

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

**Beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo  
para prevenir lesiones de ligamentos cruzados en rodilla  
en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25  
años revisión bibliográfica**



Que Presenta

**Andrés Sebastián Salcedo Picerno**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2022





**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### Beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados en rodilla en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25 años revisión bibliográfica

Tesis profesional para obtener el Título de Licenciado en Fisioterapia



Que Presenta

**Andrés Sebastián Salcedo Picerno**

Ponente

**L.F.T. Laura Marcela Fonseca Martínez**

Director de Tesis

**Licenciada María Isabel Díaz Sabán**

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2020

### INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente

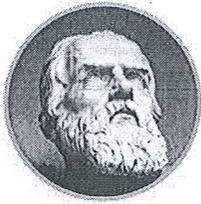
Andrés Sebastián Salcedo Picerno

Director de Tesis

L.F.T Laura Marcela Fonseca Martínez

Asesor Metodológico

Licenciada María Isabel Díaz Sabán



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 26 de febrero 2022

Estimado alumno:

**Andres Sebastian Salcedo Picerno**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Efectos fisiológicos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican crossfit de 20-25 años. Revisión bibliográfica.”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

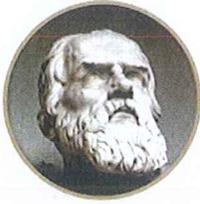
Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Guadalupe Corona  
Reyes  
Secretario

Lic. Cinthya Semiramis  
Pichardo Torres  
Presidente

Lic. Diego Estuardo  
Jiménez Rosales  
Examinador



*Galileo*  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 13 de mayo 2020

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 el alumno **Andres Sebastian Salcedo Picerno** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Efectos fisiológicos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican crossfit de 20-25 años. Revisión bibliográfica.”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 11 de mayo 2020

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Efectos fisiológicos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican crossfit de 20-25 años. Revisión bibliográfica.”** del alumno: **Andres Sebastian Salcedo Picerno.**

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. Diego Estuardo Jiménez Rosales  
Asesor de tesis  
IPETH – Guatemala



IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA  
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESIS  
DIRECTOR DE TESIS

<b>Nombre del Director:</b> L.F.T. Laura Marcela Fonseca Martínez
<b>Nombre del Estudiante:</b> Andrés Sebastián Salcedo Picerno
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados en rodilla en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25 años revisión bibliográfica
<b>Fecha de realización:</b> Primavera 2020

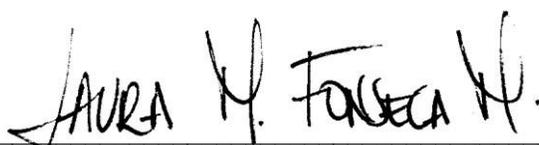
**Instrucciones:** Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

### ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	X		
3.	La identificación del problema es la correcta.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	X		
5.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
6.	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	X		
7.	El proceso de investigación es adecuado.	X		
8.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
9.	Los objetivos tanto generales como particulares han sido expuestos en forma correcta, no dejan de lado el problema inicial, son formulados en forma precisa y expresan el resultado de la labor investigativa.	X		
10.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		

11.	Planteó claramente en qué consiste su problema.	X		
12.	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	X		
13.	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes generales y antecedentes particulares o específicos, bases teóricas y definición de términos básicos.	X		
14.	La pregunta es pertinente a la investigación.	X		
15.	Organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
16.	Sus objetivos fueron verificados.	X		
17.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		
18.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
19.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
20.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
21.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
22.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
23.	El planteamiento es claro y preciso.	X		
24.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
25.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
26.	El capítulo III se realizó en base al tipo de estudio, enfoque de investigación y método de estudio y diseño de investigación señalado.	X		
27.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
28.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

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



Nombre y Firma Del Director de Tesis



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

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

<b>Nombre del Asesor: Licenciada María Isabel Díaz Sabán</b>
<b>Nombre del Estudiante: Andrés Sebastián Salcedo Picerno</b>
<b>Nombre de la Tesina/sis: Beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados en rodilla en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25 años revision bibliografica</b>
<b>Fecha de realización: Primavera 2020</b>

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

### ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
<b>1</b>	<b><i>Formato de Página</i></b>			
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.5 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.	Inicio de capítulo centrado, mayúsculas y negritas.	X		
i.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	X		
j.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	X		
k.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		

l.	Color fuente negro.	X		
m.	Estilo fuente normal.			
n.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
o.	Texto alineado a la izquierda.	X		
p.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		
q.	Interlineado a 2.0	X		
r.	Resumen sin sangrías.	X		
s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
t.	Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts.	X		
u.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts.	X		
v.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts.	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 medido.	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		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
p.	Sin notas a pie de página.	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		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	X		
<b>4.</b>	<b><i>Formato referencias</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
<b>5.</b>	<b><i>Marco Metodológico</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>

a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	X		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	X		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
k.	Comunicó claramente su información.	X		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	X		
m.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
n.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
o.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	X		
p.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

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




---

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

**DICTAMEN DE TESINA**

Siendo el día 8 del mes de Junio del año 2020.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

L.F.T. Laura Marcela Fonseca Martínez


**Asesor Metodológico**  
Función

Licenciada María Isabel Díaz Sabán


**Coordinador de Titulación**  
Función

L.F.T. Itzel Dorantes Venancio



Autorizan la tesina con el nombre de:

Beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de ligamentos cruzados en rodilla en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25 años  
revisión bibliográfica

Realizada por el Alumno:

**Andrés Sebastián Salcedo Picerno**

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



**IPETH®**

Titulación Campus Guatemala

Firma y Sello de Coordinación de Titulación

## Dedicatoria

Mi tesis la dedico con todo el amor, cariño a mi querida y especial madre Mónica Susana Picerno Herrera por su sacrificio y esfuerzo que ha demostrado a lo largo de mi vida, por darme una carrera para mi futuro y por creer mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión, motivación, apoyo, cariño y amor.

A mis hermanos Nicole y Alex por ser una fuente de mi vida y apoyo de seguir adelante con esta carrera, gracias por confiar en mí y esta es la razón de sentirme orgulloso de culminar mi meta.

A mi tutor Juan Pablo Campos por haberme brindado la oportunidad y su tiempo de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de este proyecto.

A todas esas personas que tuvieron el gran significado en mi por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado aconsejándome y apoyándome para seguir adelante.

## Agradecimientos

Para finalizar deseo dedicar todo este esfuerzo a mi familia y sin lugar a dudas a agradecer a Dios, por darme la fortaleza de seguir adelante aunque fuese difícil, a mi familia por este apoyo incondicional a toda hora para lograr esta presentación y por supuesto a mi profesor quien siempre estuvo allí guiándome, esforzándome y levantando ánimos de seguir adelante con este proyecto, y mi casa de estudio y docentes, quienes con su experiencia y constancia han logrado en mi ser el futuro profesional y que sin lugar a duda dejare muy en alto el nombre de mi prestigiosa universidad cuando ejerzan como fisioterapeuta en cualquier parte del mundo.

## Palabras claves

Rodilla

Ligamentos

Ligamentos cruzados de rodilla

Ligamento cruzado anterior

Ligamento cruzado posterior

Índice	
Portada .....	i
Portadilla .....	i
Investigadores Responsables .....	ii
Carta de autoridades y terna examinadora.....	iii
Carta de aprobación del Asesor .....	iv
Carta de aprobación del revisor .....	v
Listas de cotejo.....	vi
Dedicatoria.....	xv
Agradecimientos .....	xiv
Palabras claves .....	xiii
Resumen .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	2
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	2
1.1 Antecedentes generales.....	2
1.1.1 Descripción de problema.....	2
1.1.2 Descripción anatómica de la rodilla.....	4
1.1.3 Músculos de la rodilla .....	9
1.1.4 Goniometría de la rodilla.....	12
1.1.5 Biomecánica de la rodilla .....	14
1.1.6 Bursa.....	15
1.1.7 Meniscos.....	16
1.1.8 Ligamentos .....	16
1.1.9 Definiciones generales .....	17
1.1.10 Según su pronóstico esguince .....	19
1.1.11 Cuadro clínico de esguince .....	19
1.1.12 Etiología .....	20
1.1.13. Factores de riesgo.....	21
1.1.14 Epidemiología.....	25
1.1.15 Diagnóstico .....	26

1.1.16 Tratamiento Médico .....	31
1.1.17 Tratamiento conservador .....	32
1.2 Antecedentes específicos .....	33
1.2.1 Definición de entrenamiento propioceptivo .....	33
1.2.2 Materiales .....	34
1.2.3 Prescripción de entrenamiento propioceptivo .....	36
1.2.4 Objetivos fisioterapéuticos tras lesión ligamentosa cruzadas .....	40
1.2.5 Efectos fisiológicos del entrenamiento propioceptivo .....	41
1.2.6 Beneficios del entrenamiento propioceptivo .....	43
<b>CAPÍTULO II</b> .....	44
2.1 Planteamiento del problema .....	44
2.2 Justificación .....	46
2.3 Objetivos .....	47
2.3.1 Objetivo general .....	47
2.3.2 Objetivos particulares .....	47
<b>CAPÍTULO III</b> .....	45
<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	45
3.1 Materiales y métodos .....	45
3.1.1 Materiales .....	45
3.1.2 Variables .....	45
3.1.4 Tipo de estudio .....	51
3.1.5 Método de investigación .....	52
3.1.6 Diseño de investigación .....	52
3.1.7 Criterios de selección .....	53
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	54
<b>RESULTADOS</b> .....	54
4.1 Resultados .....	54
4.2 Discusión de resultados .....	57
4.3 Conclusión .....	60
4.3 Perspectivas .....	61
<b>Referencias</b> .....	62

## Índice de Figuras

Figura 1. Fémur vista posterior. ....	6
Figura 2 Tibia vista anterior.....	7
Figura 3 Rótula vista anterior y vista posterior.....	8
Figura 4 Flexión de rodilla a partir de la posición 0. ....	13
Figura 5 Extensión pasiva de la rodilla. ....	14
Figura 6 Cajón anterior. ....	28
Figura 7 Prueba de Lachmann. ....	29
Figura 8 Prueba desplazamiento de Pivote ....	30
Figura 9 Prueba de Cajón Posterior.....	31
Figura 10 Step, roller y therabands de diferentes resistencias. ....	35
Figura 11 Bosu. ....	35
Figura 12 Dyn air. . ....	35
Figura 13 Fit Ball. . ....	35
Figura 14 Therabands. ....	36
Figura 15 Pelotas, pesos y mancuernas. ....	36
Figura 16 Posición tumbado boca arriba. ....	37
Figura 17 Posición de pie con el tronco recto.....	37
Figura 18 Posición de pie en plataforma inestable.....	38
Figura 19 Posición de pie sobre el roller. ....	39
Figura 20 Posición sobre plataforma inestable. ....	39
Figura 21 Posición de pie sobre bosu invertido. ....	40
Figura 22 Materiales.....	45

## Índice de Tablas

Tabla 1 Cuádriceps femoral. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005). .....	9
Tabla 2 Bíceps Femoral, Músculo Tendinoso y semimembranoso. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005).....	10
Tabla 3 Músculo plantar, poplíteo y tensor de la fascia lata. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005).....	11
Tabla 4 Músculo Gastrocnemios y Soleo. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005).....	11
Tabla 5 Variables. 3.1.3 Enfoque de investigación.....	50
Tabla 6 Criterios de Selección. ....	53
Tabla 7 Resultados. ....	57

## Resumen

La presente investigación surge a partir del análisis sobre la práctica de las diversas disciplinas deportivas, las cuales tienen una alta incidencia en las lesiones en la rodilla. Por lo tanto, todas requieren de un alto nivel de cuidados, los cuales resultan bastante significativos a la hora de crear entrenamientos capaces de rehabilitar pacientes con cuadros clínicos asociados a las lesiones de rodilla.

Como objetivo general, se planteó definir los beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo en paciente masculinos que practican *CrossFit* de 20-25 años, para prevenir las lesiones de ligamento cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican *CrossFit* de 20-25 años en la base de consulta bibliográfica. Para lograrlo, se planteó un estudio de enfoque cualitativo y el tipo de investigación explicativa para lograr los objetivos se centró en explicar el fenómeno y las condiciones que se dan. El diseño no experimental y el método análisis síntesis se basó para explicar analizar y describir los aspectos que se origina el tema de nuestro problema.

Como resultado a las diversas cuestiones planteadas en la investigación, existe una relación directa entre el porcentaje de fuerza, la estabilidad de pierna y la combinación de actividades posibles. Además, es muy importante considerar los cuadros clínicos, ya que cada uno tiene un impacto diferente en los pacientes. Para generar efectos favorables es muy importante considerar una variedad de tratamientos que incluyan el entrenamiento propioceptivo que pueda tener repercusiones positivas en todos los órganos del paciente. Esto generará un impacto en la vida del paciente.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Antecedentes generales**

Las lesiones de rodilla y sus consecuencias han sido ampliamente estudiadas a lo largo de la historia de la humanidad. En general, su procedencia y mecanismo de lesión de rodilla es resultante de las diversas ejecuciones de los entrenamientos. Por tanto, es esencial estudiar su procedencia, la forma de ejecución y la incidencia que han tenido a nivel social. En la presente sección se establecen los fundamentos teóricos generales que enmarcan las lesiones deportivas relativas a esta parte del cuerpo.

