

**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

# REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO COMO MÉTODO PREVENTIVO DE RUPTURA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS FEMENINOS DE FÚTBOL

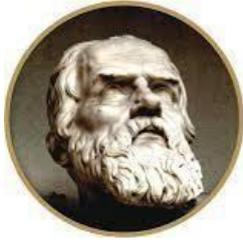


Que presenta

**Martha Isabel Arévalo Sandoval**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala, diciembre 2024



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

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



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

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL EJERCICIO COMO MÉTODO PREVENTIVO DE RUPTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR DEPORTISTAS FEMENINOS DE FÚTBOL**

Tesis profesional para obtener el Título de

Licenciado en Fisioterapia



Que Presenta

**Martha Isabel Arévalo Sandoval**

Ponente

**Lic. Ariana Victoria Tepox Luna**

Director de Tesis

**Lic. María Isabel Díaz Sabán**

Asesor metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, diciembre 2024

## INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Martha Isabel Arévalo Sandoval
Director de Tesis	Lic. Ariana Victoria Tepox Luna
Asesor Metodológico	Lic. María Isabel Días Sabán

Guatemala, 16 de noviembre de 2024

Alumna  
Martha Isabel Arévalo Sandoval  
Presente

Respetable Alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol”** correspondiente al Examen General Privado de la carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por **APROBADO** el mismo.

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

Atentamente,

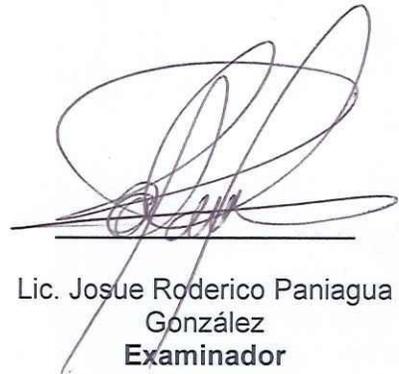
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



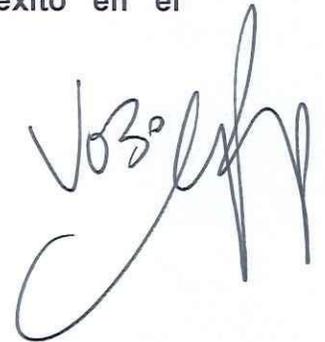
Licda. Laura Marcela Fonseca  
Martinez  
**Secretario**



Lic. José Carlos Ochoa  
Pineda  
**Presidente**



Lic. Josue Roderico Paniagua  
González  
**Examinador**



Guatemala, 26 de abril del 2023

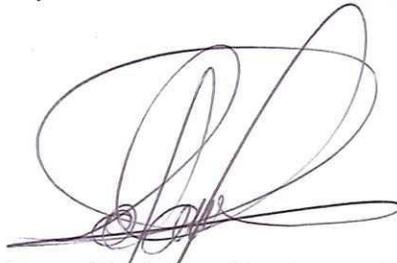
Doctora  
Vilma Chávez de Pop  
Decana  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Galileo  
Presente

Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que se ha realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol”** de la alumna Martha Isabel Arévalo Sandoval.

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. Josue Roderico Paniagua González  
Asesor de Tesis  
IPETH-Guatemala

Guatemala, 28 de abril del 2023

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la Alumna Martha Isabel Arévalo Sandoval de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol”**, mismo que ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Licda. Jessica Gabriela Yax Velásquez  
Revisor Lingüístico  
IPETH. Guatemala



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

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

<b>Nombre del Director:</b>	Lic. Ariana Victoria Tepox Luna
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Martha Isabel Arévalo Sandoval
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del ejercicio como método preventivo de ruptura del ligamento cruzado anterior de deportistas femeninos de fútbol.
<b>Fecha de realización:</b>	Noviembre 2023

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

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

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

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

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



Lic. Ariana Victoria Tepox Luna  
 Nombre y Firma Del Director de Tesina



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

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

<b>Nombre del Asesor:</b>	Lic. María Isabel Díaz Sában
<b>Nombre del Estudiante:</b>	Martha Isabel Arévalo Sandoval
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b>	Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del ejercicio como método preventivo de ruptura del ligamento cruzado anterior deportistas femeninos de fútbol.
<b>Fecha de realización:</b>	Noviembre 2023

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

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

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

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

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



Lic. María Isabel Díaz Sában  
Nombre y Firma del Asesor Metodológico

## DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 30 del mes de Noviembre del año 2023.

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

Lic. Ariana Victoria Tepox Luna

**Asesor Metodológico**  
Función

Lic. María Isabel Díaz Sában

**Coordinador de Titulación**  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón

### Autorizan la tesina con el nombre

Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol

### Realizada por el Alumno:

Martha Isabel Arévalo Sandoval

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



IPETH®  
Titulación Campus Guatemala

Firma y Sello de Coordinación de Titulación

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

**Martha Isabel Arévalo Sandoval**

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

Revisión bibliográfica de los

efectos terapéuticos del ejercicio como método preventivo de ruptura del ligamento cruzado anterior deportistas femeninos de fútbol.

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

Fecha

30 de noviembre del 2023

**Martha Isabel Arévalo Sandoval**

Nombre completo



Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

A mis papás Julián Arévalo Gámez y María Isabel Sandoval, quienes han sido el apoyo más grande que tengo, el que todo hijo desea tener, ellos son la motivación de mi vida y el orgullo de lo que seré, gracias por confiar en mi desde el día uno.

A mi hermana Gabriela, que a lo largo de mi carrera me ha apoyado, gracias por confiar en mí. Sin dejar atrás a mi hermano Julián, mis abuelos Manuel Arturo, María Teresa y Martita, mi sobrina Noa y cuñado Víctor, gracias por ser parte de mi vida y por ser parte de su orgullo.

## **Agradecimientos**

El principal agradecimiento a Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza de seguir adelante, y poder culminar esta meta. A mi familia por su comprensión, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A los compañeros de carrera, que se han vuelto en grandes amigos, gracias por su apoyo y amor. A los licenciados que a lo largo de este camino han confiado en mí potencial, a mi directora de tesis Ariana Tepox y asesora metodológica María Isabel Días que han hecho de este proceso de tesis más agradable y me han guiado de la mejor manera.

## **Palabras Clave**

Ejercicio

Ruptura

Ligamento

Cruzado

Anterior

# Índice

Portadilla.....	i
Investigadores Responsables.....	ii
Carta de Galileo aprobación examen privado.....	iv
Carta Galileo aprobación asesor de tesis.....	v
Carta de Galileo aprobación revisor lingüístico.....	v
Listas de cotejo.....	vi
Dictamen de tesis.....	x
Titular de derechos.....	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimientos.....	xiii
Palabras Clave.....	xiv
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
Marco teórico.....	2
1.1 Antecedentes Generales.....	2
1.1.2 Anatomía de la Rodilla.....	2
1.1.3 Superficies articulares.....	9
1.1.4 Capsula articular.....	10
1.1.5 Cartílago articular.....	11
1.1.6 Meniscos.....	11
1.1.7 Bolsas sinoviales.....	12
1.1.8 Anatomía del ligamento cruzado anterior.....	13
1.1.9 Fisiología del Ligamento Cruzado anterior.....	15
1.1.10 Biomecánica del ligamento cruzado anterior.....	16
1.1.11 Biomecánica de la rodilla y sus rangos de movimiento articular.....	18
1.1.12 Desplazamiento de la rótula sobre el fémur.....	19
1.1.13 Diagnóstico y sintomatología.....	20
1.1.14 Mecanismo de lesión.....	22
1.1.15 Tratamiento médico.....	23
1.1.16 Problemática.....	24
1.1.17 Epidemiología completa.....	25
1.1.18 Fisiopatología.....	26
1.2 Antecedentes Específicos.....	28
1.2.1 Tratamiento conservador.....	28

1.2.3 Dosificación del ejercicio excéntrico .....	31
1.2.4 Beneficios y riesgos del ejercicio excéntrico .....	32
Capítulo II.....	34
2.2 Justificación .....	36
2.3 Objetivos .....	37
2.3.1 Objetivo general .....	38
2.3.2 Objetivos específicos.....	38
Capítulo III.....	39
Marco Metodológico.....	39
3.2 Materiales .....	39
3.2 Métodos.....	41
3.2.1 Tipo de investigación.....	41
3.2.2 Enfoque de investigación.....	42
3.2.3 Tipo de estudio .....	42
3.2.5 Método de estudio .....	43
3.2.6 Criterios de Selección.....	44
3.3 Variables .....	44
3.3.1 Variable dependiente .....	45
3.3.2 Variable independiente .....	45
3.3.3 Operacionalización de variables (Tabla 8):.....	45
CAPÍTULO IV .....	47
4.1 Resultados .....	47
4.2 Discusión.....	51
4.3 Conclusiones .....	53
4.4 Perspectivas.....	54
Referencias.....	56

## Índice de Figuras

Figura 1: Estructuras articulares y ligamentosas de la rodilla. ....	3
Figura 2 Anatomía de la rodilla .....	4
Figura 3: Patela o rótula.....	10
Figura 4: Meniscos.....	12
Figura 5: Bursas de la rodilla .....	13
Figura 6: Componentes de la rodilla.....	14
Figura 7: Estructura jerárquica del ligamento, (Wang, 2007) .....	15
Figura 8: Lesión del ligamento cruzado anterior. ....	17
Figura 9: Curva carga y deformación, .....	18
Figura 10: Grados articulares de rodilla .....	19
Figura 11: Prueba de Lachman. ....	21
Figura 12: Injerto de isquiotibiales. ....	24
Figura 13: Resistencia estructural del ligamento. ....	28
Figura 14: Ejemplo de ejercicio excéntrico, .....	30
Figura 15: Ejercicio excéntrico para cuádriceps.....	31
Figura 16: tabla de materiales. ....	41

## Índice de tablas

Tabla 1: Musculatura posterior del muslo. ....	5
Tabla 2: Musculatura anterior del muslo. ....	6
Tabla 3: Músculos mediales del muslo. ....	7
Tabla 4: Músculos estabilizadores de rodilla. ....	7
Tabla 5: Beneficios y riesgos del ejercicio excéntrico. ....	32
Tabla 6: Materiales .....	40
Tabla 7: Criterios de selección. ....	44
Tabla 8: Operacionalización de variables .....	45
Tabla 9: Factores de riesgo: .....	47
Tabla 10: Dosificación de ejercicios excéntricos. ....	49
Tabla 11: Efectos terapéuticos .....	51

## **Resumen**

El ligamento cruzado anterior permite estabilidad primaria pasiva anteroposterior en la articulación femorotibial, limitando principalmente el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur durante la flexión de rodilla. Las lesiones relacionadas con deportes del ligamento cruzado anterior han encontrado que el mecanismo común de la lesión de este ligamento son tareas dinámicas, como aterrizajes con una pierna, desaceleraciones repentinas y maniobras de cambio rápido de dirección. Se ha informado que las atletas femeninas sufren lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto a una tasa de dos a ocho veces mayor que sus contrapartes masculinas. Los estudios afirman que el ejercicio excéntrico repetitivo y con altas cargas de trabajo, previenen al desarrollo de lesiones como la del LCA, provocando consecuencias a nivel muscular y articular, con una correcta técnica y dosificación, se logran evitar estas complicaciones.

Se realizó una investigación no experimental de corte transversal tipo descriptiva donde se investigó la prevención de la ruptura del ligamento cruzado anterior mediante ejercicio excéntrico en futbolistas, donde el objetivo principal fue comprender los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol por medio de una revisión sistemática.

La intervención terapéutica mediante ejercicios excéntricos mejora la biomecánica, funcional, y los resultados psicológicos en los atletas, favorece las respuestas fisiológicas, al igual que en potencia vertical y horizontal, y mayores estímulos. Para terminar, se puede afirmar que la correcta aplicación de ejercicio excéntrico provocará un aumento de fuerza y potencia en la musculatura.

# **Capítulo I**

## **Marco teórico**

El siguiente capítulo, presenta el marco teórico, el cual consiste en la recopilación de información donde se describen los antecedentes generales y específicos de la investigación, donde se incluyen conceptos básicos sobre anatomía y biomecánica relacionada a la rodilla, descripción de la fisiopatología, epidemiología de las lesiones del ligamento cruzado anterior. Se define el tratamiento ideal para tratar la prevención de la ruptura del ligamento cruzado anterior

### **1.1 Antecedentes Generales**

En los antecedentes generales, se podrá encontrar una recopilación de información sobre la anatomía de la rodilla, anatomía del ligamento cruzado anterior, se describe también la anatomía del sistema óseo y las articulaciones de la rodilla, y por último el diagnóstico y fisiopatología de lesión del ligamento cruzado anterior

#### **1.1.2 Anatomía de la Rodilla**

Anatómicamente, la rodilla indica la parte de unión de la extremidad inferior a la raíz articular de esta, variedad articular que permite el movimiento en una dirección. La rodilla está diseñada para el soporte de cargas tanto de forma estática como dinámica. Es una articulación con movimientos de flexión y extensión (Cases, 2012).

La rodilla es una articulación troclear, bicondílea y sinovial, se encuentra ubicada entre los cóndilos femorales y la tibia (Figura 1), la rótula se sitúa en una disposición hacia anterior. Cabe recalcar que la rodilla posee 3 articulaciones y la cápsula articular es la que les recubre: dos, femorotibiales y una femoropatelar (Villamarin, 2021).

