

*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 DE LOS EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN EN FUTBOLISTAS MASCULINOS DE 18 A 28 AÑOS DE EDAD POSTERIOR A UNA CIRUGÍA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR



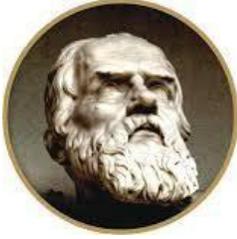
Que Presenta

**María José García Pérez**

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

2024.



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL  
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES  
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



## Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DE LOS EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN EN FUTBOLISTAS MASCULINOS DE 18 A 28 AÑOS DE EDAD POSTERIOR A UNA CIRUGÍA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR



Tesis profesional para obtener el Título de Licenciado en  
Fisioterapia

Que Presenta

**María José García Pérez**

Ponente

**LFT. Haly Guadalupe Cristina Caxaj Interiano**

Directora de Tesis

**Mtra. María Isabel Díaz Sabán**

Asesora Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2024

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

Ponente

María José García Pérez

Director de Tesis

LFT. Haly Guadalupe Cristina Caxaj Interiano

Asesor Metodológico

Mtra. María Isabel Díaz Sabán



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 09 de marzo 2024

Estimada alumna:  
**María José García Pérez**

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Mónica María  
Solares Luna  
Secretario

Lic. Lidia Marisol de  
León Sinay  
Presidente

Lic. Haly Guadalupe  
Cristina Caxaj  
Interiano  
Examinador



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

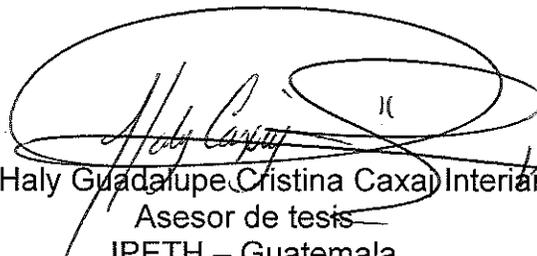
Guatemala, 25 de noviembre 2022

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior”** de la alumna **María José García Pérez**

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

Atentamente



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



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

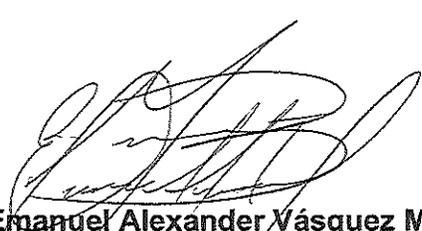
Guatemala, 28 de noviembre 2022

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la alumna **María José García Pérez** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



**Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón**  
Revisor Lingüístico  
IPETH- Guatemala

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

<b>Nombre del Director:</b> LFT. Haly Guadalupe Cristina Caxaj Interiano
<b>Nombre del Estudiante:</b> María José García Pérez
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior.
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2022

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

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

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

12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	✓		
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	✓		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	✓		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	✓		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	✓		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	✓		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	✓		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	✓		

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

  
*Haly Guadalupe Cristina Capaj Anteriano*  
 Nombre y Firma Del Director de Tesina

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

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

<b>Nombre del Asesor:</b> Mtra. María Isabel Díaz Sabán
<b>Nombre del Estudiante:</b> María José García Pérez
<b>Nombre de la Tesina/sis:</b> Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior.
<b>Fecha de realización:</b> Otoño 2022

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

**ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS**

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
<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 medido.	x		
d.	Continuidad en los párrafos.	x		

e.	Párrafos con estructura correcta.	x		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	x		
g.	Correcta escritura numérica.	x		
h.	Oraciones completas.	x		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	x		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	x		
k.	Uso correcto de tildes.	x		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	x		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	x		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	x		
<b>3.</b>	<b><i>Formato de Cita</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Empleo mínimo de citas.	x		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	x		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	x		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	x		
<b>4.</b>	<b><i>Formato referencias</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	x		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	x		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	x		
<b>5.</b>	<b><i>Marco Metodológico</i></b>	<b><i>Si</i></b>	<b><i>No</i></b>	<b><i>Observaciones</i></b>
a.	Agrupó, 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**



Mtra. María Isabel Díaz Sabán

## DICTAMEN DE TESINA

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

Los C.C

**Director de Tesina**  
Función

LFT. Haly Guadalupe Cristina Caxaj Interiano



**Asesor Metodológico**  
Función

Mtra. María Isabel Díaz Sabán



**Coordinador de Titulación**  
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón



### Autorizan la tesina con el nombre

Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía del ligamento cruzado anterior.

### Realizada por el Alumno:

María José García Pérez

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



  
 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 yo **María José**

**García Pérez**

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

Revisión bibliográfica de los efectos

terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía del ligamento cruzado anterior.