#### **1.1.1 Descripción de problema**

La lesión del ligamento cruzado anterior es un esguince o desgarro de ese ligamento, que es uno de los principales ligamentos de la rodilla. Las lesiones del ligamento cruzado anterior comúnmente se producen durante la práctica de deportes que implican paradas repentinas o cambios de dirección, saltar y caer con los pies, como el fútbol, el baloncesto, el fútbol americano y el esquí alpino. Los ligamentos poseen un gran número de mecanorreceptores que envían información propioceptiva al cerebro para controlar el movimiento. Las terminaciones de los nervios periféricos transmiten información acerca de la posición, el movimiento y el dolor al sistema nervioso central [SNC], siendo esta

información crucial para el control de la musculatura que rodea la articulación. (Mohedo,2015). Según la gravedad de la lesión del ligamento cruzado anterior, el tratamiento puede constar de descanso y ejercicios de rehabilitación para ayudarte a recuperar la fuerza y la estabilidad, o bien, podría constar de una cirugía de reemplazo del ligamento desgarrado seguida de rehabilitación. Un programa de entrenamiento adecuado puede ayudar a reducir el riesgo de sufrir una lesión del ligamento cruzado anterior. (*Mayo Clinic*,2020)

A pesar de los programas de intervención que se llevan a cabo, sigue considerándose el mayor problema en traumatología del deporte, tanto por su frecuencia como por la gravedad que conlleva, la posibilidad de recidiva y los cambios degenerativos osteoarticulares que condiciona a medio y largo plazo, pues las lesiones graves de rodilla son la causa de que el riesgo de sufrir artrosis sea más alto entre los practicantes de determinados deportes. Las consecuencias de esta lesión incluyen asimismo costes indirectos importantes, incapacidades temporales y permanentes y pérdidas de tiempo laboral, deportivo y escolar. La evolución de esta afección, incluso si se interviene quirúrgicamente, continúa siendo objeto de debate. (*Mayo Clinic*,2020)

La lesión del ligamento cruzado posterior ocurre con mucha menos frecuencia que la lesión en su contraparte más vulnerable de la rodilla, el ligamento cruzado anterior. El ligamento cruzado posterior y el ligamento cruzado anterior conectan el hueso del muslo [fémur] con el hueso de la espinilla [tibia]. Si alguno de los ligamentos se rompe, esto podría causar dolor, hinchazón y sensación de inestabilidad. Los ligamentos son fuertes bandas de tejido que conectan un hueso con otro. Los ligamentos cruzados conectan el muslo [fémur] a la tibia. Los ligamentos cruzados anteriores y posteriores forman una X en el centro de la rodilla. Aunque la lesión en un ligamento cruzado posterior, por lo general, causa menos

dolor, discapacidad e inestabilidad de la rodilla en comparación con el desgarro del ligamento cruzado anterior, aun así, puede impedir que participes en actividades por varias semanas o meses. (*Mayo Clinic*, 2020)

### 1.1.2 Descripción anatómica de la rodilla

La rodilla presenta una cara anterior y una cara posterior o fosa poplítea. En la cara anterior se ven como puntos de referencia óseos la rótula, la tuberosidad tibial y la cabeza del peroné. Por encima y a ambos lados de la rótula se ven los relieves musculares de los músculos vasto lateral y vasto medial, y en la línea media el ligamento rotuliano. En la fosa poplítea con la pierna en flexión se pueden ver los relieves del tendón del bíceps femoral y los tendones de los músculos semimembranoso y semitendinoso. La articulación de la rodilla es una articulación sinovial, formada por dos articulaciones: la femorotibial [bicondílea] y la femorrotuliana [tróclea]. (Pro,2012)

La articulación femorotibial es una articulación bicondílea. Las superficies articulares están conformadas por los cóndilos femorales que se articulan con los cóndilos tibiales. Entre estas superficies articulares encontramos los meniscos, dos fibrocartílagos, cuya función es aumentar la profundidad de las superficies articulares. (Pro,2012)

- Huesos de la rodilla

Es sistema esquelético-muscular está formado por la unión de los huesos, las articulaciones y músculos y constituye un elemento de sostén, protección y movimiento del cuerpo humano. (De la Plaza, & Espinosa, 2011). La articulación de la rodilla está compuesta de tres distintos huesos, los cuales son el fémur, la tibia y la rótula. Estos forman tres compartimentos distintos y parcialmente separados, los cuales pueden ser mediales, lateral y fémoro-rotuliano.

- Fémur

Es un hueso largo que forma el esqueleto del muslo por sí solo. Se articula superiormente con el hueso coxal e inferiormente con la tibia. En posición vertical, el fémur se orienta oblicuamente de superior a inferior y de lateral a medial. Esta oblicuidad es más acentuada en la mujer que en el hombre, lo cual se debe a que en la mujer la pelvis es más ancha y los acetábulos se hallan más separados. El fémur presenta también una curvatura de concavidad posterior y una torsión sobre su eje longitudinal de tales características que el eje mayor transversal del extremo superior, ligeramente oblicuo en sentido medial y anterior, forma con el del extremo inferior, que es casi transversal, un ángulo agudo abierto medialmente. El extremo superior comprende una eminencia articular cabeza del fémur, dos eminencias rugosas, el trocánter mayor y el trocánter menor, y un segmento cilíndrico denominado cuello del fémur, que une la cabeza del fémur a los trocánteres y al cuerpo del fémur. El extremo inferior es voluminoso y se extiende más transversalmente que en sentido anteroposterior. Se divide en dos eminencias articulares laterales denominadas cóndilos, separadas entre sí posteriormente por una depresión profunda denominada fosa intercondílea. Los cóndilos femorales son dos, uno medial y otro lateral. El medial está notablemente proyectado en sentido medial al eje del fémur; además es más estrecho que el lateral. Los cóndilos presentan una cara inferior, una cara posterior y dos caras colaterales. Las caras inferiores y posteriores están ocupadas por una superficie articular que corresponde a la rótula y a la tibia. En esta superficie articular se distinguen dos partes, anteriormente la cara rotuliana y posteriormente los cóndilos propiamente dichos. (Rouvier,2005)

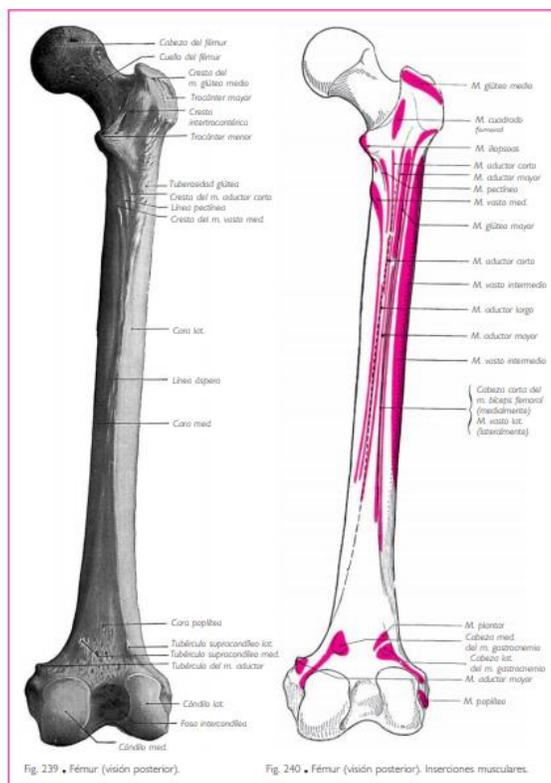


Figura 1. Fémur vista posterior. Fuente (Rouvier, 2005)

- Tibia

Es un hueso largo y voluminoso, situado en la parte medial de la pierna. Se articula superiormente con el fémur e inferiormente con el astrágalo. Se orienta verticalmente y forma con el fémur un ángulo obtuso abierto lateralmente. La tibia no es rectilínea, sino que está contorneado en forma de S cursiva muy alargada, y presenta una ligera concavidad lateral en su parte superior y medial en su parte inferior. La tibia tiene un cuerpo, un extremo superior y un extremo inferior. El cuerpo, es más ancho en sus dos extremos que en su parte media. La región más estrecha corresponde a la unión del tercio inferior con los dos tercios superiores del hueso. Es de forma prismática triangular y se describen en él tres caras y tres bordes. El extremo superior es voluminoso, alargado transversalmente y un poco desviado posteriormente. Está formado por dos cóndilos: uno lateral y otro medial, que sostienen las

caras articulares superiores de la tibia. Las dos caras articulares, cóndilos o cavidades glenoideas, están separadas posteriormente por una depresión y anteriormente por una superficie triangular cuyo vértice inferior termina en una gruesa eminencia denominada tuberosidad de la tibia. La tuberosidad de la tibia es muy saliente e irregular inferiormente y en ella se inserta el ligamento rotuliano. La cara superior de los cóndilos de la tibia constituye una especie de plataforma horizontal denominado cara articular superior, en la que se distinguen tres partes, dos articulares laterales, denominadas caras articulares superiores, y una media, denominada área intercondílea. El extremo inferior es menos voluminoso que el superior, pero al igual que éste, se extiende más en sentido transversal que anteroposterior. Presenta una forma irregularmente cúbica. Presenta cinco caras: una anterior, una posterior, una lateral, una medial y una inferior. (Rouviere,2005)

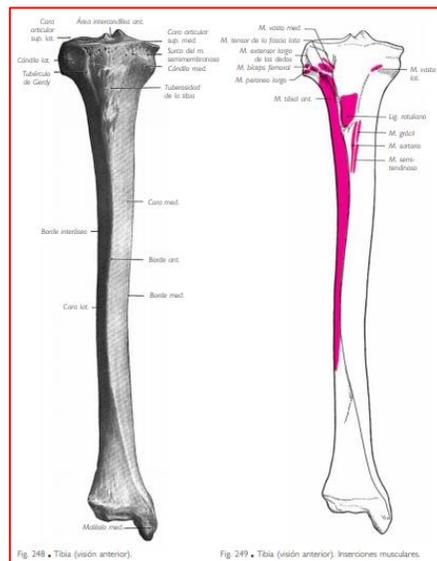


Figura 2 Tibia vista anterior. Fuente (Rouviere, 2005)

- Rótula

Situada en la parte anterior de la rodilla, es un hueso sesamoideo desarrollado en el tendón del músculo cuádriceps femoral. Es triangular, de base superior y aplanada de anterior

a posterior. Se describen en ella dos caras, una anterior y otra posterior, una base superior, un vértice inferior y dos bordes, uno lateral y otro medial. La rótula es el hueso sesamoideo de mayor tamaño del organismo y se sitúa en la tróclea femoral. Las fibras del tendón del cuádriceps envuelven su porción anterior y funden con el ligamento rotuliano distalmente. La articulación situada entre la rótula y la tróclea femoral constituye el compartimiento anterior o femorrotuliano.

La principal función biomecánica de la rótula consiste en incrementar el brazo del momento de fuerza que corresponde a la acción del cuádriceps. La carga que soporta la articulación se incrementa con el grado de flexión, pero al aumentar también el área de contacto, esta fuerza mayor es distribuida a lo largo de una zona más amplia. No obstante, cuando se realiza una extensión frente a resistencia, la fuerza soportada se incrementa, mientras que disminuye la zona de contacto, lo cual puede hacer aumentar el dolor procedente de la región fémoro-rotuliana.

La acción de elevación de la pierna recta elimina la transmisión de la fuerza a través de la articulación fémoro-rotuliana, ya que, durante la extensión completa, la rótula no se articula con la tróclea. (Rouviere,2005)

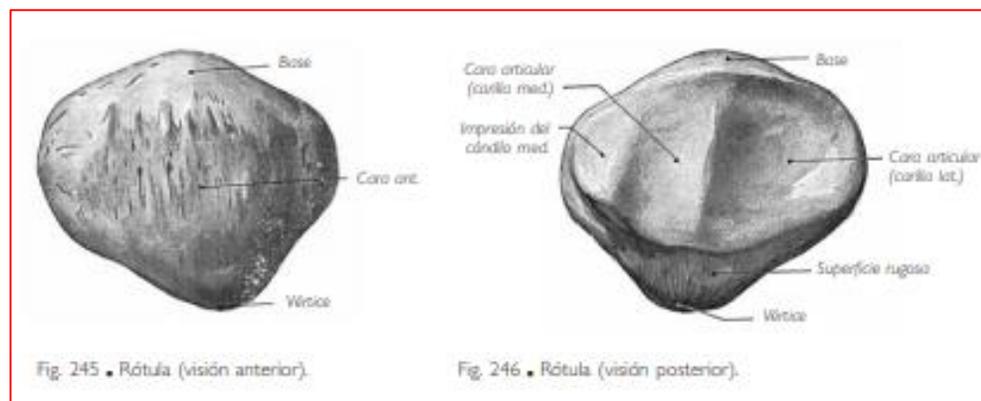


Figura 3 Rótula vista anterior y vista posterior. Fuente (Rouviere, 2005).