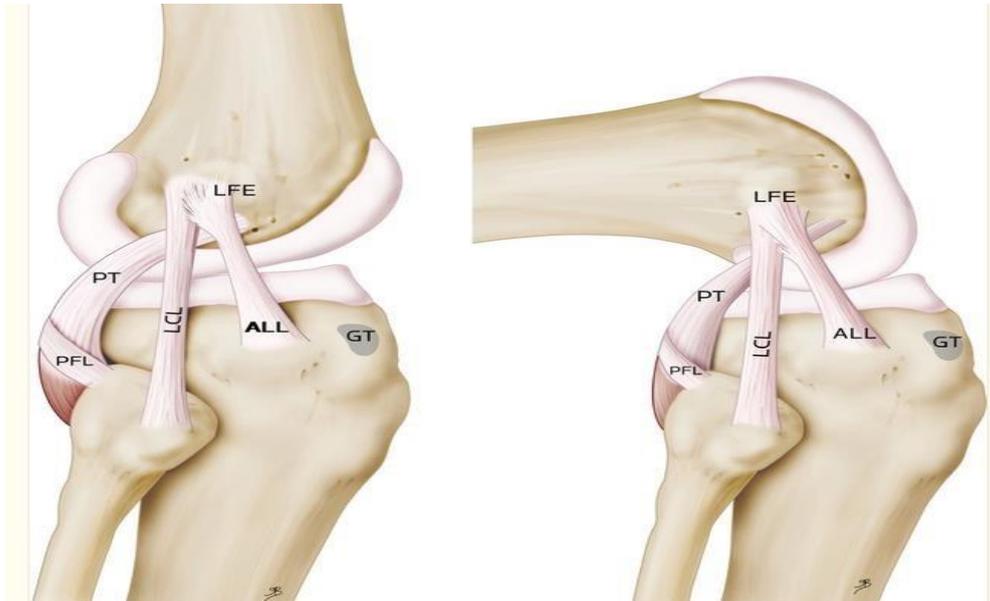


Figura 1: Estructuras articulares y ligamentosas de la rodilla.

Fuente: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3791125/>

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior y permite el movimiento entre el fémur, la tibia y la rótula. En condiciones normales existe una distribución normal de las fuerzas de carga sobre estos tres componentes articulares tanto en la carga estática como durante la deambulación (Vaienti, 2017).

La rodilla es una de las articulaciones más especializadas del cuerpo humano. Por lo que la anatomía de la rodilla es muy compleja. Se conforma por una serie de huesos soportados por fibras y cartílagos sensibles como meniscos, bolsas, ligamentos, músculos y tendones los cuales se describen a continuación (Figura 2) (Marquet, 2018).

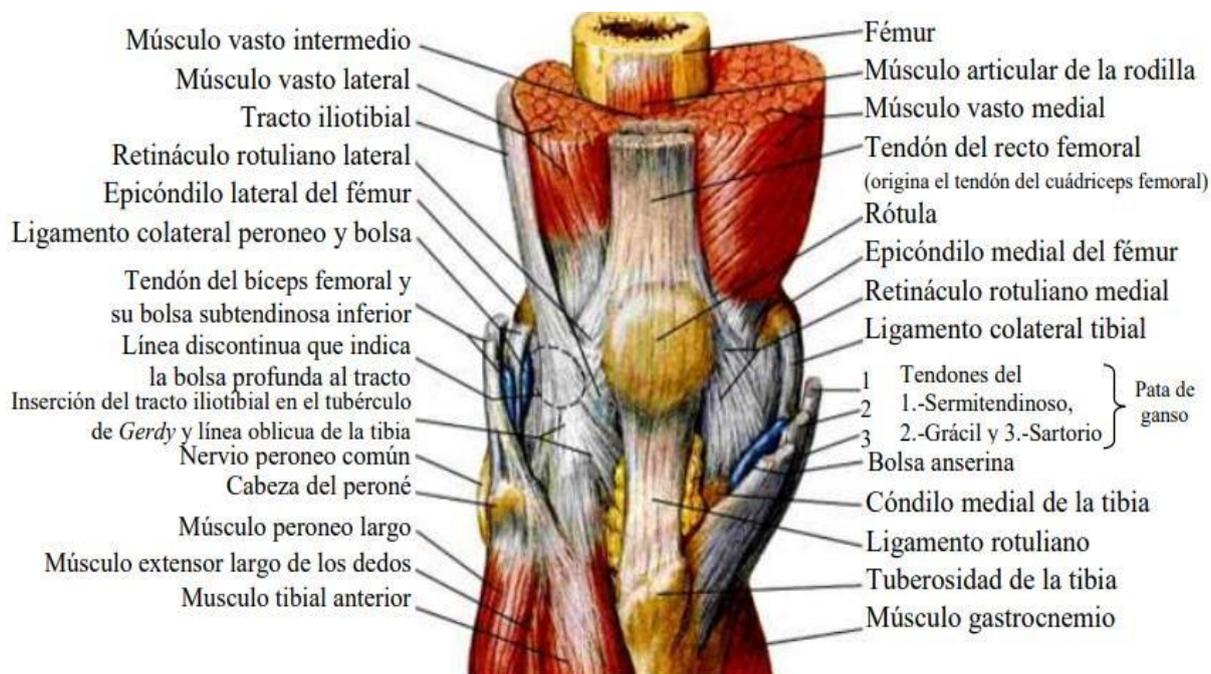


Figura 2 Anatomía de la rodilla.  
Fuente: Marquet, 2018.

### 1.1.2.1 Músculos.

La rodilla con la interacción de los músculos y ligamentos permiten ciertos movimientos de deslizamiento y rodamiento en la articulación, pero también hace que la rodilla sea más susceptible a sufrir distensiones o luxaciones, aunque tenga movimientos de flexión y extensión, también tiene un cierto grado de rotación de la rodilla más cuando la misma se encuentre en flexión y el pie elevado del piso (Tabla 1,2,3 y 4) (Villamarin, 2021).

Tabla 1: Musculatura posterior del muslo.

<b>Musculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción</b>
<b>Semitendinoso</b>	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común con la porción larga del bíceps femoral.	Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna.	Ciático (rama tibial), L4,5, S1,2.	Produce la flexión y la rotación interna de la articulación de la rodilla. Extiende la articulación de la cadera y participa en la rotación interna.
<b>Semimembranoso</b>	Tuberosidad del isquion en la porción proximal y externa con respecto al bíceps femoral y al semitendinoso.	Cara postero interna de la meseta interna de la tibia.	Ciático (rama tibial) L4, 5, S1, 2.	Produce la flexión y la rotación interna de la articulación de la rodilla. Extiende la articulación de la cadera y participa en la rotación interna.
<b>Bíceps femoral</b>	Origen porción de la larga: Porción distal del ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion. Porción de la corta: Labio externo de la línea áspera, dos tercios proximales de la línea supracondílea y tabique intermuscular externo.	Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda del lado externo de la pierna.	Inervación porción larga: Ciático (rama tibial), L5, S1,2,3. Inervación de la porción corta: Ciático (rama peronea), L5, S1, 2.	Las porciones larga y corta del bíceps femoral producen la flexión y la rotación externa de la articulación de la rodilla. Además, la porción larga extiende y ayuda a la rotación externa de la articulación de la cadera-

Tabla 2: Musculatura anterior del muslo.

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción</b>
<b>Tensor de la fascia lata</b>	Porción anterior del labio externo de la cresta ilíaca, superficie externa de la espina ilíaca anterosuperior y superficie profunda de la fascia lata	En la cintilla iliotibial de la fascia lata, en la unión de los tercios proximal y medio del muslo.	Glúteo superior, L4, 5, S1.	Produce la flexión, rotación interna y abducción de la articulación de la cadera, contribuye en la tensión de la fascia lata y puede ayudar en la extensión de la rodilla.
<b>Pectíneo</b>	Superficie de la rama superior del pubis en punto ventral al pectíneo, entre la eminencia iliopectínea y el tubérculo del pubis	Línea pectínea del fémur.	Crural y obturador, L2, 3, 4.	Produce la aducción de la articulación de la cadera. Produce flexión y rotación interna de la rodilla.
<b>Sartorio</b>	Espina ilíaca anterosuperior y mitad superior de la escotadura inmediatamente distal a la espina.	Porción proximal de la superficie interna de la tibia, cerca de su borde anterior.	Crural, L1,2,3,4.	Produce la flexión, rotación externa y la abducción en la cadera. Flexiona la rodilla e interviene en su rotación interna.
<b>Recto interno</b>	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama inferior del pubis.	Superficie interna de la diáfisis de la tibia, distal a la meseta, proximal a la inserción del semitendinoso y lateral a la inserción del sartorio	Obturador, L2, 3,4.	Produce la aducción de la articulación de la cadera. Produce flexión y rotación interna de la rodilla.

Tabla 3: Músculos mediales del muslo.

<b>Músculo</b>	<b>Inserción proximal</b>	<b>Inserción distal</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción principal</b>
<b>Aductor largo</b>	Cuerpo del pubis, inferior a la cresta del pubis	Tercio medio de la línea áspera del fémur.	Rama del nervio obturador, división anterior (L2, L3, L4).	Aduce el muslo.
<b>Aductor corto</b>	Cuerpo y rama inferior del pubis.	Línea pectínea y parte proximal de la línea	Rama del nervio obturador, división anterior (L2, L3, L4).	Aduce el muslo y, en cierta medida, lo flexiona.
<b>Aductor mayor</b>	Porción aductora: rama inferior del pubis, rama del isquion. Porción isquiotibial: tuberosidad isquiática.	Porción aductora: tuberosidad glútea, línea áspera, línea supracondílea medial. Porción isquiotibial: Tubérculo de aductor.	Porción aductora: Nervio obturador (L2, L3, L4), ramos de la división posterior. Porción isquiotibial: componente tibial del nervio isquiático (L4).	Aduce el muslo. Su porción aductora también flexiona el muslo y su porción isquiotibial lo extiende.
<b>Grácil</b>	Cuerpo y rama inferior del pubis.	Parte superior de la cara medial de la tibia	Nervio obturador (L2, L3).	Aduce el muslo, flexiona la pierna y ayuda a rotarla medialmente
<b>Obturador externo</b>	Bordes del foramen obturado y membrana obturatriz.	Fosa trocantérea del fémur.	Nervio obturador (L3, L4).	Rota lateralmente el muslo; estabiliza la cabeza del fémur en el acetábulo.

Tabla 4: Músculos estabilizadores de rodilla.

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Inervación</b>	<b>Acción</b>
<b>Recto anterior</b>	<b>Porción recta:</b> Espina ilíaca anterior. <b>Porción refleja:</b> Surco situado por encima del reborde del acetábulo.	Borde proximal de la rótula, y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia.	Crural L2,3,4,	El cuádriceps extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior, y flexiona la articulación de la cadera.
<b>Vasto externo</b>	Porción proximal de la línea intertrocanterea, bordes anterior e inferior del trocánter mayor, labio externo de la tuberosidad glútea, mitad proximal del labio externo de la línea áspera y tabique intermuscular externo.	Borde proximal de la rótula, y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia.	Crural L2,3,4,	El cuádriceps extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior, y flexiona la articulación de la cadera.
<b>Vasto medio</b>	Superficies anterior y externa de los dos tercios proximales del cuerpo del fémur, tercio distal de la línea áspera y tabique intermuscular externo.	Borde proximal de la rótula, y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia.	Crural L2,3,4,	El cuádriceps extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior, y flexiona la articulación de la cadera.
<b>Vasto interno</b>	Mitad distal de la línea intertrocanterea, labio interno de la línea áspera, porción proximal de la línea supracondílea, tendones de los aductores largo y mayor y tabique intermuscular interno.	Borde proximal de la rótula, y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia.	Crural L2,3,4,	El cuádriceps extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior, y flexiona la articulación de la cadera.
<b>Tensor de la sinovial de la rodilla</b>	Superficie anterior de la porción distal del cuerpo del fémur.	Porción proximal de la membrana sinovial de la articulación de la rodilla.	Rama del nervio para el vasto externo.	Dirige la cápsula articular en sentido proximal.

Nota. Se describe el origen, inserción, inervación y acción de los músculos involucrados en los movimientos de rodilla. Elaboración propia, con información extraída de Kendalls, 2007.

La articulación de la rodilla es subjetivamente débil mecánicamente gracias a la incongruencia de sus áreas articulares. El equilibrio de la articulación de la rodilla es dependiente de: la potencia y las acciones de los músculos circundantes y sus tendones, y de los ligamentos que conectan el fémur con la tibia. De todos estos mecanismos de sostén, los músculos son los más importantes, por lo cual por medio de una preparación y un entrenamiento adecuados tienen la posibilidad de evitar muchas lesiones deportivas (Moore, 2013).

### **1.1.3 Superficies articulares**

El complejo articular de la rodilla está conformado por 3 huesos: el fémur, la rótula y la tibia. Es una articulación sinovial de tipo troclear, está compuesto por dos articulaciones; femorotibial y patelofemoral (Serrano, 2020).

El fémur es el hueso más largo y pesado del cuerpo, y transmite el peso corporal desde el hueso coxal hacia la tibia cuando la persona está en bipedestación. Consta de un cuerpo y dos extremos proximal y distal. Su longitud es una cuarta parte de la altura de la persona. Su superficie extrema está formada por hueso compacto e internamente por hueso cortical o esponjoso que contiene a la médula ósea (Moore, 2007).

La tibia se localiza en el lado anteromedial de la pierna, casi paralela a la fíbula, la tibia es el segundo hueso de mayor tamaño del cuerpo. Se ensancha hacia fuera en ambos extremos, con el fin de dar una mayor superficie para la articulación y la transferencia del peso (Moore, 2007).

La patela o rótula es un hueso sesamoideo (pequeño y redondeado donde generalmente, se insertan tendones) Forma parte del cuádriceps femoral ya que se halla vinculado a su

tendón terminal. Se ubica entre el tendón cuadricipital de la rodilla, por delante del extremo inferior del fémur (Marquet, 2018).



Figura 3: Patela o rótula.  
Fuente: Marquet, 2018.