; 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

22 de Noviembre del 2022

María José García Pérez  
Nombre completo



Firma de cesión de derechos

## **Dedicatoria**

Le dedico los resultados de esta investigación a toda mi familia. En especial a mis papás que me apoyaron para continuar con la elaboración de este proyecto tanto en los malos como en los buenos momentos. También a mi papá por enseñarme a afrontar las situaciones difíciles con paciencia, sin enojo y sin perder la cabeza. Y por último, se la dedico a todos los pacientes que inspiraron esta investigación durante mi práctica clínica.

**-María José García Pérez**

## **Agradecimientos**

Agradezco a las personas que estuvieron para guiarme y apoyarme en este proceso de la realización de la tesis, en especial a mi asesora de tesis María Isabel Díaz y a mi directora de tesis Haly Caxaj. También a mis docentes que durante la carrera de fisioterapia me brindaron el conocimiento necesario para aprender sobre los diversos temas. A todos los docentes que motivaron y dieron palabras de aliento durante la carrera. Así mismo, a mis amigos de la universidad por estar presente desde el inicio de la carrera y darme ánimos durante este proceso. A compañeros y colegas de las prácticas clínicas que compartieron conmigo su experiencia y conocimiento del tema en el ámbito de rehabilitación deportiva. Por último, agradezco a todas las personas que se toman el tiempo de leer esta investigación realizada con mucha dedicación.

**-María José García Pérez**

## **Palabras clave**

Rodilla

LCA

Ruptura

Ejercicio

Propiocepción

# Índice

Portadilla.....	i
Investigadores responsables.....	ii
Autoridades y terna examinadora .....	iii
Aprobación asesor de tesis.....	iv
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
1.1.1 Descripción problemática .....	2
1.1.2 Descripción anatómica.....	3
1.1.3 Biomecánica de la rodilla .....	15
1.1.4 Ruptura de ligamento.....	21
1.1.5 Pronostico .....	38
1.2 Antecedentes Específicos.....	39
1.2.1 Tratamiento fisioterapéutico .....	39
1.2.3 Propiocepción .....	41
1.2.4 Ejercicios de propiocepción.....	50
1.2.5 Indicaciones de los ejercicios propioceptivos .....	53
1.2.6 Contraindicaciones de los ejercicios propioceptivos.....	54
1.2.7 Pronostico .....	54
Capítulo II.....	55
Planteamiento del Problema .....	55
2.1 Planteamiento del problema.....	55
2.2 Justificación.....	57
2.3.1 Objetivo General.....	59

2.3.2 Objetivos Específicos .....	59
Capítulo III .....	60
Marco Metodológico .....	60
3.1 Materiales .....	60
3.2 Métodos utilizados.....	61
3.2.1 Enfoque de investigación.....	61
3.2.2 Tipo de estudio .....	62
3.2.3 Método de estudio .....	62
3.2.4 Diseño de investigación .....	63
3.3.5 Criterios de selección.....	63
3.3 Variables.....	64
3.3.1 Variable independiente .....	64
3.3.2 Variable dependiente .....	64
3.3.3 Operalización de variables.....	65
Capítulo IV .....	66
Resultados.....	66
4.1 Resultados.....	66
4.2 Discusión .....	78
4.3 Conclusiones.....	80
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	81
Referencias .....	82

## Índice de figuras

Figura 1 Partes del fémur.....	4
Figura 2. Partes de la rótula .....	5
Figura 3. Partes de la tibia .....	6
Figura 4. Músculos que actúan en la rodilla .....	10
Figura 5. Articulaciones de la rodilla.....	11
Figura 6. Bursas de la rodilla .....	12
Figura 7. Meniscos.....	13
Figura 8. Ligamentos de la rodilla .....	14
Figura 9. Ligamento cruzado anterior.....	15
Figura 10. Flexión y extensión de rodilla .....	16
Figura 11. Rotación de rodilla .....	17
Figura 12. Artrocinemática extensión de rodilla.....	19
Figura 13. Ligamentos cruzados en rotación de rodilla .....	20
Figura 14. Deslizamiento de la rótula.....	21
Figura 15. Ruptura de LCA .....	22
Figura 16. Curva fuerza-elongación. ....	23
Figura 17. Fase de cicatrización temprana.....	24
Figura 18. Fase de proliferación. ....	25
Figura 19. Fase de maduración .....	25
Figura 20. Clasificación de las lesiones de ligamento. ....	27
Figura 21. Mecanismo de lesión en valgo de LCA.....	28
Figura 22. Formas de la fosa intercondílea .....	29
Figura 23. Ángulo Q.....	30
Figura 24. Tipos de tacos.....	32
Figura 25. Resonancia magnética ruptura LCA.....	34
Figura 26. Test de Lachman. ....	35
Figura 27. Prueba de cajón anterior. ....	36
Figura 28. Autoinjerto de tendón rotuliano.....	37
Figura 29. Autoinjerto tendones flexores.....	38
Figura 30. Huso muscular .....	43
Figura 31. Órgano tendinoso de Golgi.....	44
Figura 32. Receptores Ruffini y Pacini.....	45
Figura 33. Columna dorsal-lemnisco lateral.....	48
Figura 34. Tracto espinocerebeloso posterior.....	49
Figura 35. Tracto espinocerebeloso anterior.....	50
Figura 36. Ejercicio de movilización de la rodilla en flexo extensión con una pelota .....	52
Figura 37. Ejercicio de estabilidad en apoyo unipodal .....	52
Figura 38. Zancada frontal sobre le bosu.....	53
Figura 39. Bases de datos .....	61