### 1.1.3 Músculos de la rodilla

	<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Función</b>
<b>Cuádriceps femoral</b>	Recto femoral	Espina ilíaca anterior inferior (cabeza recta) y el surco supra acetabular (cabeza refleja)	Tuberosidad de la tibia	Ramos del nervio femoral	Flexión de la cadera y extensión de la rodilla
	Vasto lateral	Trocánter mayor y el labio lateral de la línea áspera	Tendón del cuádriceps	Ramos del nervio femoral	Extensión de la rodilla
	Vasto intermedio	Cara anterior del fémur	Tendón del cuádriceps	Ramos del nervio femoral	Extensión de la pierna sobre el muslo
	Vasto medial	Línea inter trocantérica y labio medial de la línea áspera	Tendón del cuádriceps	Ramos del nervio femoral	Extensión de la rodilla
	Sartorio	Espina ilíaca anterior superior	Medial a la tuberosidad de la tibia	Nervio femoral	Flexión, abducción y rotación lateral de la cadera, y flexión y rotación medial de la rodilla
	Grácil	Rama inferior del pubis, medial al aductor mayor	Medial a la tuberosidad de la tibia	Nervio obturador	Flexión, extensión y aducción de la cadera, y flexión y rotación medial de la rodilla

*Tabla 1 Cuádriceps femoral. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005).*

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Función</b>
<b>Semitendinoso</b>	Tuberosidad isquiática y el ligamento sacrotuberoso	Superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia	Nervio tibial	Extensión, rotación medial y aducción de la cadera, y

			profunda de la pierna.		flexión y rotación medial de la rodilla
<b>Semimembranoso</b>		Tuberosidad isquiática	Cóndilo medial de la tibia y ligamento poplíteo oblicuo	Nervio tibial	Extensión, aducción y rotación medial de la cadera, y flexión y rotación medial de la rodilla. También tensión de la cápsula articular de la rodilla
<b>Bíceps femoral</b>	Cabeza larga	Tuberosidad isquiática	Cabeza del peroné	Nervio tibial	Extensión de la pierna sobre el muslo
	Cabeza corta	Labio lateral de la línea áspera	Cabeza del Peroné	Nervio tibial	Flexión y rotación lateral de la rodilla

Tabla 2 Biceps Femoral, Músculo Tendinoso y semimembranoso. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005)

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Función</b>
<b>Plantar</b>	Encima del cóndilo femoral lateral, cápsula de la rodilla y tendón de origen de la cabeza lateral del gastrocnemio	Tuberosidad calcáneo junto al tendón del calcáneo	Nervio tibial	Flexión plantar del pie
<b>Poplíteo</b>	Epicóndilo femoral lateral	Cara posterior de la tibia por encima del labio superior de la línea del sóleo	Nervio poplíteo, ramo del nervio tibial	Flexión y rotación medial de la pierna sobre el muslo
<b>Tensor de la fascia lata</b>	Porción anterior del labio externo de la	En la cintilla iliotibial de la fascia lata, en	Glúteo Superior	Flexión, rotación interna y la

	cresta ilíaca, superficie externa de la espina ilíaca anterosuperior y superficie profunda de la fascia lata.	la unión de los tercios proximal y medio del muslo		abducción de la articulación de la cadera, contribuye en la tensión de la fascia lata y puede ayudar en la extensión de la rodilla.
--	---	--	--	---

Tabla 3 Músculo plantar, poplíteo y tensor de la fascia lata. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005)

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Función</b>
<b>Gastrocnemios Cabeza lateral</b>	Encima del cóndilo femoral lateral.	Tuberosidad del calcáneo	Nervio tibial	Principal flexor plantar del pie. Accesoriamente, rotación medial del pie y flexión de la pierna sobre el muslo
<b>Gastrocnemios Cabeza medial</b>	Encima del cóndilo femoral medial.	Tuberosidad del calcáneo	Nervio tibial	Principal flexor plantar del pie. Accesoriamente, rotación medial del pie y flexión de la pierna sobre el muslo
<b>Soleo</b>	Porción posterolateral de la cabeza y cuello del peroné, labio inferior de la línea del sóleo de la tibia, por debajo de la inserción del músculo poplíteo, y tercio superior de la cara posterior de la tibia	Tuberosidad del calcáneo	Nervio tibial	Extensión de la pierna sobre el muslo

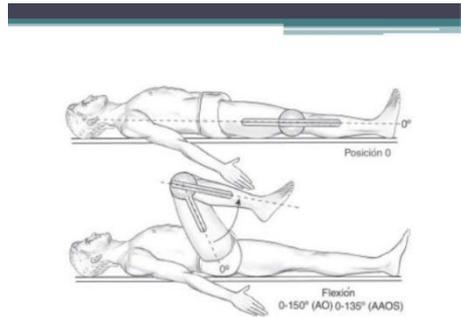
Tabla 4 Músculo Gastrocnemios y Soleo. Elaboración propia con información. Kendall's Músculos (2005)

#### 1.1.4 Goniometría de la rodilla

Goniometría deriva del griego gonion [ángulo] y metron [medición], es decir, disciplina que se encarga de estudiar la medición de los ángulos. Como objetivo de evaluar la posición de una articulación en el espacio y evaluar el arco de movimiento de una articulación en cada uno de los tres planos del espacio. En este caso, se trata de un procedimiento dinámico y estático que se utiliza para cuantificar la ausencia y la movilidad de una articulación (Taboadela,2007)

- Flexión: La posición del paciente deberá ser en decúbito dorsal, es decir, la posición corporal será acostado boca arriba con el cuello en posición neutral, con el miembro inferior en posición 0. (Fig. 4).
- Alineación del goniómetro: Goniómetro universal en 0°.
- Eje: colocado sobre el cóndilo femoral externo.
- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo óseo el trocánter mayor.
- Brazo móvil: se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo el maléolo externo.
- Movimiento: se procede a efectuar la flexión de la rodilla con la cadera en flexión máxima para relajar el cuádriceps. El brazo móvil del goniómetro acompaña el movimiento.
- Registro: se registra el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de flexión.
- Valores normales: Flexión: 0-150° [AO] y 0-135° [AAOS]. (Ver figura)

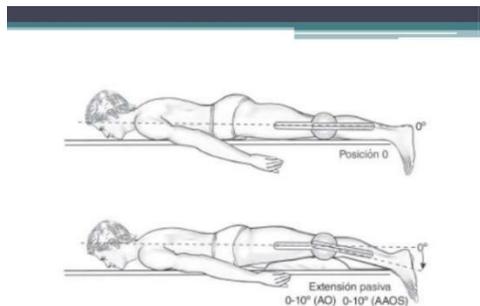
- Extensión: La posición del paciente deberá ser en decúbito ventral, es decir, la posición corporal es tendido boca abajo y la cabeza al lado en posición neutral, miembros superiores extendidos pegados al tronco y con las palmas de las manos hacia arriba con el miembro inferior en posición 0 y el fémur estabilizado con una almohada colocada debajo de este. (Fig. 5).
- Alineación del goniómetro: Goniómetro universal en 0°.
- Eje: colocado sobre el cóndilo femoral externo.



*Figura 4 Flexión de rodilla a partir de la posición 0 (paciente en decúbito dorsal. Fuente (Taboadela, 2007).*

- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo óseo el trocánter mayor.
- Brazo móvil: se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo el maléolo externo.
- Movimiento: no es posible la extensión activa de la rodilla, ya que su valor normal es 0; por eso, se evalúa la extensión pasiva. El brazo móvil del goniómetro acompaña el movimiento pasivo.

- Registro: se registra el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de extensión pasiva.
- Valores normales:
- Extensión activa: 0° [AO] y 0° [AAOS].
- Extensión pasiva: 0-10° [AO] y 0-10° [AAOS].



*Figura 5 Extensión pasiva de la rodilla. Fuente (Taboadela, 2007)*

### 1.1.5 Biomecánica de la rodilla

La articulación de la rodilla es combinación de las estructuras anatómicas donde predispone de dos grados de libertad de movimiento.

- Flexión y extensión

La flexión y la extensión son los movimientos principales de la rodilla. En la flexión se aproximan las caras posteriores de la pierna y del muslo. En la extensión la pierna está en prolongación al muslo. Estos movimientos se producen por el desplazamiento de los cóndilos sobre durante la flexión y en dirección anterior durante la extensión. Durante la extensión se tensa el ligamento cruzado anterior y en la flexión el ligamento cruzado posterior. (Pro,2012)

Estos movimientos se realizan alrededor de un eje transversal que pasa por los cóndilos. La flexión aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo, mientras que la extensión la aleja. La amplitud del movimiento desde la extensión hasta la flexión extremas mide de 130 a 150°. Los movimientos de flexión y extensión se acompañan de un movimiento de rotación medial de la tibia durante la flexión de la pierna, y de un movimiento de rotación lateral durante la extensión. Estos movimientos de rotación de la tibia sobre el fémur se deben a las diferencias de longitud y curvatura de los dos cóndilos del fémur. (Rouviere,2005)

- Rotación

La articulación de la rodilla constituye el centro de movimientos de rotación que se producen alrededor de un eje vertical que pasa por la eminencia intercondílea de la tibia, en la articulación meniscotibial. Los movimientos de rotación son nulos cuando la pierna se halla en extensión, a consecuencia de la tensión de los ligamentos cruzados y colaterales. Presentan su máxima extensión en la semiflexión. Los movimientos rotación se ven limitados por la tensión de los ligamentos cruzados y colaterales. (Rouviere,2005)

#### 1.1.6 Bursa

Es un tejido conjuntivo laxo que se interponen entre diversas estructuras, tales como tendones, huesos, músculos, y que facilita el deslizamiento entre ellos. La Bursa, por lo tanto, es una estructura que está diseñada para facilitar el movimiento y deslizamiento entre diferentes tipos de tejidos, absorbiendo así la fricción que se produce entre ellos al ejecutarse los movimientos. (Junquera,2012)

### 1.1.7 Meniscos

Compuesto de cartílago fibroso y tejido conjuntivo. Su función es armonizar las superficies articulares y amortiguar presiones. Soporta el 40% de la carga que recibe la articulación. Los meniscos intervienen en la estabilidad articular, la absorción de impactos y la lubricación de la articulación. Ayudan a estabilizar la rodilla profundizando la meseta tibial de manera que el fémur y la tibia conserven una posición relativa adecuada a través de todo el arco de movilidad de la articulación. (Mohedo,2015)

### 1.1.8 Ligamentos

- Ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado se origina en la superficie medial del cóndilo femoral externo por detrás de la escotadura, en forma de segmento de círculo. La porción anterior de la inserción es casi recta y la porción posterior es convexa. El ligamento cruzado discurre anterior, distal y medialmente hacia la tibia. A lo largo del transcurso de su trayecto, las fibras del ligamento experimentan una ligera rotación externa. La longitud del ligamento cruzado anterior es de 38mm, y su anchura media es de 11mm. Aproximadamente 10mm por debajo de su inserción femoral, el ligamento sobresale al proseguir en sentido distal hacia la inserción tibial. Que representa una zona amplia y deprimida anterior y lateral con respecto a la tuberosidad tibial interna en la fosa intercondílea. El ligamento cruzado anterior representa el principal estabilizador estático de la rodilla, impidiendo la traslación anterior de la tibia sobre el fémur alcanzando el 86% de la fuerza que se opone a dicho movimiento. La estabilidad de la articulación de la rodilla viene también reforzada por determinados factores dinámicos, como la acción de los músculos que actúan a través de esta articulación. Para que los músculos puedan contribuir estabilizando la rodilla, resulta esencial que exista

la adecuada retroalimentación por parte de los propioceptores que indican la posición de la rodilla. (Rouviere,2005)

- Ligamento cruzado posterior

El ligamento cruzado posterior se origina en la porción posterior de la superficie lateral del cóndilo femoral interno en la escotadura intercondílea, posterior a las inserciones de los meniscos lateral y medial. Su inserción superior es recta y su límite inferior es convexo. El ligamento cruzado posterior posee una longitud media de 38mm y una anchura media de 13mm. Su porción central es la más estrecha y se abre en forma de abanico más abierto hacia la porción superior que hacia la porción inferior. Las fibras se disponen en la inserción tibial orientadas en sentido latero medial, mientras que en el fémur se orientan en sentido anteroposterior. La inserción tibial se localiza en una depresión posterior a la superficie superior intraarticular de la tibia. El ligamento cruzado posterior se considera como el principal estabilizador de la rodilla, ya que se localiza próximo al eje central de rotación de la articulación y su potencia equivale casi al doble de la potencia del ligamento cruzado anterior. Se ha comprobado que el ligamento cruzado posterior representa el 95% de la fuerza total que se opone a la traslación posterior de la tibia sobre el fémur. Su tensión máxima se alcanza durante la flexión completa y también se tensa considerablemente durante la rotación interna. (Rouviere,2005)

### 1.1.9 Definiciones generales

- CrossFit

El *CrossFit* es un programa de acondicionamiento y fuerza de movimiento funcional, variado y de alta intensidad, que ha experimentado un gran crecimiento en popularidad en todo el mundo desde su creación hace doce años. Ha habido muchas críticas sobre las

posibles lesiones asociadas con el entrenamiento *CrossFit*, incluidas la rabdomiólisis y las lesiones musculoesqueléticas. Sin embargo, hasta la fecha no existe evidencia en la literatura sobre las lesiones y las tasas sufridas. El propósito de este estudio fue determinar las tasas de lesiones y los perfiles de los atletas *CrossFit* sostenidos durante el entrenamiento de *CrossFit* de rutina. Se distribuyó un cuestionario en línea entre los foros internacionales *CrossFit* en línea. Los datos recopilados incluyeron datos demográficos generales, programas de capacitación, perfiles de lesiones y uso de suplementos. Se recogieron un total de 132 respuestas con 97 [73. 5%] haber sufrido una lesión durante el entrenamiento *CrossFit*. Un total de 186 lesiones fueron reportadas con 9 [7.0%] que requieren intervención quirúrgica. Se calculó una tasa de lesiones de 3,1 por 1000 horas entrenadas. No se informaron incidencias de rabdomiólisis. Las tasas de lesiones con el entrenamiento *CrossFit* son similares a las reportadas en la literatura para deportes como levantamiento de pesas olímpico, levantamiento de pesas y gimnasia y deportes de contacto más bajos que los competitivos como la unión de rugby y la liga de rugby. (Glassman,2004).

- Esguince

El esguince es una lesión por elongación parcial o total de los ligamentos que sostienen a una articulación, así como el desgarre o ruptura de estos, generando inestabilidad en los movimientos articulares. Los esguinces generalmente se deben a lesiones traumáticas sobre una articulación, o a movimientos extremos que distorsionan el límite de elongación ligamentaria, produciendo de esta manera la lesión local y de tejidos adyacentes, constituyendo en un resultante frecuente de las actividades deportivas. (Bustamante, & Alanoca,2013).