#### **1.1.4 Capsula articular**

La cápsula articular de la articulación de la rodilla consta de una membrana fibrosa externa y una membrana sinovial interna que cubre todas las superficies internas de la cavidad articular que no están recubiertas de cartílago articular. La membrana fibrosa está dotada de unas cuantas partes engrosadas que forman los ligamentos intrínsecos, pero su mayor parte es delgada de hecho, es incompleta en algunas áreas. Se inserta en el fémur superiormente, justo en situación proximal a los bordes articulares de los Cónдилos. Posteriormente, engloba los cónдилos y la fosa intercondílea (Moore, 2007).

La cápsula articular está estrechamente unida a los huesos y a otras estructuras circundantes como cartílagos, tendones, fascias y músculos, las cuales contribuyen en su formación. Las articulaciones se hallan selladas en esta cápsula. Provee seguridad

pasiva y activa debido a su estructura, que brinda tanto firmeza como flexibilidad. Una cápsula articular sana beneficia la movilidad habitual de la articulación (Salinas, 2018).

### **1.1.5 Cartílago articular.**

El cartílago articular tiene funciones obvias y fundamentales en la función articular y el movimiento corporal. Se sabe mucho sobre su organización, matriz extracelular y propiedades fenotípicas de sus células, pero se sabe menos sobre su biología del desarrollo. El cartílago articular en el tejido adulto es grueso y zonal y contiene células grandes y matriz abundante. Los principales elementos de la matriz son el colágeno II, organizado en fibrillas, que da resistencia a la tracción (Decker, 2015).

El cartílago articular carece de vasos sanguíneos, por lo cual su nutrición en las capas más superficiales nace del líquido sinovial que es el encargado de lubricar la articulación, y en las capas más profundas del hueso subcondral. Un aspecto para destacar sobre el cartílago hialino es que carece de terminaciones nerviosas, por lo que no duele, sino que es el hueso contiguo por abajo (Peregriní, 2018).

### **1.1.6 Meniscos**

Son cartílagos semilunares, láminas fibrocartilaginosas, intracapsulares. Ayudan para ensanchar, profundizar y preparar las zonas articulares tibiales que reciben a los cóndilos femorales. Los bordes periféricos adheridos son gruesos y convexos, sus bordes libres e internos son finos y cóncavos. Las periferias permanecen vascularizadas por asas capilares de la cápsula fibrosa y la membrana sinovial, en lo que sus zonas internas son menos vasculares (Standring, 2016).

El menisco medial está firmemente unido a la superficie profunda del ligamento colateral tibia. Debido a sus extensas inserciones laterales en el área intercondílea tibial y mediales en el ligamento colateral tibial. El menisco medial tiene forma de C y es más ancho posterior. Su extremo anterior se inserta en el área intercondílea anterior de la tibia, anterior a la inserción del ligamento cruzado anterior (Moore, 2007).

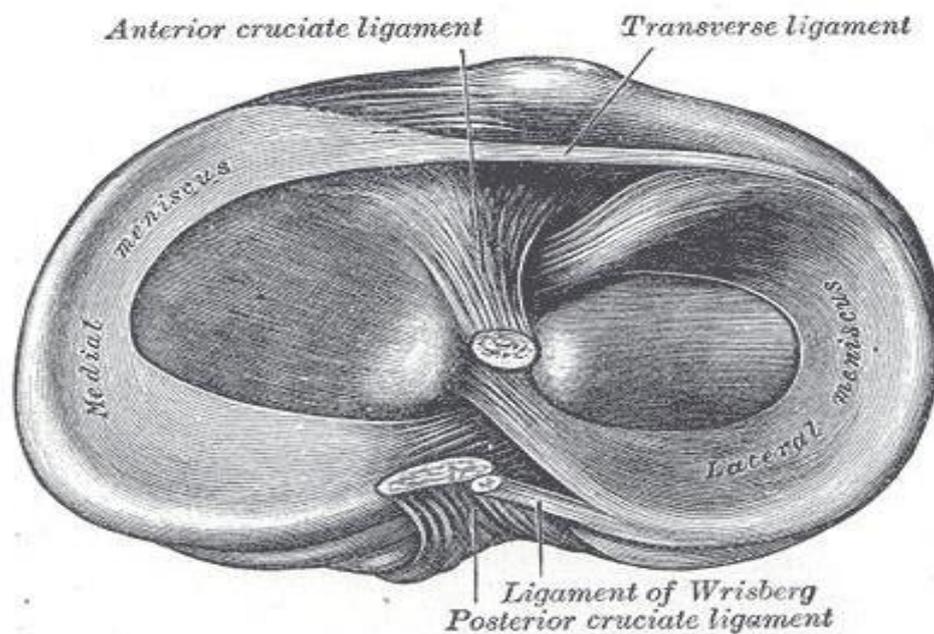


Figura 4: Meniscos.  
Fuente: <https://tinyurl.com/2v52x9sv>

### 1.1.7 Bolsas sinoviales

También llamada Bursa, es un lugar potencial que comprende de líquido y que está presente entre la piel y el tendón o el tendón y el hueso. Su función es minimizar la fricción entre la piel y el tendón o el tendón y el hueso (Rishor, 2022).

La bolsa suprapatelar, conocida como receso suprapatelar o bursa suprapatelar, es una de las más grandes de la articulación, está proximal a la articulación de la rodilla, en

medio de las almohadillas de grasa pre femoral y suprapatelar (Figura 5). Su objetivo es minimizar la fricción entre las estructuras en desplazamiento (Gilcrease, 2018).



Figura 5: Bursas de la rodilla  
Fuente: <https://tinyurl.com/5n7epedx>

### 1.1.8 Anatomía del ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior es una banda de tejido conectivo denso que recorre desde el fémur hasta la tibia, este ligamento es una estructura muy importante en la articulación de la rodilla, ya que resiste la traslación tibial anterior y las cargas de rotación. El ligamento cruzado anterior tiene una microestructura de haces de colágeno de múltiples tipos y una matriz formada por una red de proteínas, glicoproteínas,

sistemas elásticos y glucosaminoglucanos con múltiples interacciones funcionales (Duthon, 2019).

La función de los ligamentos es tener el control o restricción para el desplazamiento de los componentes óseos de una articulación, así como también permiten el deslizamiento y movimiento de rotación de los componentes óseos para la cinemática de las articulaciones (Figura 6). Cuando estos componentes presentan fallas, se produce una alteración principalmente de la mecánica articular, así como una inestabilidad en el sistema articular (Maquet, 2018).



Figura 6: Componentes de la rodilla.  
Fuente: Marquet, 2018.

El ligamento cruzado anterior permite estabilidad primaria pasiva anteroposterior en la articulación femorotibial, limitando principalmente el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur durante la flexión de rodilla, la rotación interna del fémur cuando la rodilla está en flexión con fijación del pie al suelo, y la hiperextensión de la rodilla; y secundariamente controla la laxitud en presencia de carga en varo, en valgo y en la rotación (Farinango, 2019).

La función de los ligamentos de la rodilla se basa en la congruencia ósea y la musculatura periarticular, para proporcionar constricción articular. Los principales

ligamentos de la rodilla incluyen los ligamentos cruzado anterior y posterior, que proporcionan estabilidad anteroposterior. El ligamento cruzado anterior y posterior están dentro del espacio articular de la rodilla y, por su diseño biomecánico, permiten un movimiento de rodilla "similar a una bisagra" durante la flexión y extensión (Zamora, 2019).

### 1.1.9 Fisiología del Ligamento Cruzado anterior

Los ligamentos se evidencian como bandas densas de tejido conectivo, paquetes de fibras de colágeno orientados de forma paralela, que conectan hueso con hueso. Su inserción en el hueso se conoce como entesis (Figura 7). Las fibras de colágeno del ligamento se conectan a una zona de fibrocartílago no mineralizado, esta continúa con fibrocartílago mineralizado hasta llegar al hueso, las fibras superficiales se insertan directamente en el periostio del hueso (Cárdenas, 2010)

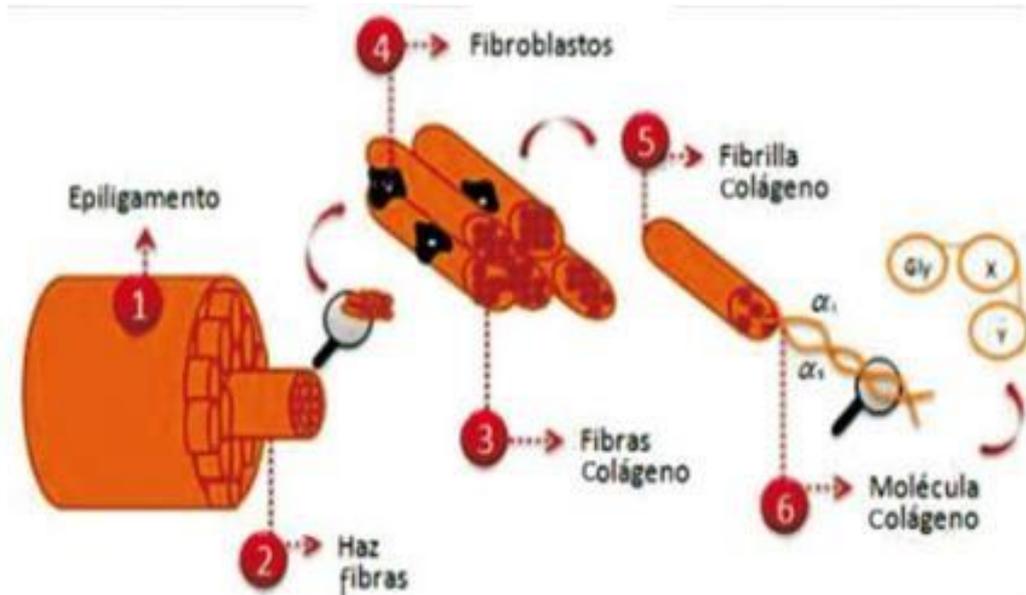


Figura 7: Estructura jerárquica del ligamento, (Wang, 2007)

Fuente: <https://tinyurl.com/4veukwjd>

### **1.1.10 Biomecánica del ligamento cruzado anterior**

Los ligamentos transmiten la fuerza de tracción a lo largo de la dirección de sus fibras. El ligamento puede generar hasta 30 veces más fuerza a lo largo de su dirección longitudinal que en su dirección transversal. El ligamento cruzado anterior es responsable de la estabilidad de la rodilla en diferentes direcciones de carga, específicamente traslación anterior y fuerzas dirigidas en valgo. Por lo tanto, la lesión de estos ligamentos contribuye a la inestabilidad y alteración de la función (Nirav, 2022).

El ligamento cruzado anterior estabiliza activamente la rodilla a través de la flexión y la extensión y cuando se somete a fuerzas en valgo. Los fascículos anteromedial y posterolateral del ligamento cruzado anterior actúan de manera diferente bajo diversas condiciones de carga. Por ejemplo, con una flexión de la rodilla superior a 30°, el fascículo anteromedial exhibe una fuerza mayor que el fascículo posterolateral (Nirav, 2022)

Las lesiones de la rodilla se producen más frecuentemente en los deportes de contacto que se les puede llamar esguinces ligamentosos, que se dan cuando el pie se encuentra fijado al suelo. El ligamento cruzado anterior, que actúa como pivote en los movimientos rotatorios de la rodilla y está tenso cuando ésta se encuentra en flexión, también puede desgarrarse al romperse el ligamento colateral tibial, y entonces se establece una «tríada desgraciada» de lesiones de la rodilla (Figura 8) (Moore, 2017).

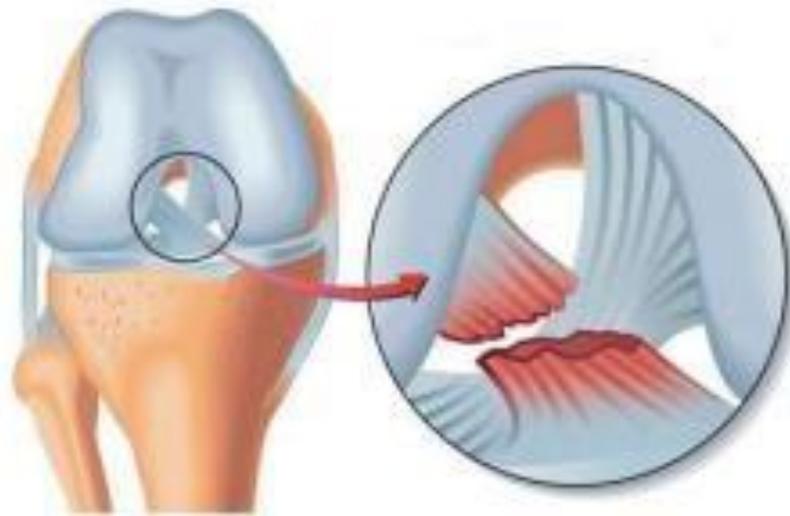


Figura 8: Lesión del ligamento cruzado anterior.  
Fuente: Marquet, 2018.

Las propiedades mecánicas de los ligamentos son estudiadas comúnmente bajo ensayos tensiles uniaxiales del complejo hueso, ligamento y hueso. Los resultados se muestran a través de dos curvas: carga-elongación y esfuerzo deformación. En la curva esfuerzo-deformación, se presentan las mediciones intrínsecas de la calidad de la sustancia del ligamento (Cárdenas, 2010)

Por otra parte, en la curva, el módulo de la pendiente entre dos límites de deformación: la fuerza tensil y la densidad de la energía de deformación. La fuerza tensil es el esfuerzo máximo alcanzado, y la última deformación, es la deformación en el punto de falla. La densidad de la energía de deformación es el área bajo la curva de esfuerzo deformación (Wang, 2006).

En esta curva se puede observar que, tras aplicar una carga de elongación en aquellas fibras que se encontraban en un estado rizado, se reorientan y se alinean en forma paralela (Figura 9). Este fenómeno ocurre en movimientos activos y pasivos ejecutados en humanos. Los niveles de deformación inducidos en el tejido persisten en la región "toe", esta porción muestra el comportamiento elástico inicial del ligamento y se localiza dentro del rango fisiológico (Wang, 2006).