## Índice de tablas

Tabla 1 Músculos que actúan en la rodilla.....	6
Tabla 2 Rangos de movimiento de la rodilla .....	18
Tabla 3 Característica de los tacos.....	32
Tabla 4 Progresión de los ejercicios de propiocepción.....	51

## Resumen

En la presente revisión bibliográfica basada en los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción como tratamiento para la lesión de ruptura del ligamento cruzado anterior, que se define como la lesión en donde se pierde por completo la continuidad de las fibras de colágeno del ligamento. Dicha lesión es una de las más comunes a nivel deportivo con una mayor incidencia en el fútbol.

En los últimos años se ha observado a nivel global un aumento del 6% en la tasa de lesión del ligamento cruzado anterior, siendo esto preocupante, debido a que el 98% de los futbolistas deben someterse a cirugía de reconstrucción para regresar a la práctica deportiva. Sin embargo, solo el 85% de los jugadores continúa jugando fútbol y el 65% de los futbolistas continuaron jugando al mismo nivel previo a la lesión.

A partir de esta información se realiza una revisión bibliográfica por medio de una investigación de tipo cualitativa y descriptiva sobre los posibles efectos terapéuticos que tienen los ejercicios propioceptivos sobre la lesión de ruptura del ligamento cruzado anterior. Posterior a la revisión bibliográfica se obtuvieron resultados satisfactorios que muestran que la rehabilitación por medio de los ejercicios de propiocepción son efectivos para la disminución de la sintomatología de dicha lesión, además de brindar mayor seguridad y estabilidad a los jugadores de fútbol a la hora de la práctica deportiva.

# Capítulo I

## Marco Teórico

### 1.1 Antecedentes Generales

El presente capítulo contiene información sobre conceptos y definición necesaria para que el lector comprenda toda la investigación, así mismo, se hace un análisis de la información necesaria para la nueva investigación. Además de ser considerado este capítulo la base de la investigación pues trata sobre todos los aspectos teóricos de la misma.

**1.1.1 Descripción problemática.** La rodilla es una de las articulaciones que con mayor frecuencia se lesiona en los deportistas, siendo la ruptura de ligamento cruzado anterior una de las lesiones más temidas por los jugadores de fútbol. Este temor se debe a diferentes motivos como, por ejemplo, el no recuperar la movilidad que tenía previo a la lesión, el tiempo fuera de la cancha que conlleva la recuperación de este tipo de lesión y el inevitable paso por el quirófano en el caso de los deportistas que desean seguir jugando al mismo nivel (Pons, 2019).

Durante muchos años, no existía la forma de cómo dar un diagnóstico certero a la ruptura de ligamento cruzado anterior y tampoco el cómo tratarla, esto hasta el siglo XIX en donde se

publicaron los primeros trabajos de investigación con la clínica y el diagnóstico de esta lesión. Como primeros tratamientos quirúrgicos, los cirujanos únicamente suturaron los extremos del ligamento, sin embargo, fue un tratamiento ineficaz. Por otro lado, Erwin Payr fue el primero en realizar una reconstrucción de ligamento cruzado anterior con una tira de fascia lata. Así mismo, en 1917 y 1920 Hey-Groves desarrolló la primera técnica de reconstrucción de ligamento con cintilla iliotibial. Siguió pasando los años y se fueron investigando nuevos tejidos que pudieran reconstruir el ligamento cruzado anterior; en 1934 Galeazzi usó por primera vez el tendón del semitendinoso y Langworthy utilizó por primera vez el ligamento rotuliano. Fue hasta los años setenta que se describió por primera vez la técnica de hueso tendón hueso por Kenneth Jones, siendo esta en la actualidad uno de los autoinjertos más utilizados en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior junto con la de los tendones del semitendinoso y recto interno (Leyes y Forriol, 2017).

