y referencias óseas. Editorial Paidotribo.
- Nardi Villagrán, J., Combalía Aleu, A. (2011). Trauma y Ortopedia. XX JORNADAS CANARIAS DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA. Digitalización realizada por ULPGC.
- Ondas de Choque BTL. (2018). Scribd. Recuperado el 22 de noviembre de 2022, de <https://es.scribd.com/document/358465454/Ondas-de-Choque-BTL>
- Otero Sevilla, M. (2018). Influencia de la terapia por ondas de choque extracorporales (ESWT) en el tratamiento de Osgood-Schlatter en niños deportistas.
- Pacheco-López, R. C. (2017). Reparación aguda de los tendones flexores. Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana, 43, s27-s36.

- Paguay Melena, M., (2022). Método McConnell en tendinitis rotuliana. Trabajo de titulación para optar al título de licenciada en ciencias de la salud en terapia física y deportiva, Universidad Nacional de Chimborazo Ecuador.
- <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9294/1/Paguay%20Melena%2CM%282022%29M%C3%A9todo%20de%20McConnell%20en%20tendinitis%20Rotuliana.%28Tesis%20de%20pregrado%29Universidad%20Nacional%20de%20Chimborazo%2C%20Riobamba%2C%20Ecuador.pdf>
- Pró, E. A. (2013). Anatomía clínica. (2ª ed.). Editorial médica panamericana.
- Puente Castro, M. P. (2015). Ondas de choque en pacientes que acudieron con diagnóstico de tendinopatía rotuliana al centro de rehabilitación física y deportiva a Logroño's fisioterapia en el periodo de enero a junio del 2014. Disertación de grado para optar por el título de licenciada en terapia física, Universidad católica de Ecuador.
- Rodríguez Martin, J. M. (2008). Electroterapia en fisioterapia (2a ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Rohen, J. W., Yokochi, C., & Lutjen-Drecoll, E. (2016). Photographic atlas of anatomy (8va Ed.). Wolters Kluwer Health.
- Saldivia Paredes, M. (2018). Descripción morfológica y biomecánica de la articulación de la rodilla del canino (*Canis lupus familiaris*). CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 13(3), 294-307.
- Sanjuan Cerveró, R., Jiménez Honrado, P., Gil Monzó, E., Sánchez Rodríguez, R., & 63 Fenollosa Gómez, J. (2015). Biomecánica de la rodilla. Patol. Apar. Locomot. Fund. Mapfre Med, 189–200.

- Serviat-Hung, N., Carvajal-Veitía, W., Medina-Sánchez, M., Gutiérrez-Jorge, Y., & Croas-Fernández, A. (2015). Ondas de choque en población deportiva y no deportiva: resultados preliminares. *Acta ortopédica mexicana*, 29(5), 254-260.
- Sisk, D., & Fredericson, M. (2020). Taping, Bracing, and Injection Treatment for Patellofemoral Pain and Patellar Tendinopathy. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(4), 537–544. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09646-8>
- Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque. (2022). Principios Físicos de las Ondas de Choque. <http://www.setoc.es/?p=page/html/principios>
- Sprague, A. L., Smith, A. H., Knox, P., Pohlig, R. T., & Silbernagel, K. G. (2018). Modifiable risk factors for patellar tendinopathy in athletes: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 52(24), 1575-1585.
- Taunton, K. M., Taunton, J. E., & Khan, K. M. (2018). Treatment of patellar tendinopathy with extracorporeal shock wave therapy. *BC Med J*, 45(10), 500-507.
- Terese, W. (2022). Medical and Scientific illustration. <https://www.teresewinslow.com/>
- Torrez, J. C., Olave, M. C., Torrez, H. F., & Olave, E. (2011). Características Biométricas de los Meniscos en Rodillas de Individuos Chilenos. *Revista Internacional de Morfología [International Journal of Morphology]*, 29(3), 1007–1011. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022011000300058>
- Tortora, G. J. & Derrickson, B. (2013). Principios de anatomía y fisiología – 13. Editorial Médica panamericana.
- Tortora, G. J. & Derrickson, B. (2018). Principios de anatomía y fisiología – 15. Editorial Médica panamericana.
- Ulrich Dreisilker. (2010). Enthesopathies. Shock wave therapy in practice: Level 10

- Usabiaga Zarranz, J., Cuellas Gutiérrez, R., Crespo Romero, R. & De la Herrán Núñez, G. (2015). Biomecánica Fémoro-Patelar. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6799/Article04.pdf>
- Wavreille, G., & Fontaine, C. (2009). Tendón normal: anatomía y fisiología. EMC-Aparato locomotor, 42(1), 1-12.
- West, R. V., & Colvin, A. C. (2014). The patellofemoral joint in the athlete. The Patellofemoral Joint in the Athlete, 1–172. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4157-1>
- William E Buckley, A. M. M. (2013). An Evidence-Based Practice Approach to the Efficacy of Kinesio Taping for Improving Pain and Quadriceps Performance in Physically-Active Patellofemoral Pain Syndrome Patient. Journal of Novel Physiotherapies, 3(03). <https://doi.org/10.4172/2165-7025.1000151>
- Wineski, L. (2019). Snell. Anatomía Clínica por regiones. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Wineski, L. E. (2019). Snell. Anatomía clínica por regiones (10a ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Zurita Pérez, R. (2009, Abril). Planteamiento de un plan de tratamiento para la recuperación funcional de la tendinitis rotuliana, ISSN 1988-6047. [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numer\\_o\\_17/REBECA\\_ZURITA\\_PEREZ\\_1.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numer_o_17/REBECA_ZURITA_PEREZ_1.pdf)