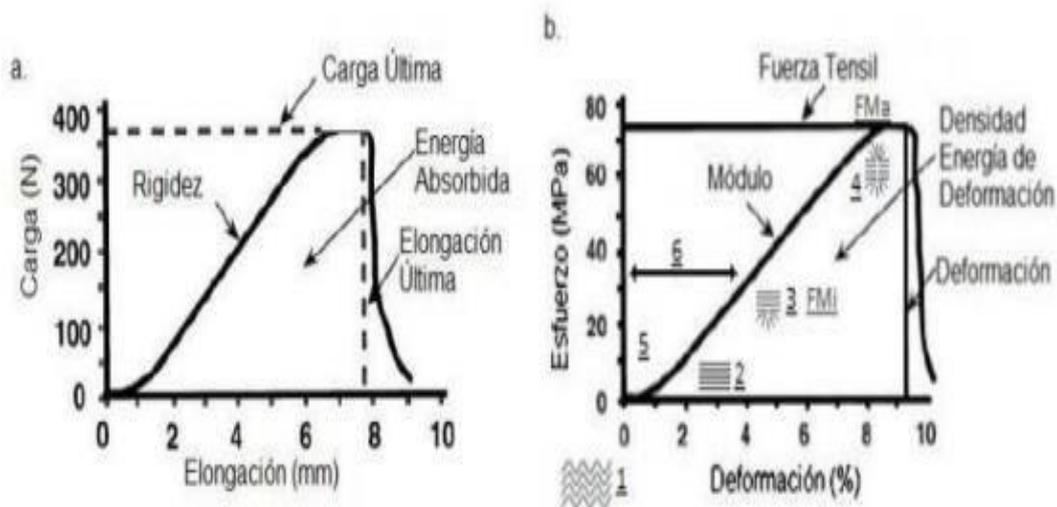


Figura 9: Curva carga y deformación, Fuente: (Wang, 2006)

### 1.1.11 Biomecánica de la rodilla y sus rangos de movimiento articular

Cuando una palanca ósea se mueve alrededor de un eje de desplazamiento se denomina desplazamiento angular y clásicamente se explica cómo flexión, extensión; esto debido al desplazamiento de las zonas óseas en la articulación, es una combinación variable de rodamiento, deslizamiento y rotación. Las consideraciones de osteocinemática y artrocinemática integran la flexión- extensión, en las articulaciones femorotibial y patelofemoral. La rodilla trabaja, en compresión bajo la acción de la gravedad.

La rodilla tiene un rango fisiológico que por lo general se encuentra en flexión un rango entre  $140^{\circ}$  -  $160^{\circ}$ . En extensión  $10^{\circ}$ , una rotación externa entre  $45^{\circ}$  -  $50^{\circ}$ , rotación interna entre los  $30^{\circ}$  -  $35^{\circ}$ , estos últimos con sus rotaciones máximas con la rodilla flexionada a  $90^{\circ}$  (Figura 10) (Chao, 2022).

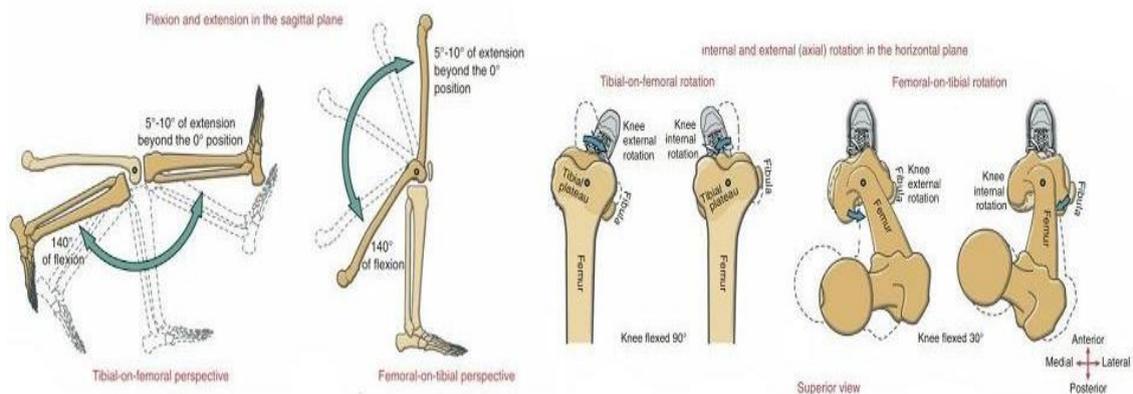


Figura 10: Grados articulares de rodilla  
Fuente: <https://tinyurl.com/yv9uf9aw>

### 1.1.12 Desplazamiento de la rótula sobre el fémur

A partir de la perspectiva anatómica y de osteología, cabe resaltar que la rótula es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo. Tiene una forma más o menos ovoide irregular con una base rugosa para la fijación del recto femoral y vasto crural proximalmente, y un ápice redondeado para tolerar la tracción del tendón rotuliano distalmente. Además, muestra una superficie anterior, sutilmente convexa, que recibe a las fibras del tensor de la fascia lata y las fibras tendinosas del recto femoral, y una cara o faceta posterior ovalada y lisa cubierta en su totalidad por cartílago hialino de 4 – 5 mm de espesor. Se divide en faceta medial y lateral, y con una cresta superior que coincide con la ranura troclear del fémur que representa el 75% de la altura de la rótula y una porción inferior que representa el 25% de la altura de la rótula que no se articula (Miguel, 2015).

### **1.1.13 Diagnóstico y sintomatología**

Una buena historia es fundamental en la evaluación de un trauma importante de la rodilla y constituye, posiblemente, el indicador más certero de ruptura del ligamento cruzado anterior. Un deportista que cae sobre el pie y siente un ruido seco y dolor agudo en la rodilla, lo más probable es que haya hecho una ruptura del ligamento cruzado anterior, sea incapaz de continuar activo y desarrolle edema articular en las siguientes 12 a 24 horas. Muchos pacientes describen lo que sintieron como que la rodilla 'se salió de su lugar' (Marquéz, J, 2009).

En el caso de la insuficiencia crónica del ligamento cruzado anterior los pacientes informan episodios repetidos de que la rodilla 'se les va', o 'se les dobla', o 'se les sale'. Los episodios de inestabilidad se relacionan con los saltos, los cambios de dirección y la desaceleración (Ordoñez, 2018).

El diagnóstico definitivo de desgarro del ligamento cruzado anterior se realiza mediante diagnóstico por imágenes o la artroscopia de rodilla. Sin embargo, en muchos casos, la sola anamnesis puede darnos el diagnóstico sin necesidad de imágenes. Las lesiones de ligamento cruzado anterior se dan por una lesión sin contacto son las más comunes y se sospechan sobre la base de un cambio repentino de dirección o aterrizaje durante el deporte que hace que la rodilla se "salte" o se caiga. Las lesiones por contacto generalmente se derivan de un golpe directo que causa hiperextensión de rodilla, y a menudo se asocian con lesiones en otras estructuras (Jaquehua, 2020).

Un estudio de 2006 dio a conocer que la prueba de Lachman es la prueba más acertada para diagnosticar una lesión del ligamento cruzado anterior cuando se considera la combinación de sensibilidad y especificidad para todas las circunstancias

(Figura 11). De igual forma encontraron que la prueba de Lachman tiene la sensibilidad más alta para diagnosticar una ruptura aguda completa del ligamento cruzado anterior (Anderson, 2016).

La prueba de cambio de pivote tuvo la mayor especificidad, pero careció de sensibilidad. Mientras tanto, la prueba del cajón anterior es mejor para el diagnóstico de lesiones crónicas que agudas, pero no es lo suficientemente sensible para el uso de rutina solo. mientras que la especificidad fue similar para las pruebas de Lachman, cajón anterior y cambio de pivote (Anderson, 2016).



Figura 11: Prueba de Lachman.  
Fuente: <https://tinyurl.com/yc6pfbtw>

Pruebas especiales para diagnosticar:

- *Test de McMurray*: paciente en decúbito supino la rodilla y cadera deben estar en flexión, el fisioterapeuta sostiene con una mano la rodilla en la línea interarticular y la otra sujetando el pie, se efectúa una rotación externa o interna y se realiza una extensión de la patela. Dará positivo si existe dolor o chasquido mientras se efectúa la extensión en rotación interna o externa.

- *Test de Apley*: paciente en decúbito prono, se realiza una flexión de rodilla de 90°, se procede a fijar el muslo, se realiza una rotación interna o externa y se realiza una presión en el talón, si existe un dolor a la rotación externa, indicará que existe una lesión en el menisco externo y si hay un dolor en la rotación interna existe una lesión en el menisco interno.
- *Test de Lachman*: paciente se coloca boca arriba, con una flexión de rodilla de 30°, con una mano del fisioterapeuta se estabiliza el fémur y con la otra aplica una fuerza hacia adelante deslizándose sobre la tibia, si existe algún tipo de lesión a nivel ligamentario el deslizamiento se llevará más de 5mm de la tibia sobre el fémur.
- *Test de cajón anterior*: se realiza flexión de rodilla de unos 90° aproximadamente con el paciente colocado en decúbito supino, se procede a pedirle a la persona que realice una contracción isométrica de los isquiotibiales, la prueba dará positiva si existe algún movimiento hacia delante de la tibia sobre el hueso más largo. La prueba nos ayudará para valorar la inestabilidad de la articulación de la patela y alguna lesión del ligamento cruzado anterior.

#### **1.1.14 Mecanismo de lesión**

Comprender el mecanismo de la lesión es fundamental para optimizar las estrategias de prevención. Se han propuesto varias teorías y factores de riesgo para explicar el mecanismo de la lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto. Se ha informado que las atletas femeninas sufren lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto a una tasa de dos a ocho veces mayor que sus contrapartes masculinas (Boden, 2013).

La investigación que analiza las lesiones relacionadas con deportes del ligamento cruzado anterior ha encontrado que el mecanismo común de la lesión de este ligamento son tareas dinámicas sin contacto, como aterrizajes con una pierna, desaceleraciones repentinas y maniobras de cambio rápido de dirección. Comúnmente, la lesión tiende a ocurrir poco después del contacto inicial, donde la articulación de la rodilla experimenta grados grandes de valgo y rotación de la rodilla y altas cargas mecánicas (Nirav, 2022).

Comprender el mecanismo de la lesión es fundamental para optimizar las estrategias de prevención. Se han propuesto varias teorías para explicar el mecanismo de la lesión del ligamento cruzado anterior son sin contacto, incluido el pinzamiento en la escotadura intercondilar, la contracción del cuádriceps, el equilibrio de fuerzas cuádriceps-isquiotibiales (Nirav, 2022).

#### **1.1.15 Tratamiento médico**

La reparación del ligamento cruzado anterior fue el primer tratamiento quirúrgico informado en el manejo de los desgarros del ligamento cruzado anterior, descrito por primera vez por Robson a principios del siglo XX, y se realiza re aproximando los extremos rotos del ligamento cruzado anterior nativo con el uso de anclajes de sutura (Todd, 2017)

Por el contrario, la reconstrucción de la ruptura del ligamento cruzado anterior se caracteriza por el desbridamiento del extremo desgarrado del ligamento cruzado anterior nativo y la reconstrucción de un nuevo ligamento mediante injertos como tendón isquiotibial, tendón del cuádriceps o hueso-tendón rotuliano-hueso. Este tejido se puede extraer del paciente o de un cadáver (Todd, 2017).

Los autoinjertos ofrecen puntuaciones de resultados mejoradas y una mayor satisfacción del paciente en comparación con los aloinjertos, y los autoinjertos son los preferidos en poblaciones jóvenes y activas (Figura 12). Por otro lado, se ha demostrado que el método de esterilización del aloinjerto, específicamente la irradiación, afecta las medidas de resultado y es una opción válida en poblaciones de mayor edad y menos activas (Todd, 2017).



Figura 12: Injerto de isquiotibiales.  
Fuente: <https://tinyurl.com/yc4t9mnf>

### 1.1.16 Problemática

El 70% de las jugadoras que practican fútbol femenino sufren al menos una lesión por temporada, esta incidencia varía dependiendo de la edad y el nivel competitivo. La tasa de lesión en los entrenamientos es de 1.0 a 4.6 por cada 1.000 horas de exposición, y de 6.1 a 24 por cada 1.000 horas de exposición en competición deportiva (Arranz, 2019).

Continuando con lo que menciona (Arraz, 2019) las lesiones de gravedad más frecuentes se sitúan en la articulación de la rodilla, y dentro de las mismas, el ligamento cruzado anterior es la estructura que más a menudo se daña, con un 39.2% del total de las lesiones ligamentosas.

Además, el riesgo de padecer una rotura de LCA es de 4 a 6 veces mayor en mujeres que en su homólogo masculino, con una probabilidad de sufrirlo de hasta el 3.7% por equipo femenino en una temporada. Entre el 70 y el 84% de las lesiones de este tipo se producen sin contacto, durante el apoyo monopodal durante el aterrizaje de un salto, o por desaceleración brusca con la rodilla bloqueada en extensión, con o sin cambio de dirección.

### **1.1.17 Epidemiología completa**

La rotura del ligamento cruzado anterior es una lesión frecuente y afecta más a las mujeres que a los hombres. La mayor incidencia en mujeres se atribuyó a diferencias biológicas, y a los factores dinámicos, como la biomecánica de la rodilla durante las actividades de salto, aterrizaje y corte, son contribuyentes a la ruptura del ligamento cruzado anterior en las mujeres. En el aspecto deportivo, están implicados en un mayor riesgo de lesiones y retraso en el regreso al deporte. Por lo que se debe tomar en cuenta al estudiar los factores de riesgo de lesión de esta lesión, para desarrollar un mejor tratamiento de prevención (Kutaish, 2022).