- Clasificación

Los esguinces que se detallan fueron clasificados por Bustamante & Alanoca, (2013).

#### 1.1.10 Según su pronóstico esguince

Los esguinces, se clasifican de acuerdo con el grado de la lesión en:

- Esguinces de I grado: Con distensión leve de los ligamentos, sin laxitud articular asociada, con ruptura de menos del 5% de las fibras.
- Esguinces de II grado: Distensión moderada de los ligamentos, acompañado de inestabilidad articular, con ruptura del 40-50% de fibras.
- Esguince de III grado: Los ligamentos además de ser elongados se desgarran pudiendo llegar a romperse, además de lesionar los tendones y tejidos adyacentes.

#### 1.1.11 Cuadro clínico de esguince

El cuadro clínico de las lesiones ligamentarias, se debe analizar en base a una anamnesis exhaustiva, donde el paciente definirá el mecanismo de la lesión y los síntomas y signos acompañantes. De esta manera las lesiones, tendrán connotaciones clínicas diferentes del grado de lesión de los tejidos, es así como:

- Esguince de I grado: El paciente refiere dolor de moderada intensidad, con aumento de volumen localizado poco perceptible, pudiendo realizar sus actividades rutinarias. (Bustamante & Alanoca, 2013)
- Esguince de II grado: Con presencia de dolor opresivo, pulsátil, tolerable, pero que limita la función de la región lesionada, provocando impotencia parcial de la misma, a lo que se asocia, aumento de volumen, con presencia de equimosis leve periarticular. (Bustamante & Alanoca, 2013)

- Esguince de III grado: El paciente refiere intenso dolor inmediatamente producida la lesión, e inmovilizando el área afectada, sin lograr apoyo sobre la zona. Al tratarse de una lesión de mayor severidad la inflamación, el hematoma o equimosis, son manifiestos y se localizan alrededor de la zona lesionada, impidiendo aún más la movilización de esta. (Bustamante & Alanoca, 2013)

### 1.1.12 Etiología

- Según su mecanismo de lesión
  - Ligamento cruzado anterior

Mecanismo de lesión las lesiones de los ligamentos de la rodilla habitualmente se presentan en estas situaciones como mecanismo con rodilla en semiflexión, valgo forzado y rotación lateral de la tibia: puede producir una lesión del ligamento colateral tibial, ruptura del menisco medial y ruptura del ligamento cruzado anterior. Este conjunto de lesiones corresponde a la llamada tríada maligna de O'Donoghue. Mecanismo con rodilla en ligera flexión, varo forzado y rotación medial de la tibia que provoca la lesión del ligamento cruzado anterior, luego una lesión de ligamento colateral peroneo y ruptura meniscal medial o lateral. Mecanismo con rodilla en extensión y valgo forzado que provocará una lesión del ligamento colateral tibial y secundariamente una lesión del ligamento cruzado anterior o del posterior. Mecanismo con rodilla en extensión y varo forzado que producirá una lesión del ligamento colateral peroneo y de los ligamentos cruzados posterior y anterior. Un choque directo sobre la cara anterior de la rodilla puede provocar una lesión de ligamento cruzado posterior. La hiperextensión brusca puede provocar una lesión pura de ligamento cruzado anterior. (Pró,2012)

- Ligamento cruzado posterior

El mecanismo de producción de las lesiones del LCP varía desde la lesión aislada o combinada. El mecanismo clásico consiste en un trauma directo sobre la tibia proximal con la rodilla en flexión, lo que puede ser observado en accidentes automovilísticos al chocar la pierna con la pizarra del auto o en los deportes de contacto. Por otra parte, otro mecanismo consiste en la hiper-flexión de la rodilla donde ocurre la lesión en la inserción tibial o a través de su sustancia, por lo general en esta modalidad el fascículo antero-lateral está dañado, no así el postero-medial que se mantiene intacto. Por último, la lesión del LCP también puede ser provocada por un mecanismo de rotación externa con la rodilla casi en extensión y sin apoyo del peso corporal por la extremidad. Debido a que ocurren por lo general otras lesiones se pueden combinar otros mecanismos en varo y valgo. El diagnóstico de las lesiones del LCP está basado en los antecedentes del mecanismo de producción descritos con anterioridad, el cuadro clínico y los exámenes complementarios en especial los de tipo imagenológicos. Debido a que en su mayoría son lesiones provocadas por trauma de alta energía, se debe buscar a la inspección elementos que traduzcan algún daño vascular, entre los que se encuentran signos de hemorragia activa, isquemia distal de la extremidad, hematoma con rápida expansión, color y llene capilar. Se deben detectar estigmas de traumas directos como contusiones, heridas, alineación de la empleada ante este tipo de lesiones, ya que permite su identificación en los procesos agudos, así como la de lesiones asociadas de cartílagos, meniscos y otras estructuras ligamentosas. (Álvarez, & García,2017).

### 1.1.13. Factores de riesgo

- Intrínsecos

Algunos sujetos presentan una predisposición a padecer una lesión de ligamentos de rodilla. Si estos factores de riesgo fueran corregibles o compensables, conocerlos y estudiarlos sería el primer paso para desarrollar programas de prevención. Entre los factores de riesgo anatómicos destacan los relacionados con la alineación de los miembros inferiores, pues esta alineación contribuye a la estabilidad articular. Aunque los factores de riesgo anatómicos no son fáciles de corregir, es importante conocerlos para poder identificar a los sujetos que tienen más riesgo. La magnitud del ángulo del cuádriceps femoral [ángulo Q] se relaciona con la predisposición a un mayor valgo de la rodilla en el momento de contacto con el suelo, especialmente en las mujeres, con lo que supone de aumento de tensión sobre el LCA. Aunque hay distintas opiniones respecto a cómo el valgo estático de la rodilla condiciona un riesgo de lesión del LCA, la mayoría de las lesiones se producen con un componente de valgo dinámico que forma parte del mecanismo de la lesión. La pendiente posterior tibial dinámica aumentada por apoyo sobre el retropié e incidencia de la tibia respecto al suelo con inclinación posterior aumenta la probabilidad de lesionarse. La pendiente tibial posterior aumentada de forma constitucional del compartimento externo es, en sí misma, un factor de riesgo. Todo ello contribuye a que el vector anteroposterior de reacción entre el peso corporal y el suelo esté aumentado en las rodillas cuando se lesionan, lo que favorece el desplazamiento tibial hacia delante y tensiona el LCA. Teóricamente, la disminución de la pendiente tibial posterior hace que la carga axial se traduzca en un menor empuje de la tibia hacia delante. El conflicto de espacio del LCA con el borde medial de la escotadura intercondílea se ha propuesto también como posible causa de lesión, aunque las referencias bibliográficas son contradictorias y el tamaño de la escotadura es difícil de medir con técnicas radiológicas. Sin embargo, la mayoría de las lesiones por no contacto se producen con la rodilla en cierto grado de flexión y a nivel de la inserción femoral del

ligamento; si la estenosis de la escotadura fuera el factor causante cabría esperar que las roturas se produjeran en situaciones de hiperextensión y en el cuerpo del ligamento. Por lo tanto, aunque hay cierta evidencia que sugiere una asociación entre una escotadura intercondílea estrecha y un incremento de la razón probablemente estriba en que una escotadura pequeña aloja un ligamento también pequeño y, por ende, más frágil, como suele ocurrir en las mujeres, que tienen escotaduras menores. La pronación excesiva del pie se ha correlacionado en numerosas series con un incremento del riesgo de lesión por el aumento de la torsión tibial interna, pero otros estudios han llegado a la conclusión de que la pronación subtalar y de escafoides se relaciona con laxitud articular también a nivel de los ligamentos de la rodilla [sin antecedentes de lesión del LCA]. En general, se sugiere que cuanto más prona un atleta, mayor laxitud de la articulación de la rodilla y más asociación con lesión del LCA. La relación entre el índice de masa corporal [IMC] y el riesgo de lesión no es concluyente, e incluso algunos la descartan. Entre las mujeres deportistas con un IMC superior a la media se registra una disminución de la velocidad de flexión de la rodilla en el aterrizaje, lo cual puede favorecer una lesión del LCA. El efecto de las hormonas sobre el riesgo de lesión del LCA no tiene un claro consenso. Es cierto que las distintas concentraciones hormonales condicionan las propiedades viscoelásticas del colágeno, por lo que debería investigarse la variabilidad de las hormonas, característica entre las mujeres, inherente a cada ciclo, y documentar con exactitud la concentración real. La alteración del balance entre flexores y extensores se considera un factor de riesgo por el papel protector de la musculatura isquiosural sobre el LCA, con la que comparte la prevención del desplazamiento anterior de la tibia. Esta arquitectura funcional se comparte en extensión, aunque parece que se pierde en flexión, que es la posición en que se producen las lesiones de no contacto. Si hay una alteración del patrón de activación muscular durante el contacto con

el suelo tras un salto, en caso de que el cuádriceps no esté bien contrarrestado por los músculos isquiotibiales, que deben actuar en contracción excéntrica, puede producirse un desplazamiento anterior de la tibia. Esto puede ser especialmente evidente en situación de fatiga acumulada que afecta de manera negativa más al músculo que trabaja en contracción excéntrica [isquiosurales] que al que lo hace en contracción concéntrica [cuádriceps]. Entre los factores que pretenden explicar por qué las mujeres tienen un riesgo aumentado de lesión se han descrito la alineación en valgo, la laxitud articular el recurvatum de la rodilla, el tamaño del LCA y los efectos hormonales sobre los ligamentos. Por otra parte, también están más predispuestas a tener patrones motores globales del cuerpo y del miembro inferior menos beneficiosos para evitar una lesión del LCA. (Hermoso,2012)

- Extrínsecos

Los factores de riesgo extrínsecos que clásicamente se han tenido en cuenta son, por un lado, la falta de evidencia de que las rodilleras prevengan las lesiones del LCA y, por otra parte, que aumentar el coeficiente de fricción entre el calzado y la superficie de apoyo puede mejorar el rendimiento deportivo, pero también aumentar el riesgo de lesión del LCA. Estos factores extrínsecos o medioambientales convierten al sujeto predispuesto en sujeto susceptible, según el modelo de análisis de mecanismos de lesión que propusieron Bahr y Krosshaug. Entre ellos se han considerado las condiciones meteorológicas, el tipo de calzado y su interacción con la superficie, y los elementos de protección. En el fútbol australiano se ha descrito una relación entre el clima seco y una mayor incidencia de lesiones del LCA, hecho atribuido al predominio de hierba tipo Bermuda, con raíces más trenzadas entre sí, que implican una relación calzado-superficie más «trabada». Se ha publicado una disminución de la tasa de lesiones del LCA con la última generación de césped artificial, pero el estudio

no incluye datos sobre el tipo de calzado usado ni la tracción de la superficie. Se ha propuesto que los tacos más altos, los que tienen forma de cuchilla y llevar un mayor número de tacos, así como también las suelas con mayor superficie, pueden guardar relación, pero no ha podido demostrarse. Todos estos sistemas pretenden mejorar la adherencia entre el sujeto y la superficie; si transmiten mejor las fuerzas de reacción entre el peso del sujeto y el suelo sin disiparlas, las transmitirán prácticamente intactas al sistema osteoarticular del miembro de apoyo, sometiéndolo a un mayor riesgo de lesión. Quizás sea así para algunos sujetos que aúnan estos factores extrínsecos con otros intrínsecos, o bien que determinadas modificaciones en las condiciones del calzado requieran de los sujetos unos cambios biomecánicos adaptativos que son los que los sitúan en verdadero riesgo. Muchos de los factores de riesgo extrínsecos adquieren significación en los estudios epidemiológicos entre las deportistas femeninas, porque se dan en personas con más predisposición intrínseca. El uso preventivo de rodilleras y actualmente se considera que las rodilleras pueden ser útiles en rodillas laxas y en las que ya han sufrido alguna lesión, pero no ayudan en las indemnes e incluso podrían ser perjudiciales, porque su uso en saltos controlados condiciona una recepción con el suelo en un ángulo de flexión mayor. Debemos tener en cuenta que la mayoría de los deportes de equipo no permiten este tipo de soportes en competición. (Hermoso,2012)

#### 1.1.14 Epidemiología

Las lesiones ligamentosas, los esguinces, son lesiones causadas por la distensión del aparato capsulo ligamentoso de una articulación provocada por un movimiento forzado más allá de los límites fisiológicos. La articulación más afectada por los esguinces es el tobillo, seguido de la muñeca, la rodilla y el hombro. En un estudio realizado en EE. UIJ. se observó

un pico de incidencia entre los 15 y los 19 años de edad, con 7,2 por cada 1.000 personas-año, sin una diferencia significativa entre ambos sexos. Los esguinces de rodilla son muy frecuentes en deportes donde el esfuerzo máximo se localiza en miembros inferiores y en los cuales se realizan cambios de dirección y de sentido rápidos y bruscos, habitualmente agravados por la fuerza del adversario. En función de la posición a la que llegue la tensión capsulo ligamentosa antes del daño, se lesionará un ligamento u otro. Lo normal es que exista una flexión de rodilla de unos 60°, a partir de los cuales la rodilla es más inestable y, por tanto, vulnerable a la lesión. En concreto, la lesión LCA ocurre más entre las chicas que entre los chicos y prácticamente dos tercios de las lesiones del LCA tienen un origen deportivo afectando, por tanto, a una población joven y activa. Tienen una alta prevalencia, alrededor de 0,3 por cada 1.000 habitantes-año, en la población general. Esta incidencia es notablemente más alta en los deportes de contacto y los que exigen girar sobre la rodilla. Una de cada cinco artroscopias realizadas en nuestro país tendría como objetivo la reconstrucción del LCA. Las mujeres que practican actividades deportivas tienen entre 2 y 8 veces más roturas de LCA que los hombres que practican los mismos deportes. Entre las posibles causas se han señalado las diferencias en el ángulo Q, la morfología de la articulación de la rodilla, las dimensiones pélvicas, el entrenamiento y el estado hormonal durante el ciclo menstrual. También se ha considerado el menor control motor de los músculos sobre la rodilla. No hay que olvidar que las mujeres muestran una mayor laxitud articular de la rodilla en respuesta a las menores magnitudes de torsión que deben soportar en relación con los hombres. (Mohedo,2015)