En los Estados Unidos, anualmente una de cada 3000 personas sufre una rotura del ligamento cruzado anterior, constituyendo una patología epidemiológica de primer orden en el ámbito de la traumatología y ortopedia (Guamán y otros, 2018, p.303). Aproximadamente 7.92% de las lesiones están asociadas a otras lesiones de ligamentos, de las cuales 2.69% son rupturas del ligamento cruzado posterior, 5.81% lesiones de ligamento colateral medial y 0.57% lesiones de ligamento colateral lateral. (Valderrama y otros, 2017).

En el Ecuador, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) muestra que la rotura del ligamento cruzado anterior representa un 50% de las lesiones de rodilla, y según el grado de lesión que presente este, puede optarse a su reconstrucción

por medios quirúrgicos para restaurar la biomecánica de la rodilla, proveer una adecuada estabilidad, y una funcionalidad sin dolor a fin de evitar la inactividad y en lo posible la degeneración articular (Farinango, 2019).

La gran mayoría de las roturas de ligamento cruzado anterior se producen por lesiones atléticas sin contacto. Sin embargo, los jugadores de fútbol tienen alto riesgo de lesión del ligamento mencionado, siendo otros deportes el baloncesto y el esquí en los cuales hay una alta frecuencia de lesión de ligamento cruzado anterior. En múltiples estudios se llegó a la conclusión que el sexo con la frecuencia más alta de lesión de LCA fue el femenino (Jaquehua, 2020).

#### **1.1.18 Fisiopatología**

Cuando los ligamentos están expuestos a carga durante un período prolongado de tiempo, aumentan en masa, rigidez y carga hasta fallar. Cuando los ligamentos están sobrecargados o expuestos a tensiones mayores de las que pueden soportar las estructuras, el tejido falla y produce discontinuidades parciales o completas del ligamento. Estas lesiones conocidas como rupturas o desgarros, el cuerpo responde intentando curar la lesión a través de una secuencia especializada de eventos celulares superpuestos pero distintos (Ross 2011).

La ruptura del ligamento cruzado anterior puede conducir a una falta de aferencia sensorial de mecanorreceptores al sistema nervioso central y depende del tiempo que ha pasado tras la lesión, mientras más tiempo trascurra mayor daño será el daño causado; sin embargo, no existe diferencia entre la fuerza o la estabilidad postural entre los casos agudos y crónicos de esta lesión, pero es importante resaltar que la propiocepción aguda de la rodilla no está influenciada directamente por el daño al ligamento, debido a que los husos musculares, la cápsula, tendones y articulaciones adyacentes pueden compensar la

pérdida sensorial causada directamente por el ligamento cruzado anterior (Valderrama-Treviño, 2017).

Cuando los ligamentos están sobrecargados o expuestos a tensiones mayores de las que pueden soportar las estructuras, el tejido falla y produce discontinuidades parciales o completas del ligamento. Cuando ocurren estas discontinuidades, también conocidas como rupturas o desgarros, el cuerpo responde intentando curar la lesión a través de una secuencia especializada de eventos celulares superpuestos pero distintos (Figura 13) (Ross, A. 2011).

Los ligamentos sanan a través de una secuencia distinta de eventos celulares que ocurren a través de tres fases consecutivas: la fase inflamatoria aguda, la fase proliferativa o regenerativa y la fase de remodelación del tejido. La cicatrización de los ligamentos suele ser lenta e incompleta. La laxitud articular causada por una lesión de ligamentos mejora lentamente durante un período de seis semanas a un año. Sin embargo, entre seis semanas y un año después de la lesión, un gran porcentaje de

pacientes aún presenta laxitud mecánica objetiva e inestabilidad articular subjetiva (2019, Gantenbein).

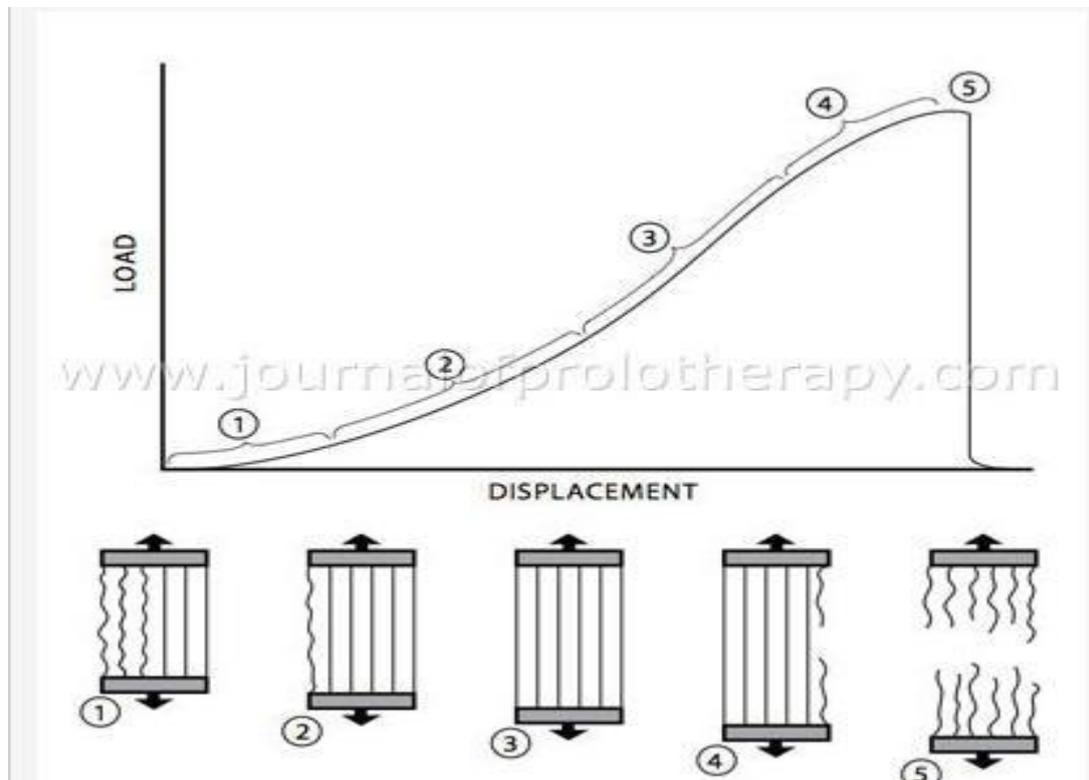


Figura 13: Resistencia estructural del ligamento.

## 1.2 Antecedentes Específicos

En los antecedentes específicos se podrá encontrar la recopilación de información sobre el tratamiento para prevenir la ruptura del ligamento cruzado anterior, a través del ejercicio excéntrico, tratamiento conservador y fisioterapéutico para fortalecimiento musculoesquelético.

### 1.2.1 Tratamiento conservador

Existe un manejo de tipo terapéutico, incluyéndose terapia de tipo manual, que

consta de una movilización de tipo pasiva por parte del terapeuta junto con el movimiento activo realizado por el paciente. Esta terapia ha tenido gran impacto en la disminución de dolor, aumentar la funcionalidad y aumentar la fuerza prensil (López, 2022).

También se encuentra el kinesiotaping o vendaje neuromuscular el cual ayuda a estabilizar la articulación o el segmento afectado, a través de una cinta adhesiva o vendaje elástico, que ayuda a tratar lesiones musculares, ligamentosas, articulares y neurológicas, ya que su función no restringe el movimiento, pero sí contribuye con la estabilización (López, 2022).

### **1.2.2 Tratamiento con ejercicio excéntrico**

El ejercicio excéntrico crónico se ha convertido en un pilar en el tratamiento de las tendinopatías, principalmente de la tendinitis de Aquiles, rotuliana y epicondilar lateral. Para justificar la relevancia del ejercicio excéntrico para fortalecer los tejidos de los tendones y ligamentos, se ha propuesto un impacto estimulante de dicho ejercicio en la síntesis de colágeno y un aumento en el flujo sanguíneo alrededor de las células del tendón después de las acciones excéntricas (Hody, 2019).

Los estudios afirman que el ejercicio excéntrico repetitivo y con altas cargas de trabajo, inducen al desarrollo de lesiones, provocando consecuencias a nivel muscular y articular, sin embargo, con una correcta técnica y dosificación, se logran evitar estas complicaciones (Figura 13) (Baldi, 2017).

Al realizar un fortalecimiento excéntrico durante el movimiento, estimulamos a las fibras musculares para que se produzca una contracción provocando un alargamiento

muscular y una resistencia entre las inserciones, las ventajas que se obtiene al realizar este ejercicio es que será más eficiente en la prevención de las lesiones de tendones, permite el incremento de la tensión muscular, disminuye la percepción de los órganos tendinosos de Golgi, este ejercicio provoca que el tendón tenga una carga más alta que al realizar un ejercicio excéntrico y su efecto reparador después de un desgarro es mejor (Villamarin, 2021).



Figura 14: Ejemplo de ejercicio excéntrico,  
Fuente: Martínez, 2013.  
Recuperado de: <https://tinyurl.com/278rwxfd>

Si bien ahora hay evidencia considerable sobre la importancia de altos niveles de fuerza excéntrica para actividades deportivas que requieren aceleración y desaceleración, como saltos, carreras de velocidad y tareas de cambio de dirección (por ejemplo, cortar y reducir el riesgo de lesiones (Figura 14) (Baldi, 2017).

Según su aplicación del ejercicio excéntrico este sirve para la prevención de lesiones y mejora en la capacidad del rendimiento deportivo ya sea para la población en general y

de mejor forma para deportistas, ya que tiene efecto sobre la fuerza y también en la hipertrofia muscular, de igual forma es utilizado en la rehabilitación de tendinopatías ya que se ha demostrado su eficacia en la mejora del dolor y la regeneración del tendón (López, 2022).



Figura 15: Ejercicio excéntrico para cuádriceps.  
Fuente: Baldi, 2017.

### 1.2.3 Dosificación del ejercicio excéntrico

Existe una gran variedad de protocolos y aplicaciones para los ejercicios excéntricos. A continuación, procederemos a mencionar los más utilizados, especificando su dosificación y el efecto provocado por las cargas de ejercicio excéntrico (López, 2022).

- Ejercicio concéntrico y excéntrico en máquinas con peso, 3 series de 10 repeticiones, durante 5 - 7 días.

- Entrenamiento con cintas para mejorar la movilidad funcional, con una duración de 3 semanas.
- Programa de ejercicio excéntrico, 3 veces a la semana durante 30 min aproximadamente con un cicloergómetro, para entrenamiento muscular de carga alta, con una duración de 8 semanas.
- Ejercicio excéntrico con una declinación de 25°, 3 series de 15 repeticiones, con 2 segundos en cada fase excéntrica hasta llegar a los 90°, 2 veces a la semana con una duración de 12 semanas para incrementar la fuerza muscular.

#### 1.2.4 Beneficios y riesgos del ejercicio excéntrico

Una contracción muscular excéntrica, ocurre cuando una fuerza aplicada al músculo excede la fuerza momentánea producida por el propio músculo, lo que resulta en el alargamiento forzado del sistema músculo-tendón mientras se contrae. Las contracciones excéntricas presentan varias características únicas en comparación con otros tipos de contracciones, lo que puede conducir a adaptaciones únicas (Tabla 5) (Hody, 2019).

Durante muchos años, el régimen excéntrico se ha utilizado en gran medida en el entrenamiento deportivo para mejorar la fuerza muscular máxima, la potencia y la coordinación durante las tareas excéntricas. Además, la implementación del ejercicio excéntrico en atletas mostró su efectividad para prevenir lesiones deportivas (Hody, 2019).

Tabla 5: Beneficios y riesgos del ejercicio excéntrico.

Beneficios	Riesgos
------------	---------

Rápido aumento de la fuerza y la masa musculares	Pérdida de capacidad de generación de fuerza
Mejora del rendimiento deportivo (velocidad, salto, cambio de dirección)	Disminución del rango de movimiento
Cambio de la relación entre la longitud y la tensión de los músculos hacia una longitud muscular más larga.	La locomoción modificada de la biomecánica (marcha, carrera, acciones deportivas)
Mayor efecto interdisciplinario	Función propioceptiva deteriorada
Aumento de la aceleración de la energía en reposo	Daño en la matriz extracelular
Aumento de la oxidación lipídica	Disminución del rendimiento deportivo

Nota. Se describen los beneficios y riesgos del ejercicio excéntrico. Elaboración propia con información extraída de Hody, 2019.

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

En el siguiente capítulo se presenta el diseño de investigación en modalidad tesina, el cual hace énfasis en planteamiento del problema, incluyendo objetivos generales y específicos, los cuales dan pauta para realizar el estudio correlacional de dicha investigación.

#### **2.1 Planteamiento del Problema**

En la fisioterapia deportiva, una de las áreas más complicadas de tratar es el complejo de la rodilla que está compuesto por la articulación femorotibial, la cual tiene una de las tareas más importantes que es soportar la carga corporal, debido a esto, la articulación tiende a sufrir lesiones del área ligamentosa, en el cual, el más afectado es el ligamento cruzado anterior. Por lo mencionado anteriormente, si no se lleva a cabo el tratamiento fisioterapéutico adecuado, se llegará al punto de ruptura del ligamento cruzado anterior (Ordóñez, 2018, p.4).

La ruptura del ligamento cruzado anterior puede llegar a conducir una falta de aferencia sensorial de mecanorreceptores al sistema nervioso central y depende del tiempo que ha pasado tras la lesión, mientras más largo sea el lapso que transcurra, mayor daño se provocará; sin embargo, no existe diferencia entre la fuerza o la

estabilidad postural entre los casos agudos y crónicos de esta lesión, pero es importante tomar en cuenta que la propiocepción aguda de la rodilla no está influenciada directamente por el daño al ligamento, debido a que los husos musculares, la cápsula, tendones y articulaciones adyacentes pueden compensar la pérdida sensorial a causa del ligamento cruzado anterior (Valderrama-Treviño, 2017).

Las lesiones del ligamento cruzado anterior tienen mayor incidencia en deportistas jóvenes (típicamente entre los 15-25 años, pero con mayor riesgo entre los 10 y 19), en pacientes con hemartrosis traumática aguda de la rodilla, se ha demostrado una incidencia del 60-70 % de lesiones del ligamento cruzado anterior. Además, la mitad de dichas lesiones se asocian a lesiones meniscales. En un metaanálisis reciente encontró que las mujeres tienen una incidencia tres veces mayor de desgarros del ligamento cruzado anterior que los hombres en fútbol y baloncesto (Almeida, 2020).

El ligamento cruzado anterior es una estructura fibrosa, se inserta en la superior inferior de la tibial, desde ahí sus fibras se dirigen posterolateral hacia el epicóndilo femoral lateral, es el encargado de la estabilidad anterior de la articulación femorotibial. Este es el ligamento que más comúnmente se encuentra lesionado en la rodilla y se puede dar tanto en población deportista, con los futbolistas a la cabeza de los estudios, como en aquella que no realiza deporte alguno; además cabe resaltar que existe una pequeña población que realiza deporte intenso una vez por semana y que no tiene preparación ni asesoramiento que se ve afectada (Jaquehua, 2020).

Los factores psicológicos han tomado protagonismo en los últimos años, la no preparación psicológica y la kinesiofobia identificadas en atletas que han iniciado tratamiento para prevenir la ruptura del ligamento cruzado anterior se han reconocido como factores de peor pronóstico, cuando se indaga a los deportistas manifiestan miedo

a una nueva lesión 24%, a la repetición de lesiones, falta de confianza en la rodilla 28% y la mala función de la rodilla 22% (Benavides, 2022).

Con todo esto nace la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol por medio de una revisión sistemática?

## **2.2 Justificación**

**Trascendencia:** El presente trabajo tiene como objetivo servir como una fuente basada en la evidencia para quienes se desenvuelven en el área fisioterapéutica deportiva, específicamente el fútbol femenino, para una mejor comprensión de la fisiopatología y cuadro clínico, a través de esto mejorar en el abordaje fisioterapéutico para la prevención de la ruptura del ligamento cruzado anterior, aplicando ejercicio excéntrico en deportistas femeninos de fútbol.

**Magnitud:** Según estudio de la FIFA hubo un total de 104 lesionados, igual a una media 1,68 lesiones por partido o un promedio de 50.8 lesiones por 1000 horas de jugador. Además, más del 60% fue causado por contacto las cuales fueron por juego sucio según el juicio médico. La mayor afectación se observó en la extremidad inferior [65,4%] (Quezada, 2021, p.20).

**Impacto:** Una lesión del ligamento cruzado anterior presenta muchos síntomas que puede presentar una deportista de fútbol tales como: crepitación, impotencia para apoyar el miembro afecto, inflamación en la articulación lesionada, entre otros. Lo cual afectara tanto en las actividades de la vida diaria como en la práctica deportiva (Ordóñez, 2019).

Vulnerabilidad: El abordaje quirúrgico tiene como objetivo estabilizar y buscar la normalización estructural y funcional de la articulación femoro-tibial. Este proceso se lleva a cabo y se recomienda en deportistas activos, cuyo principal objetivo es su regreso a la actividad deportiva, lo que implicará someter a la articulación que ha sufrido la lesión a fuerzas y cargas nuevamente. La lesión del ligamento cruzado anterior es la más común de las lesiones solo en Estados Unidos se producen de 50,000 a 80,000 roturas anuales, con un costo superior a mil millones de dólares; aproximadamente 7 mil dólares por cirugía, la cual no todos tiene el acceso de pagarla (Ordóñez, 2019).

Alcance: Este trabajo, mediante revisión bibliográfica, pretende identificar los beneficios terapéuticos del ejercicio excéntrico para deportistas femeninos de fútbol con objetivo de prevenir la ruptura del ligamento cruzado anterior.

Factibilidad: Los deportistas femeninos que han sufrido una lesión del ligamento cruzado anterior suelen presentar poca resistencia del mismo y debilidad muscular en cuádriceps e isquiotibiales, por lo tanto, a la deportista se le debe preparar para las etapas del tratamiento incluyendo fortalecimiento del sistema musculoesquelético para disminuir el riesgo de lesionarse nuevamente el ligamento cruzado anterior, lo cual será de beneficio para evitar la ruptura del mismo. Este trabajo es de gran beneficio e interés tanto para la comunidad de fisioterapia como para los deportistas femeninos de fútbol, ya que en este documento se encuentra información basada en evidencia enfocado en el ejercicio excéntrico para jugadores de fútbol.

### **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo general**

Comprender los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico como método preventivo de ruptura de ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol por medio de una revisión sistemática.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Explicar los principales factores que predisponen a la ruptura del ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol para comprender el origen de la lesión.
- Describir mediante la consulta de la literatura científica la dosificación de los ejercicios excéntricos aplicadas a deportistas femeninos de fútbol para prevenir ruptura de ligamento cruzado anterior, para conocer su correcta aplicación.
- Revisar los efectos terapéuticos que genera el tratamiento de ejercicio excéntrico aplicado a deportistas femeninas de fútbol para prevenir ruptura del ligamento cruzado anterior, con el fin de fortalecer la musculatura implicada.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

Se presenta el desarrollo metodológico que se realizó en este trabajo de investigación y se describen los distintos materiales y métodos que se utilizaron, así como también el enfoque, el tipo de estudio y el diseño de la investigación. De igual manera se presentan las variables que enfocaron la búsqueda de información, las cuales fueron la aplicación de ejercicio excéntrico para prevenir la ruptura del ligamento cruzado anterior.

### **3.2 Materiales**

Para el presente trabajo se toman en cuenta artículos de las siguientes bases de datos: PubMed, Google Academic, y Scielo (Tabla 6). Se utilizaron Tesis doctorales y de pre grado, de distintas universidades de Latinoamérica, al igual que páginas Web oficiales con el objetivo de recolectar información científica basada en la evidencia sobre la ruptura del ligamento cruzado anterior y los ejercicios excéntricos para evitar una ruptura del mismo.

Tabla 6: Materiales

<b>Nombre de la base de datos</b>	<b>Consiste en:</b>	<b>Palabras clave:</b>
<b>PubMed</b>	Es un motor de búsqueda de libre acceso a la base de datos Medline de citas y resúmenes de artículos de investigación biomédica (Trueba, 2010).	<i>Ligament injury.</i> <i>Anterior cruciate ligament rupture.</i> <i>Anterior ligament reconstruction.</i>
<b>Google Académico</b>	Base de datos creada para la propagación de artículos con el objetivo del desarrollo de información de calidad (Quispe Riveros, 2021).	Futbolistas femeninas. Lesiones del ligamento. Ejercicio excéntrico.
<b>Scielo</b>	SciELO Data es un repositorio multidisciplinario para depositar, preservar y difundir datos de investigación de artículos enviados, aprobados para publicación o ya publicados en revistas de la Red SciELO o depositados en SciELO Preprints (SciELO, 2022).	Ruptura ligamentosa. Lesiones de rodilla. Dosificación del ejercicio excéntrico.

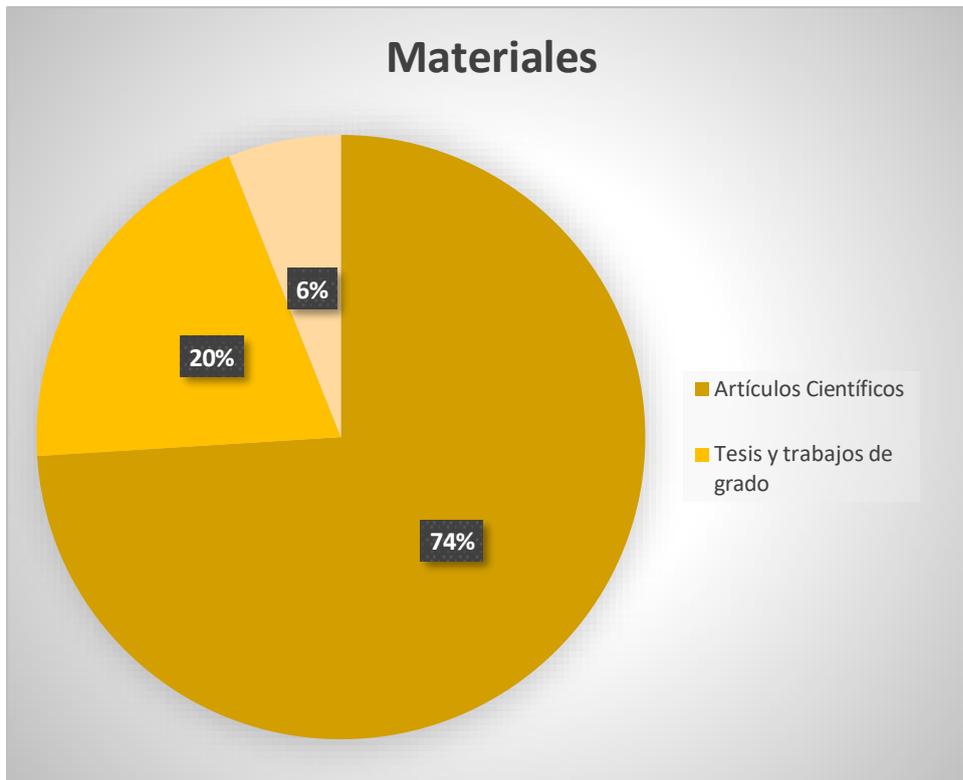
Nota. Se describen las bases de datos utilizadas en la investigación. Elaboración propia

(2023)

Los recursos bibliográficos tomados en cuenta en este trabajo incluyen libros que hablen sobre la anatomía de la rodilla, su fisiología, fisiopatología, ejercicio excéntrico para evitar la ruptura del ligamento cruzado anterior.

La recolección de información basada en la evidencia y datos científicos se da a partir de los siguientes criterios de búsqueda: Ligamento cruzado anterior, lesiones del ligamento cruzado anterior en futbolistas femeninos, ejercicio excéntrico enfocado en cuádriceps, ejercicio excéntrico para evitar lesiones del ligamento cruzado anterior, lesiones comunes en futbolistas femeninos (Figura 16).

Figura 16: tabla de materiales.



## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Tipo de investigación

La investigación cualitativa permite observar, investigar y establecer una relación con las personas que conforman el grupo a analizar; recolectando información por medio de bitácoras, registros anecdóticos, guías de observación, etcétera. Dicho tipo de investigación permite que el investigador entienda los sentimientos, comportamientos y propósitos de las personas investigadas (Gonzales, 2021). El corte transversal se lleva a cabo en un momento único en el tiempo y no requiere de un grupo de control, porque la estrategia se aplica a un solo grupo, pueden ser más, pero la estrategia se aplica a ambos (Hernández-Sampieri, 2018).

Esta investigación tiene como objetivo recolectar e identificar los efectos del ejercicio excéntrico para la prevención de la ruptura del ligamento cruzado anterior. Mediante el análisis de las estadísticas y resultados de los diferentes estudios que hablan

sobre la lesión del ligamento cruzado anterior y ejercicio excéntrico, se puede encontrar los efectos que estos puedan tener para prevenir la ruptura del ligamento y la recuperación de este.

### **3.2.2 Enfoque de investigación**

El tipo de enfoque en esta investigación es cualitativo. Este enfoque investiga el modo en que se asignan significado a las cosas, mediante la recolección de datos sin medición numérica para interpretar de mejor forma las preguntas de investigación en el proceso de interpretación. (Gallardo, 2017)

Se recopila y evalúa evidencia científica acerca de los efectos que el ejercicio excéntrico produce en jugadoras de fútbol en los aspectos físicos más importantes y las diversas formas en que se dan estos efectos en cada individuo.

### **3.2.3 Tipo de estudio**

Los estudios descriptivos tienen como finalidad especificar propiedades, característica y perfiles de personas, comunidades, grupos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Lo que significa, que su objetivo es medir o recoger información ya sea de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refieren, ya que, lo que pretende no es indicar como se relacionan las mismas. (Hernández, 2014).

Este tipo de estudio nos permitió investigar de manera detallada nuestras variables de estudio, dando la oportunidad de descubrir sus antecedentes específicos de cada una de

ellas, para poder así de definir el ejercicio excéntrico para prevenir la ruptura del ligamento cruzado anterior.

### **3.2.4 Diseño de investigación**

El presente trabajo se desarrolla en base al diseño no experimental de corte transversal. La investigación no experimental en ciertas ocasiones se basa en analizar cuál es el nivel o modalidad de una o de múltiples variables en un momento determinado, evaluar la situación, evento, fenómeno o contexto de un punto en el tiempo y determinar la correlación entre un conjunto de variables en un momento correspondiente. La investigación de corte transversal es un diseño de investigación en donde se recolectan datos de un momento, en un tiempo específico. Su objetivo es describir variables y analizar la interrelación en un momento dado con su incidencia.

(Hernández, 2014)

El diseño de esta investigación de manera no experimental de corte transversal nos permitió poder realizar una búsqueda en tiempo específico sin abordar información que ya no está actualizada y además poder tener una manipulación libre de las variables para utilizarlas, las cuales son ejercicio excéntrico y prevención de ruptura del ligamento cruzado anterior

### **3.2.5 Método de estudio**

El método de estudio de esta investigación es análisis-síntesis. Es un método que se basa en separar las partes de un todo para estudiarlas individualmente, y reunir

elementos para estudiarlos en su totalidad. Esto implica detectar, consultar y obtener la bibliografía y otros materiales útiles para el estudio, donde se extrae y se recopila la información necesaria para el problema de investigación.

En el presente trabajo se consultaron datos científicos de distintas fuentes, para adquirir suficiente información basada en la evidencia científica sobre la ruptura del ligamento cruzado anterior y cómo el tratamiento puede verse beneficiado por los ejercicios excéntricos para prevención de la ruptura del ligamento cruzado anterior.