#### 1.1.15 Diagnóstico

- Médico

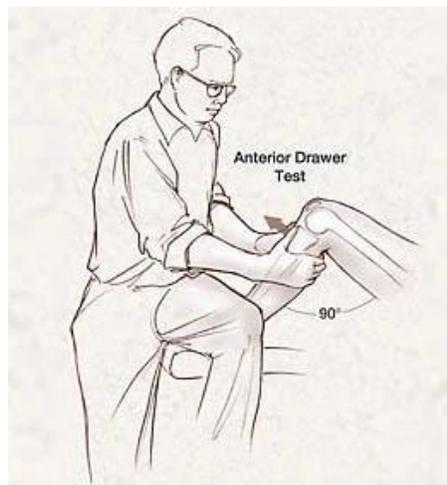
Una radiografía es una prueba rápida e indolora que genera imágenes de las estructuras internas del cuerpo, en especial de los huesos. Los haces de rayos X pasan a través del cuerpo y se absorben en diferentes cantidades según la densidad del material a través del cual pasan. Los materiales densos, como huesos y metales, aparecen de color blanco en las radiografías. El aire en los pulmones aparece de color negro. La grasa y los músculos aparecen como sombras de color gris. En algunos tipos de radiografías, se introduce un medio de contraste [como yodo o bario] en el cuerpo para poder observar más detalles en las imágenes. (Mayo *Clinic*,2020)

La resonancia magnética [RM] es una técnica de imágenes médicas que utiliza un campo magnético y ondas de radio generadas por computadora para crear imágenes detalladas de los órganos y tejidos del cuerpo. La mayoría de las máquinas de RM son grandes imanes con forma de tubo. Cuando te recuestas dentro de una máquina de RM, el campo magnético realinea temporalmente las moléculas de agua en tu cuerpo. (Mayo *Clinic*,2020)

La ecografía de diagnóstico, también denominada sonografía o sonografía médica de diagnóstico, es un método de diagnóstico por imágenes que usa ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes de las estructuras dentro del cuerpo. Las imágenes pueden brindar información valiosa para el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades y afecciones. Para la mayoría de los exámenes por ecografía, se usa un dispositivo ecográfico fuera del cuerpo, aunque algunos de estos exámenes comprenden la colocación de un dispositivo dentro del cuerpo. (Mayo *Clinic*,2020)

- Fisioterapéutico

- Prueba del cajón anterior
- Objetivo. Valorar la integridad del LCA.
- Posición del paciente. Decúbito supino, con las rodillas flexionadas a 90° y las caderas a 45°, y los pies apoyados sobre la mesa.
- Posición del examinador. Semisentado sobre el pie del sujeto, bloqueándolo.
- Ejecución. El examinador abraza con ambas manos la epífisis proximal tibial, sitúa los pulgares sobre la cara anterior de la interlínea para sentir el grado de desplazamiento anterior o de aumento del escalón femorotibial e induce una traslación anterior de la tibia, en posición neutra de la rodilla.



*Figura 6 Cajón anterior. Fuente (Romero, 2015).*

- Prueba de Lachmann
- Objetivo. Estudiar la integridad del LCA.
- Posición del paciente. Decúbito supino.
- Posición del examinador. De pie, frente a la rodilla que se quiere estudiar.

- Ejecución. El examinador sitúa la rodilla entre la extensión completa y los 15º de flexión. Con la mano craneal sobre la cara anterior del tercio inferior del muslo, estabiliza el fémur mientras con la otra sostiene la pierna por su tercio superior y aplica una presión firme cuya finalidad es producir un desplazamiento anterior de la tibia, para el cual es necesaria la relajación completa de la musculatura anterior.
- Hallazgo positivo. La apreciación propioceptiva o visible de una traslación anterior anómala o excesiva de la tibia respecto al fémur unida a punto final blando es indicativa de afectación del LCA.



*Figura 7 Prueba de Lachmann. Fuente (Romero, 2015)*

- Prueba de desplazamiento de pivote [pivot shift]
- Objetivo. Evidenciar una insuficiencia del LCA.
- Posición del paciente. Decúbito supino.
- Posición del examinador. Lateralmente respecto al miembro que se quiere examinar. Con una mano abarca el pie, y con la otra, la cara posterior de la rodilla.

- Ejecución. La mano caudal imprime una rotación interna forzada a la pierna desde el pie, al tiempo que la mano libre induce una flexión pasiva y lenta en sentido valguizante acentuada por la fuerza de la gravedad. La rotación se mantiene en todo momento.
- Hallazgo positivo. En torno a los 25-30° de flexión, y tras apreciar una resistencia, acontece un súbito resalte que externamente se manifiesta como un salto del platillo tibial lateral delante del cóndilo femoral homolateral y que puede llegar a ser palpable y/o doloroso.

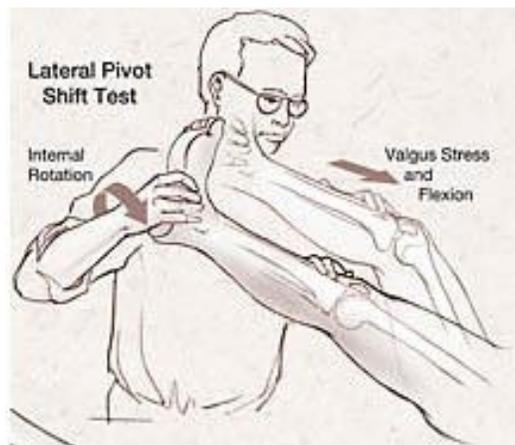


Figura 8 Prueba desplazamiento de Pivote Fuente (Romero, 2015).

- Test de Cajón Posterior
- Objetivo: Valorar la integridad del Ligamento Cruzado Posterior [LCP].
- Paciente: Decúbito supino, con las rodillas flexionadas a 90° y las caderas a 45°. Pies apoyados sobre la camilla.
- Examinador: Semisentado sobre el pie del sujeto, bloqueándolo.
- Ejecución: El examinador aplica la primera comisura de cada mano sobre la cara anterior de epífisis proximal de la tibia, pulgares sobre la interlínea, y con

el resto de los dedos termina de abrazarla. En esta posición se imprime un empuje en sentido posterior intentando producir un cajón posterior. Este gesto debe repetirse con la tibia en rotación externa interna.

- Hallazgo positivo: Excesiva traslación posterior del extremo proximal de la tibia respecto al fémur.



*Figura 9 Prueba de Cajón Posterior. Fuente (Romero, 2015).*

#### 1.1.16 Tratamiento Médico

- Cirugía artroscópica

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior es una cirugía en la que se reemplaza un ligamento cruzado anterior roto [LCA], un ligamento importante ubicado en la rodilla. En la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, se extirpa el ligamento roto y se reemplaza con una parte de un tendón de otra zona de la rodilla o de un donante fallecido. Esta cirugía es un procedimiento ambulatorio que se realiza a través de pequeños cortes alrededor de la articulación de la rodilla. (Mayo Clinic,2020) El cirujano introduce un artroscopio dentro de una de las otras incisiones. Una cámara en el extremo del artroscopio transmite imágenes desde el interior de la rodilla a una pantalla de televisión en el quirófano. Se introducen tornos quirúrgicos a través de otras incisiones pequeñas. El cirujano perfora pequeños agujeros en los huesos de la parte superior e inferior de la pierna, donde estos

huesos se acercan unos a otros en la articulación de la rodilla. Los agujeros forman túneles a través de los cuales se fijará el injerto. Si usted usa su propio tejido, el cirujano le hará otra incisión en la rodilla y tomará el injerto [tejido de reemplazo]. Se tira del injerto a través de los túneles que se perforaron en los huesos de la parte superior e inferior de la pierna. (Cigna,2017)

- Técnica Monotúnel

Las reconstrucciones del LCA con injerto monofascicular y técnica transtibial se realizan con frecuencia crecientes. La técnica monotúnel transtibial recomendada para la reconstrucción habitual del LCA está basada en estrategias destinadas a prevenir el pellizcamiento del injerto contra el techo de la escotadura intercondílea y a preservar la longitud del túnel tibial. (Mejías,2015)

- Técnica de doble fascículo

Para la realización de esta técnica, se realizan dos túneles tibiales [anteromedial y posterolateral] y dos túneles femorales [el anteromedial más anterior y proximal y el posterolateral más posterior y distal]. En general, ofrecen mejor control de la estabilidad, especialmente rotacional, tanto como en estudios intraoperatorios como navegador. (Mejías,2015)

### 1.1.17 Tratamiento conservador

El tratamiento conservador implica la capacidad del lesionado para cumplir con un programa de rehabilitación prologado [4-6 meses]. A menudo se precisa una rodillera estabilizadora para realizar determinadas actividades deportivas. El paciente debe cambiar el nivel y tipo de actividad deportiva y en algunos casos será medicado con AINES. (Torres, & Torrent, 2009).

## 1.2 Antecedentes específicos

Aquí nos centramos en el problema que estamos abarcando, estrategias fisioterapéuticas que se usan para tratar el padecimiento y detalladamente el tratamiento que se propone en la investigación.

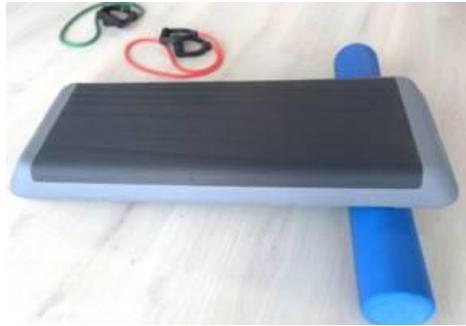
### 1.2.1 Definición de entrenamiento propioceptivo

La reeducación propioceptiva, o reeducación sensitivo perceptivo-motriz [RSPM], es el proceso de reequilibrio articular a través de estímulos posturales, tendinosos y neuromusculares que, en sus aferencias, facilitan el equilibrio y control articular. La función del fisioterapeuta es encontrar el sistema de estímulo articular para potenciar y desarrollar esta percepción. La RSPM no solo se sirve de la propiocepción sino también de una estimulación previa de receptores cutáneos, visuales, auditivos, etc., por tanto, consiste en el archivo de una serie de nuevos esquemas de coordinación neuro motriz mediante unos ejercicios que darán seguridad a la articulación. Existe un bucle funcional entre el sistema nervioso central [SNC] y un efector, desde los receptores propio- y exteroceptivos; de este último se lanzarán informaciones sensoriales hacia el SNC, donde se confrontarán con nuestros conocimientos a nivel perceptivo, desencadenándose un programa motor que modificará el estado del efector y, por tanto, el estado de los receptores, produciéndose de este modo una constante retroalimentación de dicho bucle. Todas las articulaciones son susceptibles de ser tratadas mediante esta técnica, al igual que la estática global del paciente, ya que el SNC se sirve de la información propioceptiva en la continua regulación y modulación de los movimientos voluntarios y el equilibrio. En relación con la RSPM están los conceptos de retroalimentación [FB, del inglés feedback] y prealimentación [FF, del inglés feedforward]. La FB es la percepción sensitiva que deriva del proceso de realización

de un movimiento [generado por un estímulo] y su consecuente cambio en algunos receptores, que informan de la nueva situación. La información llega al cerebro y es procesada, de esta forma el SNC conoce el estado y posición del cuerpo en todo momento. Gracias a que existe esta FB, podemos adaptar el movimiento a cada situación, rectificar en el movimiento, evitar riesgos o buscar beneficios. Cuando hay problemas en la sensibilidad, la comunicación está interrumpida, el SNC desconoce la posición exacta de su cuerpo y resulta muy difícil el movimiento normal. Por otro lado, la FF es el proceso de aprendizaje que se deriva de la realización de un gesto y su posterior modificación para mejorarlo, hasta su automatización [mediante la memoria]. El organismo se sirve de esta memoria cinestésica para crear mecanismos de defensa, de manera que puedan evitarse situaciones peligrosas o repetir aquellas que, por el contrario, fueron un bien. El mecanismo de FF actúa, además, a la hora de hacer un movimiento, ya que prepara al organismo para su realización. Cuando el SNC conoce el movimiento que va a realizar, pone en marcha las estructuras implicadas, avisa a la musculatura necesaria, ajusta la postura para encontrar la más apropiada, regula el tono postural, aumentándolo o disminuyendo. (Mohedo,2015)

### 1.2.2 Materiales

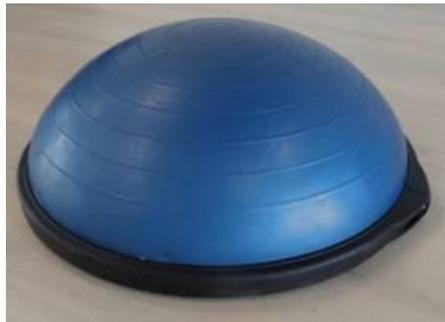
Existen multitud de medios que podemos usar en el diseño de los ejercicios, desde simples cojines o pelotas hasta plataformas inestables de varios tipos y resistencias, de forma individual o combinando varios de ellos. A continuación, algunos que suelen ser habituales en la recuperación deportiva. (Tarantino,2014)



*Figura 10 Step, roller y therabands de diferentes resistencias. Fuente (Tarantino, 2014).*



*Figura 12 Dyn air. Fuente (Tarantino, 2014).*



*Figura 11 Bosu. Fuente (Tarantino, 2014)*



*Figura 13 Fit Ball. Fuente (Tarantino, 2014).*



*Figura 14 Therabands Fuente, (Tarantino, 2014).*



*Figura 15 Pelotas, pesos y mancuernas. Fuente (Tarantino, 2014)*

### 1.2.3 Prescripción de entrenamiento propioceptivo

En posición tumbado boca arriba, con la rodilla extendida y la punta del pie hacia arriba, flexionar la cadera hasta 50-60°, mantener la extremidad ahí 3 segundos y volver lentamente a la posición inicial. Repetir 15 veces. Podemos hacer el ejercicio sin implementos o utilizar tobilleras lastradas o resistencias elásticas, como en el ejemplo de la foto. Realizar lo mismo, pero con un movimiento de ABD [separación] de cadera. Repetir, pero con ADD [aproximación] de cadera. (Tarantino,2014)



*Figura 16 Posición tumbado boca arriba. Fuente, (Tarantino, 2014).*

En posición de pie con el tronco recto, una pierna apoyada sobre el fitball y la otra con el pie apoyado sobre el suelo primero detrás, segundo lateralmente y tercero delante. Mantener cada posición durante 30 segundos con cada extremidad. Realizar el mismo ejercicio con los ojos cerrados. Realizar cambios de una posición a otra de forma dinámica con la secuencia: atrás – lateral – delante – lateral – atrás. (Tarantino,2014)



*Figura 17 Posición de pie con el tronco recto. Fuente, (Tarantino,2014).*

En posición de pie sobre una plataforma inestable, en el caso de los ejemplos hemos usado dyn air y bosu [invertido], con el tronco recto y las rodillas ligeramente flexionadas y separadas a la anchura de los hombros, realizar oscilaciones laterales de nuestro cuerpo de

uno a otro lado manteniendo el equilibrio durante 30 segundos a 1 minuto. Como variantes y progresiones podemos realizar cambios en el grado de flexión de rodillas y en la distancia de separación de las piernas. También podemos realizar el ejercicio con los ojos cerrados. Realizar oscilaciones antero-posteriores. Podemos utilizar las mismas variantes y progresiones en el ejercicio. (Tarantino,2014)



*Figura 18 Posición de pie en plataforma inestable. Fuente, (Tarantino, 2014).*

En posición de pie sobre el roller, con el tronco recto, las rodillas extendidas y los brazos elevados. Mantener la posición 5 segundos y después descender lentamente hasta la posición de sentadillas con las rodillas entre 125° hasta 90° de flexión, según el tipo de intensidad que queramos. Mantener ahí otros 5 segundos la posición y después volver al comienzo. Repetir al menos 5 veces. Como variante podemos realizar el ejercicio con los ojos cerrados en las posiciones inicial y final y realizar la transición de una a otra posición con los ojos abiertos. (Tarantino,2014)



*Figura 19 Posición de pie sobre el roller. Fuente, (Tarantino, 2014)*

En posición de pie, con el tronco recto, apoyados sobre una pierna con la rodilla ligeramente flexionada y sobre una plataforma inestable, en este caso un bosu, mover la pierna libre adelante, lateral, atrás y adentro alternativamente. Realizar durante 30 segundos a 1 minuto y después cambiar de pierna. (Tarantino,2014)



*Figura 20 Posición sobre plataforma inestable. Fuente, (Tarantino, 2014).*

De pie sobre el bosu invertido, con el tronco recto, apoyando un solo pie y con la pierna libre atrás. Desde esta posición flexionamos ligeramente la rodilla de apoyo a la vez que llevamos el tronco hacia delante, estirando los brazos arriba y la pierna libre atrás en la misma proyección del tronco. Mantenemos esa posición 5 segundos y volvemos a la posición inicial. Repetir al menos 3 veces y después cambiar de pierna. (Tarantino,2014)



*Figura 21 Posición de pie sobre bosu invertido. Fuente, (Tarantino, 2014).*

#### 1.2.4 Objetivos fisioterapéuticos tras lesión ligamentosa cruzadas

Según Deportesdeciudad los objetivos son los siguientes:

- Principalmente combatir el dolor, la inflamación y el edema, ya que se debe el proceso doloroso para el paciente, es ideal ir disminuyendo el proceso inflamatorio.
- Conseguir amplitudes articulares funcionales, será muy importante tratar precozmente al paciente para que no se puedan desencadenar procesos derivados de la inmovilización.
- Estar alertar y vigilar las posibles complicaciones y prevenir la rigidez.
- Evitar y prevenir el síndrome patela-ínfera-artrofibrosis, lo cual consistente en un descenso de la rótula que da lugar a fibrosis articular formándose un tejido especial entre rótula y tejido subyacente, por el miedo del paciente a contraer el cuádriceps.
- Ser respetuosos y prudentes en los actos de rehabilitación evitaremos maniobras inapropiadas y adaptaremos posiciones o abordajes, buscando no crear tensión mecánica como hiperextensión de rodilla o movimientos bruscos de rotación femorotibial.

- Trabajar para conseguir una estabilidad activa sustentada en el desarrollo del control neuromuscular y el manejo de las limitaciones biológicas de la rodilla.
- Reeducar a ejercicios o un programa de propiocepción para reforzar la musculatura de miembro inferiores y potencializar la estructura ligamentosa.
- Integrar al paciente en sus actividades laborales y/o deportivas lo cual se conseguirá una rodilla estable para retomar las capacidades físicas y deportivas del individuo.
- Ejercitar a la rodilla dando movilidad y un trefismo muscular compatible con el retomo soportable a las solicitaciones de las actividades de la vida diaria.

### 1.2.5 Efectos fisiológicos del entrenamiento propioceptivo

Según Bullich, (1996) los efectos fisiológicos son:

- Entre los cambios celulares podemos destacar, el aumento de la PC- fosfocreatina, el glucógeno muscular, y la disponibilidad del depósito de lípidos para su utilización en actividades que requieran esfuerzos prolongados.
- De forma global los volúmenes pulmonares experimentan un aumento, a expensas del incremento de superficies de intercambio alveolar-capilar mayor y más eficiente.
- Aumento del tamaño del corazón dado por el aumento de la cavidad ventricular, con mayores volúmenes sistólicos y diastólicos, al largo plazo y en actividades de resistencia.
- El entrenamiento produce descenso de la frecuencia cardiaca de reposo (bradicardia). Influenciada esta por el sistema nervioso autónomo disminución de la actividad simpática o aumento de la parasimpático o ambos, como así por el enlentecimiento del ritmo de descarga del nodo sinoauricular.

- Los husos neuromusculares y los corpúsculos de Golgi transmitirán la información que es vehiculada por los fascículos espinocerebelosos al cerebelo donde la información relativa a la longitud muscular, su velocidad de estiramiento y la fuerza desarrollada es decir el cerebelo utiliza esta información para el control y la coordinación del movimiento, produciendo reflejos que facilitan la precisión y control de la movilidad de la rodilla.
- El sistema extrapiramidal integrara los componentes excitaciones e inhibidores haciéndoles automáticos por la repetición e interviniera de forma refleja la ejecución de los movimientos voluntarios, regulando el tono de la musculatura agonista y antagonista, al contrario de lo que sucede en la vía piramidal, interviniendo directamente en los movimientos voluntarios.
- Gracias a la actividad neuromuscular donde la vía piramidal cortico espinal excitara algunos músculos e inhibir otros para crear patrones y secuencias y así lograr movimientos corporales funcionales.
- Activara al corpúsculo de Ruffini y órgano Tendinoso de Golgi dando más sensibilidad a la posición y el cambio de posición donde detectan tanto los factores estáticos como los dinámicos, el ángulo articular, la velocidad, la posición intraarticular y el estiramiento o registrar variaciones de tensión y estiramiento del tejido.
- Activara la sensación del movimiento de la articulación por medio de los mecanorreceptores de por el corpúsculo de Pacini lo cual iniciara una descarga energética de potenciales eléctricos en el nervio sólo durante la aplicación y la

retirada del estímulo o durante la aceleración o desaceleración del movimiento articular.

- Los impulsos aferentes iniciados en el receptor espiral de la parte central mitad encuentra resistencia, los husos neuromusculares se acortarán más que las fibras estriadas, de forma que los axones aferentes empezarán a activarse y a hacer que el reflejo monosináptico de extensión refuerce la contracción.

#### 1.2.6 Beneficios del entrenamiento propioceptivo

De acuerdo con la información recopilada de Benavente (2020) indica que:

- Aumentar la capacidad de mantener el equilibrio
- Mantener la capacidad de control y tensión muscular
- Mayor regulación del espacio/tiempo de movimiento.
- Mejorar la capacidad de orientación espacial.
- Proteger de las lesiones agudas por medio de la estabilidad refleja.
- Corregir el desplazamiento voluntario del centro de gravedad.
- Proporciona información perceptual de la posición corporal.

## CAPÍTULO II

En el presente capítulo se analiza el marco de referencia y la situación del objetivo de estudio. Se observa el ámbito del CrossFit y se realiza una revisión bibliográfica del estudio del comportamiento de la rodilla en el deporte.

### 2.1 Planteamiento del problema

Las lesiones más frecuentes en el desarrollo de entrenamientos de *CrossFit* se sitúan en el hombro [22%], la rodilla [16%] y la parte baja de la espalda [12%]. En general, el 75 por ciento de las lesiones primarias ocurren como resultado directo de la participación de un entrenamiento determinado, como sucede con el *CrossFit*. La mayoría de las lesiones se producen de forma aguda [54%], mientras que una proporción menor fue de inicio crónico [35%]. El 24 por ciento de los atletas indicaron que su lesión no afectaba su entrenamiento, mientras que el 50 por ciento indicó que su lesión reportada les hizo cambiar su desempeño de un régimen de ejercicio/entrenamiento. Casi más de la mitad de los atletas informaron de que sus lesiones requerían la atención de un profesional médico. Sin embargo, algunas lesiones se resolvieron con cuidados autoadministrados. (Montalvo A, 2020)

Keogh y Winwood (2016) encontraron que los levantadores de pesas olímpicos lesionaban con más frecuencia la rodilla, la parte baja de la espalda y el hombro, los levantadores más frecuentemente lesionaban el hombro, la parte baja de la espalda y la rodilla. Los atletas de *Crossfit* se parecían más a los levantadores de potencia en este sentido. El ligamento cruzado posterior [LCP] es el más fuerte de la articulación de la rodilla y su lesión se puede observar de un 38 % a un 44 % de los traumas de la articulación. Sin embargo, las lesiones combinadas son las más reportadas hasta en un 56 % de los casos. Según Álvarez López (2015) la combinación de lesión de LCP y ligamento cruzado anterior [LCA] es del 45,9 %, la inestabilidad posterolateral se asocia en el 41,2 %.

En la comunidad de *CrossFit*, el entrenamiento suele servir para hipertrofiar masa muscular. En otras palabras, se habla de lo peligroso de lesionar una articulación del cuerpo. Es decir, las lesiones ligamentosas de rodilla se sitúan entre las más comunes en el *CrossFit*. En la actualidad, la fisioterapia ha vinculado el uso de programas de entrenamiento de propiocepción con la terapia para la articulación de la rodilla. No obstante, estas técnicas están desarrolladas para dar una respuesta compensatoria neuromuscular, por lo que debemos determinar que este entrenamiento sea la mejor forma de tratar este tipo de lesiones. La aplicación de estas cargas, es decir, el programa de entrenamiento tiene que ser llevado a cabo de manera coordinada y controlada.

Con el fin de obtener un efecto óptimo en un entrenamiento de control neuromuscular para reducir los factores de riesgo en la prevención de lesiones ligamentosas de rodilla. ¿Cuáles son los beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo para prevenir lesiones de los ligamentos cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican *CrossFit* de 20-25 años?

## 2.2 Justificación

El *CrossFit* se considera un deporte extremo de fuerza explosiva; incluyendo diferentes tipos de movimientos bruscos que realiza el cuerpo humano. El factor predominante de que la sociedad esté afectada por lesiones ligamentosas de la rodilla radica en movimientos violentos, lo cual es una de las más comunes en área de *CrossFit*. Esto sucede por no seguir un requerimiento de instrucciones adecuado de un profesional, no usar adecuadamente las herramientas que el *CrossFit* exige o no usar protección en las áreas donde suelen lesionarse.

Un WOD [Entrenamiento Del Dia] G [Gimnasia] que consiste en completar el número más alto de series de 5 'pull-ups', 10 'push-ups' y 15 sentadillas sin carga en 20 min; un WOD M [Metabólico] en que el número máximo de saltos dobles a la soga ejecutándose en 8 series [20 segundos], con descanso [10 segundos] entre las series; y finalmente, un WOD W [Levantamiento de pesa] en el que el número máximo de 'cleans' de potencia se ejecutó en 5 min, levantando una carga equivalente al 40% de 1RM [Repetición Máxima] del individuo.(Maté-Muñoz, J, 2017).