### 3.2.6 Criterios de Selección

Para realizar este trabajo de investigación se utilizaron ciertos criterios de selección los cuales se representan en la tabla a continuación (Tabla 7).

Tabla 7: Criterios de selección

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Libros sobre anatomía, y biomecánica de la rodilla.	Libros que no de hablen de la anatomía y biomecánica de la rodilla.
Artículos sobre lesiones del ligamento cruzado anterior.	Artículos que no mencionen las lesiones del ligamento cruzado anterior.
Artículos que hablen sobre el ejercicio excéntrico en miembro inferior.	Artículos que no mencionen el ejercicio excéntrico en miembro inferior
Libros con ediciones más recientes.	Artículos que no provengan de una fuente con respaldo científico.
Artículos y libros en español e inglés.	Libros y artículos que no hablen sobre la fisiopatología y epidemiología del ligamento cruzado anterior.
Artículos no mayores a 15 años de publicación	Artículos mayores de 10 años

### 3.3 Variables

Una variable es definida como una propiedad que puede cambiar, puede medirse y observarse. (Hernández, 2014).

### 3.3.1 Variable dependiente

Variable que refleja los resultados de algún estudio de investigación (Gallardo, 2017).

Esta revisión bibliográfica se considera como variable dependiente: prevención de la ruptura del ligamento cruzado anterior.

### 3.3.2 Variable independiente

Representa los tratamientos o condiciones que el investigador controla para así probar sus efectos sobre el resultado. (Gallardo, 2017)

En esta revisión bibliográfica se considera variable independiente el ejercicio excéntrico.

### 3.3.3 Operacionalización de variables (Tabla 8):

Tabla 8: Operacionalización de variables

Variable	Nombre	Definición Conceptual	Definición operacional	Fuentes
<b>Independiente</b>	Ejercicio excéntrico	El trabajo excéntrico actúa en la prevención de lesiones de tipo muscular y a la vez facilita el proceso de recuperación de las lesiones ligamentosas.	Esta contracción se produce cuando la tensión que se produce en el músculo es menor a la resistencia externa lo cual ocasiona que el músculo se alargue.	(Baldi, 2017)
<b>Dependiente</b>	Prevención de ruptura del ligamento cruzado anterior.	Para la prevención de lesiones es necesario incluir al entrenamiento del jugador programas más específicos, los cuales consisten en el entrenamiento de	Los síntomas más frecuentes tras la lesión del ligamento cruzado anterior son dolor, tumefacción articular leve y sensación de fallo-inestabilidad de rodilla, fundamentalmente	(Ayala-Mejías, 2018)

---

calentamiento, fuerza, coordinación y ejercicio excéntrico con el objetivo de minimizar la tasa de lesiones.

---

en actividades de torsión-recorte-desaceleración.

## Capítulo IV

Este último capítulo presenta los resultados obtenidos mediante el proceso de investigación. Se presentan trabajos experimentales los cuales sustentan los objetivos planteados. Así mismo se realiza una descripción de los resultados con la finalidad de señalar la conclusión a la que se arriba y las posibles perspectivas que este trabajo podría conseguir.

### 4.1 Resultados

Objetivo 1. Explicar los principales factores que predisponen a la ruptura del ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol para comprender el origen de la lesión.

Tabla 9: Factores de riesgo:

Autor, título de artículo	Descripción	Resultados
<b>Craig Pfeifer (2018).</b> <i>Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury.</i>	Se realizó una descripción de 380 revisiones sistemática, El propósito de este proyecto fue sintetizar y evaluar la literatura existente sobre los factores de riesgo asociados con la lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto en ambos sexos. Los datos extraídos de los estudios elegibles incluyeron características generales del estudio, metodología y resultados de los factores de riesgo incluidos.	Los hallazgos principales de esta revisión sistemática identificaron los siguientes factores de riesgo para la lesión del LCA en ambos sexos: condiciones climáticas degradantes, disminución del índice o ancho de la muesca intercondílea, aumento de la pendiente lateral o posterior de la meseta tibial, disminución de la fuerza central y de la cadera y posible influencia genética.
<b>Joseph Larwa (2021).</b>	Se realizó una descripción de 18 revisiones	Esta revisión demostró que la mala estabilidad del

<p><i>Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes</i></p>	<p>sistemática. El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar los factores biomecánicos que influyen en el riesgo de ruptura del LCA en hombres y mujeres y analizar si existen diferencias para aquellos con ruptura documentada del LCA, todo esto mediante estudios de análisis de video para analizar situaciones de lesiones de la vida real.</p>	<p>núcleo, el aterrizaje con golpe de talón, la débil fuerza de abducción de la cadera y el aumento del valgo de la rodilla pueden contribuir a un mayor riesgo de lesión del LCA en atletas jóvenes. Los momentos de desaceleración, corte y rotación realizados por los atletas, especialmente durante el aterrizaje, son los mecanismos más comunes para la ruptura del LCA.</p>
<p><b>Volkan Kızılgöz (2018).</b>  <i>Analysis of the risk factors for anterior cruciate ligament injury: an investigation of structural tendencies</i></p>	<p>Se realizó un estudio transversal donde se registraron 109 pacientes. El objetivo de este estudio fue determinar los factores de riesgo anatómicos más importantes para la lesión del LCA de la rodilla. Esto mediante resonancia magnética de 86 pacientes por ruptura del LCA comparando las mediciones con un grupo compuesto por 109 pacientes con LCA intacto.</p>	<p>Las diferencias significativas entre los parámetros anatómicos del ángulo del cuádriceps, ángulo alfa, ancho del cóndilo medial y lateral entre los pacientes con rotura del LCA por lesiones sin contacto y pacientes sin lesión, tuvieron un riesgo más alto en hombres y mujeres.</p>

Objetivo 2. Describir mediante la consulta de la literatura científica la dosificación de los ejercicios excéntricos aplicadas a deportistas femeninos de fútbol para prevenir ruptura de ligamento cruzado anterior, para conocer su correcta aplicación.

Tabla 10: Dosificación de ejercicios excéntricos

Autor, título del artículo	Descripción	Resultados
Anmol Mattu (2022). <i>Prevention of Non-Contact Anterior Cruciate Ligament Injuries among Youth Female Athletes</i>	Se realizó una descripción de 15 revisiones sistemática, En esta revisión general se incluyeron estudios que incluyeron atletas femeninas menores de 19 años que participaban en cualquier deporte.	Los programas de prevención de lesiones del LCA fueron efectivos para reducir las lesiones del LCA sin contacto en atletas jóvenes. Los programas de intervención deben incluir al menos tres tipos de ejercicios diferentes, especialmente ejercicios pliométricos y de fortalecimiento. Los ejercicios individuales deben estar relacionados con los movimientos de alto riesgo dentro de cada deporte específico.
Harriet Ferguson (2023). <i>Effects of a Football Simulated Exercise on Injury Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Amateur Female Players</i>	Se realizó un estudio transversal donde se registraron 33 jugadoras de fútbol. El objetivo del presente estudio fue investigar los efectos de un ejercicio de fútbol simulado y el ángulo de flexión de la rodilla en una serie de factores de riesgo de lesiones del LCA en jugadoras mediante un dinamómetro isocinético, antes e inmediatamente después de un ejercicio específico de fútbol.	Los resultados mostraron reducciones significativas en el pico de los isquiotibiales/cuádriceps , y la rápida tasa de desarrollo del torque para las contracciones excéntricas de los isquiotibiales en las piernas dominantes y no dominantes después de un ejercicio de fútbol simulado
Luis Suarez-Arrones (2018). <i>In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on</i>	Se realizó un estudio transversal donde se registraron 14 futbolistas profesionales. El objetivo de este estudio fue describir los cambios en la composición corporal, la fuerza y el rendimiento de sprint en respuesta a una temporada competitiva	Un programa de entrenamiento combinado de fútbol y sobrecarga excéntrica pudo promover cambios positivos en la composición corporal y los factores físicos relevantes tanto para el rendimiento en el campo como para la prevención de lesiones en

<i>body composition, strength and sprint performance</i>	completa de entrenamiento de fútbol, esto mediante el análisis antropométrico, prueba de sprint lineal de 40m, test de potencia de miembros inferiores y entrenamiento con sobrecarga excéntrica.	jugadores de fútbol de élite. El entrenamiento con sobrecarga excéntrica consistió en sesiones de entrenamiento a la semana de 1-2 series de 10 ejercicios, 2 minutos de descanso para la parte superior del cuerpo y el núcleo y la parte inferior del cuerpo, durante toda la temporada competitiva (27 semanas).
Choi-Yan Wong (2023). <i>Secondary Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Training in Athletes</i>	Se realizó una descripción de 26 revisiones sistemáticas. El objetivo es determinar si el entrenamiento actual de prevención secundaria del LCA tiene una influencia positiva en la tasa de nuevas lesiones, los resultados clínicos o funcionales, o el riesgo de nuevas lesiones en los atletas	Los resultados muestran, en comparación con la prueba pre experimental, después de la intervención de entrenamiento, demuestra que fueron todos significativamente diferentes. Con una dosificación de ejercicios excéntricos y pliométricos con duración de 1 hora, dos veces por semana

Objetivo 3. Revisar los efectos terapéuticos que genera el tratamiento de ejercicio excéntrico aplicado a deportistas femeninas de fútbol para prevenir ruptura del ligamento cruzado anterior, con el fin de fortalecer la musculatura implicada.

Tabla 11: Efectos terapéuticos

<b>Autor, título de artículo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultados</b>
Giovanni Fiorilli (2020). <i>Isoinertial Eccentric-Overload Training in Young Soccer Players: Effects on Strength, Sprint, Change of Direction, Agility and Soccer Shooting Precision</i>	Se realizó un estudio transversal donde se registraron 34 jugadores de fútbol, El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de un programa de entrenamiento de sobrecarga excéntrica mediante un dispositivo inercial de volante durante la ejecución de ejercicios específicos, donde únicamente involucraron jugadores de fútbol junior.	Este estudio revela que el entrenamiento de sobrecarga excéntrica. La velocidad tiene efectos muy positivos en la producción de fuerza rápida en el rendimiento del fútbol. El uso de sobrecargas de los movimientos multidireccionales en condiciones deportivas específicas da mejoras en el rendimiento del entrenamiento.
<b>Thomas Dos'Santos</b> <i>The effect of training interventions on change of direction biomechanics associated with increaser anterior cruciate ligament loading.</i>	Se realizó una descripción de 22 revisiones sistemáticas. El objetivo de esta revisión fue evaluar de manera integral la literatura existente relacionada con los efectos de las intervenciones de la rodilla y subsiguiente carga del LCA.	El entrenamiento neuromuscular parece ser ineficaz para abordar la biomecánica del COD, asociada con una mayor carga de LCA, sin embargo, han demostrado ser efectivas para reducir las tasas de lesiones del LCA.
Choi-Yan Wong (2023). <i>Secondary Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Training in Athletes</i>	Se realizó una descripción de 26 revisiones sistemáticas. El objetivo es determinar si el entrenamiento de prevención secundaria del LCA tiene una influencia positiva en la tasa de nuevas lesiones, o el riesgo de nuevas lesiones en los atletas	Este estudio, pre experimental comparación con la prueba pre experimental, después de la intervención de entrenamiento, fueron diferentes. Se sugiere que el fortalecimiento excéntrico tiene impacto en la biomecánica, funcional.

## 4.2 Discusión

La evidencia científica mencionada brinda información relevante la cual fue obtenida mediante recolección de datos de varios autores los cuales se mencionan a continuación.

Los principales factores que predisponen a la ruptura del ligamento cruzado anterior, según Pfeifer et al, en el 2018 los factores de riesgo para la lesión del LCA en ambos sexos son: aumento de la pendiente lateral o posterior de la meseta tibial, disminución de la fuerza central y de la cadera y posible influencia genética, entre otros. Lo contrario a Larwa (2021) demostró que la mala estabilidad del núcleo, el aterrizaje con golpe de talón, la débil fuerza de abducción de la cadera y el aumento del valgo de la rodilla pueden contribuir a un mayor riesgo de lesión del LCA. El autor Kızılgöz (2018) menciona las diferencias significativas entre los parámetros anatómicos del ángulo del cuádriceps, ángulo alfa, ancho del cóndilo medial y lateral entre los pacientes con rotura del LCA por lesiones sin contacto y pacientes sin lesión. Con esto podemos determinar que los parámetros anatómicos son el factor principal que predispone la lesión del ligamento cruzado anterior.

Acerca de la dosificación de los ejercicios excéntricos para prevenir ruptura de LCA, Mattu et al, en 2022 realizaron programas de prevención de lesiones del LCA, donde incluyeron tres ejercicios diferentes, como ejercicios pliométricos y de fortalecimiento, los cuales deben estar relacionados con los movimientos de alto riesgo dentro de cada deporte específico. Por otro lado, Ferguson (2023) mostró reducciones significativas en parámetros anatómicos que influyen en el desarrollo del torque para las contracciones excéntricas en piernas dominantes y no dominantes. El autor Suarez-Arrones (2018) menciona que el entrenamiento con sobrecarga excéntrica consistió en sesiones de entrenamiento a la semana de 1-2 series de 10 ejercicios que pudo promover cambios positivos. CONTRARIO, Wong (2023) demostró que, con una dosificación de ejercicio excéntrico y pliométrico con duración de 1 hora, dos veces por semana con progresión a salto se pueden reducir las tasas de lesión del LCA. Por lo cual

podemos determinar que el ejercicio excéntrico bajo su correcta aplicación cumple con el objetivo de prevenir la ruptura del LCA.

Por último, encontramos que los efectos terapéuticos que genera el tratamiento de ejercicio para prevenir ruptura del LCA. Según Fiorilli (2020) el uso de un dispositivo isoinercial para sobrecargar los movimientos multidireccionales en condiciones deportivas específicas conduce a mejoras en el rendimiento que el entrenamiento de fútbol convencional. Lo contrario a lo que Dos'Santos (2019) menciona, que el entrenamiento mixto y neuromuscular pueden mejorar la fuerza, activación muscular y el rendimiento deportivo. El autor Wong (2023) sugiere que el entrenamiento neuromuscular, fortalecimiento excéntrico, y los ejercicios pliométricos pueden mejorar los resultados biomecánicos, funcionales y psicológicos, y la propiocepción de la rodilla. Los autores concuerdan que el entrenamiento de los distintos programas de ejercicio excéntrico, tienen resultados favorables con respecto a la prevención de lesiones.

### **4.3 Conclusiones**

La finalidad de este trabajo fue el de realizar una diversa investigación científica para poder explicar los principales factores que predisponen a la ruptura del ligamento cruzado anterior, luego de hacer una búsqueda en diversos artículos científicos se identificaron los principales factores que llevan a esta lesión, siendo estos los intrínsecos y son los siguientes: ángulo del cuádriceps, ángulo alfa, ancho del cóndilo medial y lateral, aumento del valgo de la rodilla, disminución del índice o ancho de la muesca intercondílea. Para concluir, se puede afirmar que los parámetros anatómicos predominan en una ruptura de ligamento cruzado anterior, estando estos factores presentes en la mayoría de las mujeres hace que sean más propensas a tener una lesión del ligamento cruzado anterior.

Después de la búsqueda de la dosificación de los ejercicios excéntricos a través de diversos artículos científicos para identificar su correcta aplicación. Inicialmente es importante considerar una correcta dosificación del ejercicio excéntrico en una perspectiva de prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior, es importante incluir al menos tres tipos de ejercicios diferentes para logren las adaptaciones biomecánicas adecuadas. Por último, la dosificación fue de 1-2 series de 10 ejercicios, descansando 2 minutos entre serie promoviendo adaptaciones del músculo esquelético en términos de fuerza y potencia como en estudios previos, siendo importante la constancia en un programa de fortalecimiento, para que pueda ser beneficioso para reducir el riesgo de lesiones del ligamento cruzado anterior.

Por último, en la recopilación de datos se encontraron efectos terapéuticos que genera el de ejercicio excéntrico, con el fin de fortalecer la musculatura implicada. Los resultados de este estudio han revelado mejores respuestas fisiológicas, al igual que en potencia vertical y horizontal, y mayores estímulos ofrecidos por el entrenamiento isoinercial. La biomecánica de COD asociada con una mayor carga del ligamento cruzado anterior, pueden mejorar cualidades como la fuerza, la activación muscular y el rendimiento deportivo. El entrenamiento de excéntrico puede mejorar biomecánica, funcional, y los resultados psicológicos en los atletas. Para terminar, se puede afirmar que la correcta aplicación de ejercicio excéntrico provocará un aumento de fuerza y potencia en la musculatura.

#### **4.4 Perspectivas**

En Guatemala, no existen registros estadísticos ni epidemiológicos de la ruptura del ligamento cruzado anterior, tampoco existen investigaciones que hablen sobre los efectos terapéuticos del ejercicio excéntrico para prevenir la ruptura del ligamento cruzado anterior.

El presente trabajo aspira a servir como guía y/o documento de consulta, confiable y verídico en el tratamiento preventivo de la ruptura del ligamento cruzado anterior en deportistas femeninos de fútbol, para toda la comunidad de fisioterapeutas del ámbito deportivo en Guatemala, y si así mismo lo quisiesen pudieran desarrollar una investigación de tipo experimental con la información obtenida en este trabajo

## Referencias

- Boden, B. (2013). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg*. Doi: 10.5435/00124635-201009000-00003.
- Coto, R. (2020). *¿Cuál es el protocolo de trabajo excéntrico más eficaz en deportistas con tendinopatía crónica en el tendón rotuliano?* (Tesis pregrado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Obtenido de:  
<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/54145/PFG001160.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cronström, A. (2021). Risk Factors for Contra-Lateral Secondary Anterior Cruciate Ligament Injury. *A Systematic Review with Meta-Analysis, Sports Med*. Doi: 10.1007/s40279-020-01424-3.
- Chao, D. y Gil, S. (2022, 27 enero). Rodilla: valoración analítica de la articulación. Recuperado 7 de septiembre de 2022, de <https://tinyurl.com/34w523ep>
- Dallo, I. (2015). *Meniscos* [imagen]. Recuperado de <https://drignaciodallo.com.ar/anatomia-del-menisco/>
- Decker, R., Koyama, E. & Pacifici, M. (2015). Articular Cartilage: Structural and Developmental Intricacies and Questions. *Current Osteoporosis Reports*, 13(6), 407-414. <https://doi.org/10.1007/s11914-015-0290-z>
- Dos'Santos, T. (2019). The Effect of Training Interventions on Change of Direction Biomechanics Associated with Increased Anterior Cruciate Ligament Loading. *Sports Med*. Doi: 10.1007/s40279-019-01171-0.
- Elsevier Connect. (2018). Apuntes de Anatomía. Tipos de articulaciones: sinoviales y sólidas. Recuperado 12 de septiembre de 2022, de <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/anatomia-tipos-articulaciones-sinoviales-y-solida>

- Fabregat, L. (2017). Los métodos teóricos: Una necesidad de conocimiento en la investigación científico-pedagógica. EDUMECENTRO, 9(4). Recuperado de <https://tinyurl.com/bdeu59fu>
- Ferguson, H. (2023). *Effects of a Football Simulated Exercise on Injury Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Amateur Female Players*. Recuperado de <https://tinyurl.com/2wz4au82>
- Fiorilli, G (2020). *Isoinertial Eccentric-Overload Training in Young Soccer Players: Effects on Strength, Sprint, Change of Direction, Agility and Soccer Shooting Precision*. Recuperado de <https://tinyurl.com/mr3x5kmt>
- Fox, A., Bedi, A. & Rodeo, S. (2012). The Basic Science of Human Knee Menisci. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(4), 340-351. <https://doi.org/10.1177/1941738111429419>
- Fox, A., Wanivenhaus, F. & Rodeo, S. (2012). The Basic Science of the Patella: Structure, Composition, and Function. *Journal of Knee Surgery*, 25(02), 127-142. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1313741>
- Gallardo, E. (2017). Metodología de la investigación. Manual Auto formativo Interactivo. Primera edición. Huancayo, Perú; Universidad Continental.
- Garcia-Higuera, O. (2015) Resultados funcionales en reconstrucción artroscópica de lesiones crónicas del ligamento *cruzado anterior con aloinjerto hueso-tendón rotuliano-hueso en militares activos*. Revista de Sanidad Militar, México. Recuperado de: <https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=109374983&S=R&D=>
- Glomot P. (2022) tendinopatía de Aquiles crónica de la porción media en los adultos deportistas de 18 a 55 años (tesis pregrado). U Manersa Barcelona. Recuperado de: <https://tinyurl.com/278rwxfd>
- Gonzales, J. (2020). Guía para la Elaboración. Perú: José Luis Arias Gonzales. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2236>

- Gonzales, J. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Peru: Enfoques Consulting Ting Eirl.
- Herbas, B. y Rocha, E. (2018). Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. *Perspectivas*, 42. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332018000200006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1994-37332018000200006&script=sci_arttext)
- Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hody, S. (2019). Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Front Physiol*. doi: [10.3389/fphys.2019.00536](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00536)
- Jaquehua, B. (2019) *Características epidemiológicas de lesión de ligamento cruzado anterior en la clínica Arequipa*. (Tesis pregrado). Universidad nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10885/MCjavibj.pdf?sequence=1&isAllowed=>
- Jones, P. (2022) *Contribution of Eccentric Strength to Cutting Performance in Female Soccer Players*. *Journal of Sports Science & Medicine*. (Tesis pregrado). Doi: 10.1519/JSC.0000000000003433.
- Kendall, F. P., & Kendall McCreary, E. (2007). *Kendall's músculos: Pruebas funcionales, postura y dolor* (5a ed.). Madrid: Marbán.
- Krause M. (2018). Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture. *Deutsches Arztebl international*. doi: [10.3238/arztebl.2018.0855](https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0855)
- López, G., Valencia, S. y Lira, N. (2019). Estudio cinemático de rodilla para la creación de un movilizador pasivo continuo. *Revista de Fisioterapia y Tecnología Médica*, 3(7), 12- 16. Recuperado de [https://www.ecorfan.org/taiwan/research\\_journals/Fisioterapia/vol3num7/Revista\\_de\\_Fisioterapia\\_y\\_Tecnologia\\_Medica\\_V3\\_N7\\_2.pdf](https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Fisioterapia/vol3num7/Revista_de_Fisioterapia_y_Tecnologia_Medica_V3_N7_2.pdf)

- Larwa, J. (2021). *Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes*. *Int J Environ Res Public Health*. Recuperado de <https://tinyurl.com/2wz4au82>
- Llanos, P. (2021, 27 abril). Fortalece tu rodilla: guía de prevención y entrenamiento parte 1. Recuperado 8 de septiembre de 2022, de <https://www.chileclimbers.cl/2021/04/27/fortalece-tu-rodilla-guia-de-prevencion-y-entrenamiento/>.
- Marquet, R. (2018). Análisis numérico de lesión del ligamento cruzado anterior en tres grados diferentes de daño (Tesis pregrado). Instituto politécnico nacional escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, México. Obtenido de: <https://tinyurl.com/278rwxfd>
- Martínez, D. (2013). La evolución del trabajo excéntrico en la tendinopatía rotuliana (Tesis pregrado). Universidad pública de Navarra, España. Obtenido de: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/8073/Grado%20Fisioterapia%20Aitor%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Matt, A. (2022). *Prevention of Non-Contact Anterior Cruciate Ligament Injuries among Youth Female Athletes. Umbrella Review*. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/ijerph19084648>
- Miguel, F. (2020, 26 agosto). Anatomía, biomecánica y función de la rótula. Recuperado 2 de septiembre de 2022, de <https://rehabilitacionpremiummadrid.com/blog/fernando-miguel/anatomia-biomecanica-y-funcion-de-la-rotula>
- Moore, K., Dalley, A. & Agur, A. [2013]. *Anatomía con orientación clínica* (7ma ed.). Lippincott Williams & Wilkins. Recuperado de [https://www.academia.edu/19566839/Moore\\_Anatomia\\_con\\_orientacion\\_clinica\\_7a\\_edicion](https://www.academia.edu/19566839/Moore_Anatomia_con_orientacion_clinica_7a_edicion)
- Natário, I. (2022) *Epidemiological Study on Multiligament Knee Injuries*. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Volumen 673. 676-678. Doi: <https://doi.org/>
- Navarro, B. (2022, 30 agosto). Extremidad inferior (anatomía). Recuperado 14 de septiembre de 2022, de <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/anatomia-de-la-extremidad-inferior>
- Netter, F. (2015). Atlas de anatomía humana (6.a ed.). Elsevier Masson

- Oiseth, S., Jones, L. y Maza, E. (2022, 9 marzo). Superficies articulares [imagen]. Recuperado de <https://www.lecturio.com/es/concepts/articulacion-de-la-rodilla>
- Ordóñez, M. (2018) *Análisis sobre la Efectividad del Protocolo FIFA 11+ en Jugadoras de Fútbol Femenino de 15 a 25 años como Método Preventivo de la Lesión del Ligamento Cruzado Anterior*. (Tesis pregrado). Universidad Galileo, Guatemala. Obtenido de: [http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/912/1/2018-T-If-004\\_ordonez\\_mazariegos\\_y\\_muniz\\_orellana.pdf](http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/912/1/2018-T-If-004_ordonez_mazariegos_y_muniz_orellana.pdf)
- Peregriní, I., Díaz, J., Miranda, I., Collado, A., Gutiérrez, M. & Sánchez-Alepuz, E. (2018, 19 marzo). ¿Qué es el cartílago articular y para qué sirve? Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://www.sanchezalepuz.com/que-es-el-cartilago-articular-y-para-que-sirve/>
- Rishor-Olney, C., & Pozun, A. (2022). Prepatellar Bursitis. In StatPearls. StatPearls Publishing. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557508/?report=printable>.
- Rodriguez. K (2021) Anterior Cruciate Ligament Injury: Conservative Versus Surgical Treatment. Doi: 10.7759/cureus.20206.
- Saldaña. E. (2022, 29 junio). Manual de Anatomía Humana. Recuperado 29 de septiembre de 2022, de <https://infolibros.org/pdfview/191-manual-de-anatomia-humana-prof-edwin-saldana-ambulodegui/>
- Salinas, P. (2021, 18 junio). Cápsula articular. Recuperado 2 de septiembre de 2022, de <https://www.lifeder.com/capsula-articular>
- Serrano, C. (2022, 23 marzo). Articulación de la rodilla. Recuperado 2 de septiembre de 2022, de <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/articulacion-de-la-rodilla>
- Sociedad Colegiada de Fisioterapia. (2021). *Ligamentos de la rodilla* [imagen]. Recuperado de <https://www.bupasalud.com/salud/lesiones-rodilla>
- Suárez-Arrones, L. (2018). *In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205332>
- Todd, B. (2017). Management of anterior cruciate ligament injury: What's in and what's out? *Indian J Orthop*. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5609378/>

Vaamonde, D. (2019) *Prevención y tratamiento de lesiones de ligamento cruzado anterior relacionadas con el deporte*. Lugar de publicación: International Network on Physical Exercise and Fertility (INPEF). Córdoba. España. Recuperado de:  
<https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=141376197&S=R&D>

Vidmar, M. (2020) Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training for quadriceps rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Braz J Phys Ther*. doi: 10.1016/j.bjpt.2019.07.003.

Villanueva, M. (2014). *Biomecánica de la rótula* [imagen]. Recuperado de  
<https://slideplayer.es/slide/2272248/>

Villa-Forte, A. (2022, 22 agosto). Ligamentos. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de  
<https://tinyurl.com/yx74aj9>

Wang J. Mechanobiology of tendon. *Journal of Biomechanics*. 2006; 39:1563- 82.