El entrenamiento propioceptivo es factible ya que el paciente aprende a sacar ventajas de mecanismos reflejos, mejorando los estímulos facilitadores que pueden aumentar su rendimiento (Ruiz, 2004), el entrenamiento propioceptivo ha tendido a ser una rehabilitación bastante accesible y fácil de programar ya que se puede realizar una serie de buenos ejercicios de coordinación, balanceo y fuerza. No obstante, este tipo de rehabilitación no suele ser un costo expansivo por lo cual eso ya conlleva con el tipo de lesión de la rodilla que se va a aplicar.

Entendemos que una lesión ligamentosa de rodilla es difícil de encaminar en el proceso a la recuperación, por lo cual surge este tipo de rehabilitación para prevenir y mejorar la calidad de la articulación, sobre todo, en la población que esté afectada por este tipo de lesiones de rodilla. Se observa que los fisioterapeutas pueden intervenir para encausar el tipo de programas y entrenamientos de propiocepción con que un paciente puede abordar y prevenir la lesión. Como último punto este reto es revisar el conocimiento y las habilidades del terapeuta hacia la lesión que se logra prevenir ante cualquier actividad física en un futuro.

## 2.3 Objetivos

### 2.3.1 Objetivo general

Definir los beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25 años, para prevenir las lesiones de ligamentos cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican CrossFit de 20-25 años en la base de consulta bibliográfica.

### 2.3.2 Objetivos particulares

1. Describir la causa mecánica que provoca lesiones en ligamentos cruzados de rodilla en pacientes que practican *CrossFit* de 20-25 años.
2. Identificar cuál es el ejercicio de *CrossFit* que genera mayor lesión de los ligamentos cruzados de rodilla en pacientes de 20-25 años.
3. Explicar los efectos fisiológicos de los ejercicios de propioceptivos en la articulación de la rodilla en pacientes que practican *CrossFit* de 20-25 años, para identificarlo como estrategia preventiva de lesiones ligamentosas.

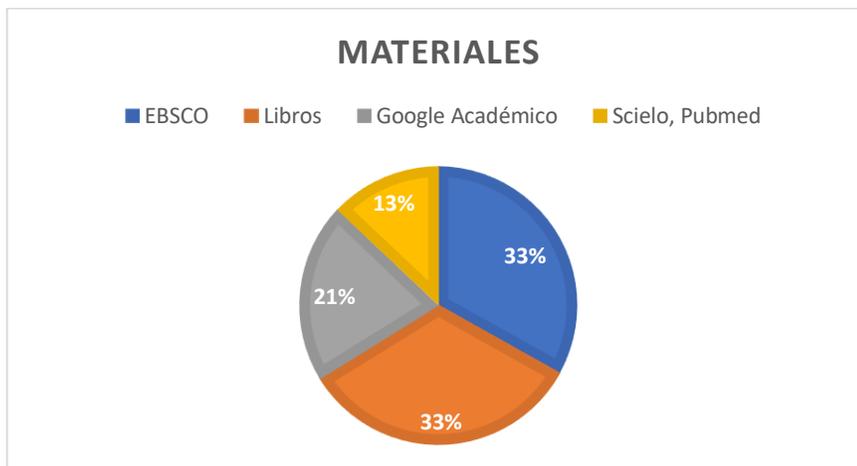
# CAPÍTULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Materiales y métodos

En este capítulo se muestran los aspectos metodológicos seguidos a lo largo de la presente tesis para alcanzar los objetivos marcados. En concreto, se basa en el diseño de un cuestionario, selección de la muestra a lo que se dirige y realización de este. Por último, se realiza una breve explicación de las estadísticas que se utilizan para analizar la información.

#### 3.1.1 Materiales



*Figura 22 Materiales.*

#### 3.1.2 Variables

- Entrenamiento propioceptivo

Variable	Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Fuente
Independiente	Entrenamiento Propioceptivo	La reeducación propioceptiva, o reeducación sensitivo perceptivo-motriz [RSPM], es el proceso de reequilibrio articular a través de estímulos posturales, tendinosos y neuromusculares que, en sus aferencias, facilitan el equilibrio y	Movimientos coordinados y el posicionamiento de una articulación del cuerpo humano.	Manual de Fisioterapia en Traumatología. (Mohedo,2015)

		control articular.		
Dependiente	Lesiones de ligamentos cruzados de rodilla	Los ligamentos son fuertes bandas de tejido que conectan un hueso con otro. Los ligamentos cruzados anteriores y posteriores forman una X en el centro de la rodilla, por lo general, causa dolor, discapacidad e inestabilidad de la rodilla.	Lesión del cordón fibroso que produce una alteración del ligamento en relación con la articulación a la que acompaña, producida por golpes, mecanismos, choques, sobrecalentamiento generando síntomas dolorosos.	Lesión del ligamento cruzado posterior - Síntomas y causas (Mayo Clinic, 2020).

Tabla 5 Variables. 3.1.3 Enfoque de investigación

La reeducación propioceptiva, o reeducación sensitivo perceptivo-motriz [RSPM], es el proceso de reequilibrio articular a través de estímulos posturales, tendinosos y

neuromusculares que, en sus aferencias, facilitan el equilibrio y control articular. (Mohedo,2015)

- Lesiones de ligamentos cruzados de rodilla

Los ligamentos son fuertes bandas de tejido que conectan un hueso con otro. Los ligamentos cruzados anteriores y posteriores forman una X en el centro de la rodilla, por lo general, causa dolor, discapacidad e inestabilidad de la rodilla. (*Mayo Clinic*, 2020).

En este estudio se utilizó el enfoque cualitativo para lograr los objetivos. Una investigación de enfoque cualitativo puede aplicarse en casos vivenciales, percepciones, sentimientos y emociones de las personas. Proporciona diferentes alternativas al investigador para tener un conocimiento más profundo de una situación en concreto que le permita resolver un problema, como en el caso de la investigación-acción. Cuando se habla de investigación cualitativa se trata de describir e interpretar algunos fenómenos humanos, a menudo en palabras propias de los informantes en vez de considerar la perspectiva del investigador. (Balcázar et al., 2010).

La investigación posee un enfoque cualitativo. Toda la información se obtuvo por medio de una revisión bibliográfica. En esta, se describe la problemática a investigar y la conducta deportiva requerida para que el tratamiento sea efectivo. Se debe tener presente el desarrollo de la lesión a través de la formación de conceptos y estudios.

#### 3.1.4 Tipo de estudio

En este estudio se utilizó la investigación explicativa para lograr los objetivos. Esta, va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos. Principalmente, está dirigida a responder a las causas de los eventos físicos

o sociales, se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. Las investigaciones explicativas son más estructuradas que las demás clases de estudios y de hecho implican los propósitos de ellas [exploración, descripción y correlación], además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia. (Sampieri, 2014)

Así mismo, procura el entendimiento del fenómeno y así explicar las causas de los hechos; dando un propósito al entendimiento de la acción a estudiar. Por tanto, el proceso educativo de la formación de aprendizaje de un fenómeno por medio de la investigación resulta satisfactorio.

#### 3.1.5 Método de investigación

En este estudio se utilizó el método análisis-síntesis para lograr los objetivos de la investigación. Es un método que consiste en la separación de las partes de un todo para estudiarlas en forma individual [Análisis], y la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad [síntesis]. (Sampieri, 2014). Esta investigación se basó en el método del análisis- síntesis para explicar, analizar y describir los diferentes aspectos que origina el tema de nuestro problema, se usó para exponer los conceptos y conocimientos para plantear los resultados. En cada uno de los aspectos a estudiar, se utilizó la investigación de bibliografía, se desarrolló el concepto y por último se realizó la síntesis de lo anteriormente estudiado.

#### 3.1.6 Diseño de investigación

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la

investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. (Sampieri, 2014) En un diseño no experimental, no tenemos ningún contacto con variables y por ende, no se desarrolla ningún tipo de estudio en clínica o laboratorio. Este diseño se utilizó ya que se realizó la presente investigación sin manipular la variable independiente, lo que permitió evaluar la relación entre la causa y observar los fenómenos para analizarlos.

### 3.1.7 Criterios de selección

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Lesión de ligamentos cruzados	Otras lesiones
Revistas científicas	Otras revistas
Investigaciones académicas Artículos no mayores de 10 años	Investigaciones comerciales y sin conocimiento de procedencia.
Artículos encontrados a partir de base de datos (EBSCO, PUBMED, SCIELO)	Artículos no indexados

*Tabla 6 Criterios de Selección.*

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS

La presente investigación nos presenta diversos resultados. Las formaciones de las lesiones tienen relación directa con el entrenamiento realizado y la forma en que se ha desarrollado. Así mismo, la mecánica de las lesiones permite comprender cómo un esguince de ligamentos cruzados ocurre. Por tanto, es importante mencionar los principales hallazgos encontrados en la indagación realizada. A través de la mecánica, podemos comprender los patrones de ocurrencia y la forma en que deben ser rehabilitados.

### 4.1 Resultados

Definir los beneficios terapéuticos del entrenamiento propioceptivo en pacientes masculinos que practican <i>CrossFit</i> de 20-25 años, para prevenir las lesiones de ligamentos cruzados de rodilla en pacientes masculinos que practican <i>CrossFit</i> de 20-25 años en base a una consulta bibliográfica.		
Objetivos específicos	Datos	Resultados
Describir la causa mecánica que provoca lesiones de ligamentos cruzados de rodilla en	El ligamento cruzado anterior representa el secundario estabilizador estático de la rodilla,	A pesar de que tiene un tanto porcentaje de estabilidad de la rodilla, sí es capaz de sobrepasar sus

<p>pacientes que practican <i>CrossFit</i> de 20-25 años</p>	<p>impidiendo la traslación anterior de la tibia sobre el fémur alcanzando el 86% de la fuerza. El ligamento cruzado posterior se considera como el primordial estabilizador de la rodilla, ya que se localiza próximo al eje central de rotación de la articulación y su potencia equivale casi al doble de la potencia del ligamento cruzado anterior. Se ha comprobado que el ligamento cruzado posterior representa el 95% de la fuerza total (Rouviere, 2005).</p>	<p>límites a la hora de un traumatismo. Cuando uno de los ligamentos falla, se pierde la estabilidad de la pierna, por lo que existe un imbalance en la mecánica de la rodilla lo que ocasiona lesiones. La causa mecánica más frecuente sucede como una rotación lateral que ocurre cuando la rodilla está en semiflexión.</p>
<p>Identificar cual es el ejercicio de <i>CrossFit</i> que genera mayor lesión en los ligamentos cruzados de la rodilla en pacientes de 20-25 años.</p>	<p>Según su pronóstico y cuadro clínico puede ser un esguince de I grado con ruptura de menos del 5% de las fibras donde refiere dolor de moderada intensidad, esguinces de II grado con ruptura del 40-50% de fibras con presencia de dolor opresivo y un esguince de III grado los ligamentos además de ser elongados se desgarran pudiendo llegar a</p>	<p>Existen varios tipos de ejercicios que pueden ocasionar un esguince y un cuadro clínico muy doloroso, dependiendo del grado de lesión. Además, se puede observar que los ejercicios que causan estas lesiones poseen una combinación de actividades de cambio de ritmo, pesos y saltos. Este cuadro genera un desgaste a nivel</p>

	romperse donde refiere intenso dolor inmediatamente (Bustamante & Alanoca 2013).	ligamentoso, que tiene como consecuencia lesiones de diferentes grados de ocurrencia.
Explicar los efectos fisiológicos de los ejercicios propioceptivos en la articulación de la rodilla en pacientes que practican <i>CrossFit</i> de 20-25 años, para identificarlo como estrategia preventiva de lesiones ligamentosas.	Los husos neuromusculares y los corpúsculos de Golgi transmitirán la información por los fascículos espinocerebelosos al cerebelo donde la información relativa a la longitud muscular, su velocidad de estiramiento y la fuerza desarrollada. El sistema extrapiramidal integrará los componentes excitatorios e inhibitorios haciéndoles automáticos por la repetición e intervendrá de forma refleja la ejecución de los movimientos, regulando el tono de la musculatura agonista y antagonista, al contrario de lo que sucede en la vía piramidal, interviniendo directamente en los	A pesar de lo beneficioso que es el entrenamiento propioceptivo, vamos a generar efectos favorables como activar los diferentes corpúsculos. Razón por lo cual cada uno de ellos permitirá la integración sensorial de todo el complejo. Además, tendrá un impacto positivo a nivel muscular, ya que se logrará la conjunción de los músculos agonista y antagonista. Este entrenamiento, también posee repercusiones a nivel cardiopulmonar, puesto que existe un incremento de intercambio alveolo capilar y un aumento en la cavidad ventricular con mayores volúmenes sistólicos y

	movimientos voluntarios (Bullich, 1996).	diastólicos gracias a las actividades de resistencia.
--	--	---

Tabla 7 Resultados.

## 4.2 Discusión de resultados

El rol de fisioterapeuta es buscar la reeducación de la propiocepción por medio de dos técnicas, la feedback se fundamenta en dar al paciente información constante y precisa al realizar un movimiento y dar la respuesta fisiológica sobre la que estamos trabajando, y como feedforward es lograr sintetizar toda la información requerida del movimiento lograr una automatización es decir se caracteriza por procesar continuamente la información.

Este tipo de técnicas se requiere una prescripción de entrenamiento sensor motriz por medio de materiales como plataformas inestables de varios tipos, resistencias, plataforma *bosu*, balones terapéuticos etc. Con lo cual lograremos tener amplitudes articulares normales, potencializar las estructuras lesionadas, estabilidad articular de la articulación que estamos tratando.

Cuando se habla de un mecanismo hacia la articulación de la rodilla, estamos centralizando que estructura podrá limitarse de su origen. De ser una articulación muy común de lesionar se necesita un mecanismo capaz de sobresaltar la exactitud de las estructuras. Por así decir, una hiperextensión y varo forzado a lo que eso implica que no solo se lesionan los dos ligamentos importantes si no logro más allá de sus límites normales, lesionar otras estructuras que conforman la rodilla.

Tengamos en cuenta que además de mecanismo existen otros factores ya por decir los intrínsecos que habla del ángulo Q donde se requiere una perfecta alineación de miembros

inferiores para no forzar la tensión sobre los ligamentos cruzados y en sí como objetivo buscar programas de prevención y como extrínsecos ya que en el mundo del deporte lo más habitual es no tener ningún tipo de protección que cubra ante cualquier impacto además también obtener un adecuado calzado y su interacción con la superficie.

Según Adams (1971), las Teorías del control motor se basan en la ejecución de tres mecanismos (el perceptivo, la decisión y finalmente la ejecución). En este sentido, el autor presenta etapas definidas para la ejecución específica de determinado movimiento. Esto fomenta la formación de circuitos de aprendizaje motriz en el cuerpo humano. De forma contraria, la Teoría de integración sensorial (Ayres, 1960), nos indica que todo movimiento parte de sistemas neuronales que parten de distintas áreas del cerebro. Las redes neuronales, son diseñadas a partir de cada individuo, según sus requerimientos y la utilización de estas en diversos movimientos complejos.

Entre los autores que opinan sobre las actividades motrices, está aquella del *Close Loop*, desarrollada por Adams en 1971. Este autor pensaba que todo movimiento es aprendido por el ejemplo, para que luego la memoria lo ejecute una y otra vez. Por lo contrario, la Teoría del círculo abierto se opone, diciendo que en una parte de la corteza cerebral ocurren planes de acción específicos para el aprendizaje motor. Es decir, el movimiento forma parte de una gran red programada de acciones que se ejecutan una y otra vez. Esta teoría plantea que hay mecanismos almacenados en la memoria (Adams, 1971).

Logrando obtener una prescripción de entrenamiento propioceptivo causará un efecto secundario en el organismo donde activará los mecanorreceptores como el corpúsculo de Ruffini y órgano Tendinoso de Golgi como objetivo dando sensibilidad a la posición y el

cambio de posición estática, activará al mecanorreceptor el corpúsculo de Pacini dando la sensación del movimiento de la articulación gracias a una descarga enérgica de potenciales.

Los husos transmitirán la información al cerebelo produciendo reflejos que facilitan la precisión y control de la movilidad de la rodilla, habrá actividad neuromuscular donde la vía piramidal corticoespinal excitará músculos e inhibir para crear movimientos corporales funcionales. Todo esto conlleva a un efecto lo cual resultará beneficiosos al realizar el programa.

El aprendizaje de las habilidades motrices discretas sucede de forma conjunta entre los programas y esquemas motores, según la Teoría del esquema de Schmidt (Schmidt,1975). En su teoría propone que hay dos fases esenciales para el ser humano: el esquema y el programa motor. En el primero, propone que la idea propia del movimiento parte del conjunto perceptivo del ser humano. En tanto, en los programas se refiere a la ejecución de “familias” de habilidades motrices. Los cuales son generalizados y actúan en concordancia a la propia adaptación del individuo.

Contrario a lo propuesto por Schmidt, se tiene la perspectiva de sistemas dinámicos. Nikolai Alexandrovich Bernštejn (1976) propuso que existía una Fisiología de la actividad la cual indica que los movimientos son las soluciones a situaciones específicas. Entre lo que pudo constatar, está la gran variabilidad en la ejecución humana, el alto grado de libertad que contiene el sistema motor humano y que las fuerzas externas, decididamente influyen en los movimientos. Este autor, se centra en un modelo motor de estilo jerárquico, dependiente del flujo constante y circular de la información que permite el control efectivo del movimiento.

### 4.3 Conclusión

En la rehabilitación existe un periodo entre el final del tratamiento y el regreso al entrenamiento donde se hace necesario un trabajo por parte del fisioterapeuta y del entrenador para evitar posibles riesgos de lesión. En el trabajo convencional se debe permitir una recuperación funcional y dejar al deportista en condiciones óptimas para volver a las competencias o entrenamientos. De esta manera, el deportista podrá volver a las actividades diarias después de una recuperación funcional. Es una de las fases con más sentido para el entrenamiento propioceptivo.

El entrenamiento propioceptivo es de gran ayuda para mejorar las capacidades coordinativas. Principalmente, este entrenamiento afecta el sistema nervioso. Con lo cual provoca un mayor número de enlaces neuronales, generando a su vez el desarrollo y desplazamiento entre conexiones y neuro receptores. Esto incrementa su efectividad, produciendo un mejor desempeño; tanto neuronal como en coordinación.

El entrenamiento propioceptivo es importante y fundamental. Por lo tanto, produce mejoras en cuanto a prevención y genera incrementos en la capacidad motriz. Lo cual promueve que al paciente se le facilite realizar tanto las acciones simples como complejas. Esto conlleva un mejor desempeño y rendimiento deportivo.

Un buen plan de entrenamiento incluye un aumento en la complejidad de los ejercicios. A medida que un paciente avanza en su tratamiento, debe existir un aumento en coordinación. Esto le permitirá al tratante establecer una rutina específica para mejorar las capacidades coordinativas generales. En este sentido, el entrenamiento propioceptivo resulta muy beneficioso.

Es necesario implementar adecuadamente el entrenamiento propioceptivo. Así mismo, se debe especificar la correcta ejecución de los ejercicios. Todo esto con el fin de que sean más eficaces y se obtengan mejores resultados. Además, el terapeuta debe concientizar a los deportistas de su importancia para la futura prevención de las lesiones del ligamento cruzado.

### 4.3 Perspectivas

Desarrollar mi investigación con un diseño experimental, con la finalidad de proponer los resultados físicamente durante el proceso de la lesión con deportistas de alto rendimiento o con varias personas de cualquier edad.

Producir un manual de prevención de lesiones en *CrossFit* al finalizar las investigaciones experimentales para guiar a los futuros fisioterapeutas y tener una guía de conocimientos para brindar un entrenamiento factible.

Presentarla en un congreso de fisioterapia [Congreso Horkest] u otro congreso alrededor del mundo y dar una imagen clara de mi investigación y resultado de lo beneficioso que puede lograr este tipo de entrenamiento no solo a deportistas sino a toda la comunidad mundial que opta por necesitarlo.

## Referencias

- Álvarez López, A., García Lorenzo, Y. D. L. C. (2017). Lesiones del ligamento cruzado posterior. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 21(6), 806-816.
- Assessment of quadriceps muscle performance by hand-held, isometric, and isokinetic dynamometry in patients with knee dysfunction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1996;24(3):154-9.
- Angst, F., Kaufmann, M., Benz, T., Nehrer, S., Aeschlimann, A., y Lehmann, S. (2015). Rendimiento del cuádriceps bajo activación de la extensión dorsal del pie en voluntarios sanos: un estudio de cohorte intervencionista. *Trastornos musculoesqueléticos BMC* , 16 (1), 340.
- Arias, E. (2003). *La teoría. En Implicaciones didácticas de la teoría del esquema en el aprendizaje y entrenamiento de la técnica deportiva.*  
<http://dx.doi.org/10.17227/ludica.num8-7611>
- Behm, D. G., Ozdemir, R. A., Korkusuz, F., Cuğ, M., & Ak, E. (2018). Efecto del Entrenamiento Inestable sobre la Propiocepción de la Articulación de la Rodilla y la Fuerza Central (Core)-*Revista de Educación Física. Revista de Educación Física*, 36(3).
- Benavente, M. . (Mayo 20, 2020). ¿En qué consiste la propiocepción? ¿cuáles son sus beneficios?. Mayo 20, 2020, de Revista digital INESEM Sitio web:  
<https://revistadigital.inesem.es/biosanitario/propiocepcion/>
- Blahd, W. (2017). Cirugía del ligamento cruzado anterior (LCA). *Healthwise*. Recuperado de <https://www.cigna.com/individuals-families/health-wellness/hw-en-espanol/temas-de-salud/ciruga-del-ligamento-cruzado-anterior-hw28289>
- Bogado, DE. (2013). Rehabilitación Funcional y de la Propiocepción. Septiembre 29, 2013, de SlideShare.
- Bolívar Arroyo, V., Raya Villarraso, A., & Garrido-Gómez, J. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. Nuevas opciones de tratamiento mediante ingeniería de tejidos

- Bustamante C, G., & Molina Alanoca, J. (2020). Esguince. *Revista De Actualización Clínica Investiga*, 1729.
- Butcher SJ, Neyedly TJ, Horvey KJ, Benko CR.  
Do physiological measures predict selected CrossFit((R)) benchmark performance? *Open Access Journal of Sports Medicine*.
- De la Plaza, E. P., & Espinosa, A. M. F. (2011). *Técnicas básicas de enfermería*. McGraw-Hill España
- DEPORTESDECIUDAD.COM. (22 de 11 de 2019). *Efectos Fisiológicos del Entrenamiento*. Recuperado de <https://www.deportesdeciudad>
- Dickey, L. (2019). Lesiones de rodilla: tipos de lesiones y tratamientos. Diciembre, 2019, de Bupa
- Ecografía - Mayo Clinic. (2020).
- Fernández, M. P. (2005). Esguinces y torceduras: clínica y tratamiento. *Farmacia profesional*, 19(1),
- González-Jurado, J. A., Boza, S. R., Vázquez, M. C., Bendala, F. T., & Otero-Saborido, F. M. (2016). Comparación de un entrenamiento propioceptivo sobre base estable y base inestable. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 16(64), 617-631.
- Glassman, G. (2004). ¿Qué es el crossfit? *The CrossFit Journal*, 19 , 1-7.
- Häfelinger, U., & Schuba, V. (2010). *La coordinación y el entrenamiento propioceptivo* (pp. 377-381). Paidotribo.
- Hermoso, J. A. H., & García, J. C. M. (2012). *Lesiones ligamentosas de la rodilla*. Marge Books.
- Jess,S.. (2012). TEORÍAS DE CONTROL MOTOR. Abril 3, 2020, de Fisioterapia Sitio web: <http://shadya26.blogspot.com/2012/08/teorias-de-control-motor.html>
- Josa Bullich, S. (1996). Mecanorreceptores y sensibilidad propioceptiva de la rodilla

- Junquera, I. (2012). BURSA SINOVIAL Y BURSITIS. ¿QUÉ ES?. Octubre 13,2012, de Fisioonline
- Koblbauer IF, Lambrecht Y, van der Hulst ML, Neeter C, Engelbert RH, Poolman RW, et al. Reliability of maximal isometric knee strength testing with modified hand-held dynamometry in patients awaiting total knee arthroplasty: useful in research and individual patient settings? A reliability study. *BMC musculoskeletal disorders*. 2011;12:249.
- Lesión del ligamento cruzado anterior - Síntomas y causas - Mayo Clinic. (2020).
- NOTIGYM: Efectos fisiológicos del entrenamiento. (2014).
- Mayo Clinic. (2020). Radiografía: Estudio de diagnóstico por imágenes que ayuda a diagnosticar con rapidez - *Mayo Clinic*. Recuperado de: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/x-ray/about/pac-20395303>
- Mejías, J. D. A., García-Estrada, G. A., & Pérez-España, L. A. Actualización en las Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Análisis de los Resultados Mediante TAC y Escalas Clínicas.
- Mejías, A., Estrada, G., & Pérez, A.. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. 2014, de SciELO.
- Mohedo, E. (2015). *Manual de Fisioterapia en Traumatología*. Barcelona: ELSEVIER.
- Padulo J, Tiloca A, Powell D, Granatelli G, Bianco A, Paoli A. EMG amplitude of the biceps femoris during jumping compared to landing movements. *Springerplus*. 2013;2(1):520
- Pró, E. (2012). Anatomía Clínica. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Radiografía: Estudio de diagnóstico por imágenes que ayuda a diagnosticar con rapidez - Mayo Clinic. (2020).
- Resonancia magnética - Mayo Clinic. (2020).
- Reinking MF1, Bockrath-Pugliese K, Worrell T, Kegerreis RL, Miller-Sayers K y Farr J. Assessment of quadriceps muscle performance by handheld isometric and

isokinetic dynamometry in patients with knee dysfunction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1996; 24(3), 154-9.

Robert F. LaPrade,

MD, The anatomy of the medial side of the knee. *The Journal Bone Joint Surgery American* · Volume 89-A · number 9 · September 2007

Rodríguez, Rodríguez, A. (s.f.). Ligamento Cruzado Anterior y Deportes de Salto. *Mundo Entrenamiento*. España.

Romero, R. (2015). Exploración clínica de la rodilla. Agosto 11, 2015, de Raul Romero del Rey.

Rouvière, H., & Delmas, A. (2005). Anatomía Humana Descriptiva, topográfica y funcional. Barcelona: ELSEVIER.

Ruíz, F. T. (2004). *eFisioterapia.net*. Propiocepción: introducción teórica. Internet: [www.efisioterapia.net/descargas/pdfs/propiocepcion\\_introduccion\\_teorica.pdf](http://www.efisioterapia.net/descargas/pdfs/propiocepcion_introduccion_teorica.pdf)

Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Education.

Torres López, U., & Torrent Pérez, G. (2009). Abordaje del ligamento cruzado anterior.

Taboadela, C. H. (2007). Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Buenos Aires: Asociart ART.

Tarantino, F. (2014). Propiocepción y trabajo de estabilidad en fisioterapia y en el deporte: principios en el diseño de ejercicios. Mayo 22, 2014, de Efisioterapia.

Weisenthal BM, Beck CA, Maloney MD, DeHaven KE, Giordano BD. Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2014; 2(4), doi: <http://dx.doi.org/10.1177/2325967114531177>