## **1.1.2 Descripción anatómica**

**1.1.2.1 Componentes óseos de la rodilla.** La rodilla está compuesta principalmente por tres huesos: el fémur, la rótula y la tibia.

- El fémur es el hueso que se ubica en el muslo, es el hueso más largo y grande del cuerpo humano (Figura 1). En su porción proximal se articula con el acetábulo del hueso coxal, en esta porción proximal podemos encontrar estructuras como la cabeza y el cuello del fémur, también el trocánter mayor y menor, la línea y cresta intertrocantérea, la tuberosidad glútea y línea áspera, estas estructuras sirven como puntos de inserción para algunos músculos del glúteo y muslo. En su porción distal este hueso se articula con la tibia y la rótula. Además, en esta misma porción del hueso encontramos a los cóndilos femorales, uno medial y uno lateral que

tienen una forma convexa, por encima de estos cóndilos se ubican los epicóndilos medial y lateral en donde se insertan algunos ligamentos de la rodilla. Por posterior entre los cóndilos se encuentra la fosa intercondílea y en la parte anterior de igual forma entre los cóndilos está la carilla rotuliana (Tortora y Derrickson, 2018).

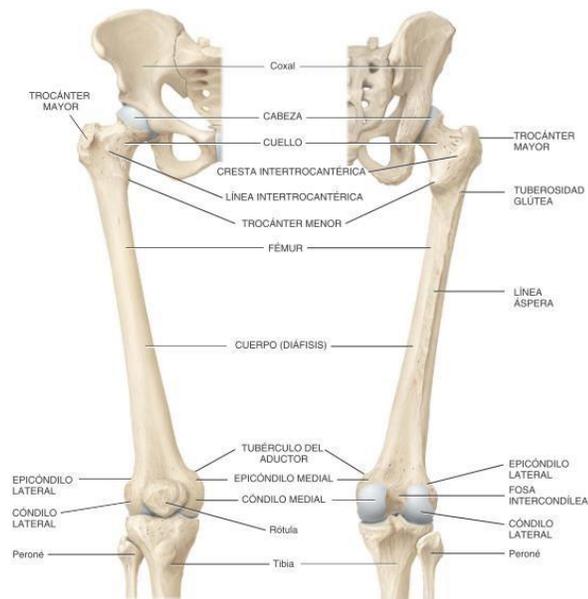


Figura 1 Partes del fémur

Fuente: Tortora y Derrickson, 2018.

- La rótula o patela es un hueso sesamoideo, corto y de forma triangular (Figura 2). Este se ubica en la parte distal y anterior del fémur en la carilla rotuliana. Dicho hueso tiene dos caras una anterior rugosa y una posterior que posee dos carillas articulares cóncavas que articulan con el fémur. Además, cuenta con una base superior en donde se inserta el tendón del cuádriceps y un vértice inferior en donde se inserta el ligamento rotuliano (Morrone, 2019).

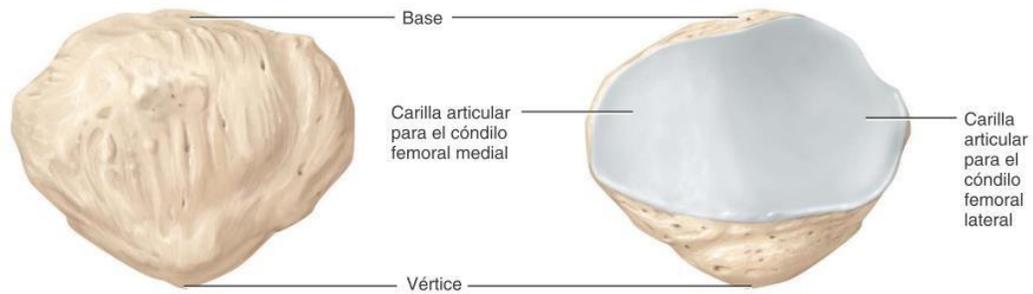


Figura 2. Partes de la rótula.

Fuente: Tortora y Derrickson, 2018

- La tibia es el segundo hueso más grande del cuerpo, este está ubicado en la parte antero medial de la pierna (Figura 3). En la parte proximal, el hueso se ensancha formando los cóndilos lateral y medial de la tibia, en estos cóndilos se forma la cara articular superior también conocida como meseta tibial, su cara articular medial ligeramente cóncava y la lateral ligeramente convexa. Dichas caras articulares son las que estarán en contacto con los cóndilos femorales. Las caras articulares se separan por una eminencia intercondílea que se forma a partir de los tubérculos intercondíleos uno medial y otro lateral, estos se encuentran rodeados por áreas intercondíleas anterior y posterior. Los tubérculos y áreas intercondíleas son el punto de inserción de los meniscos y de los principales ligamentos de la rodilla que se encargan de mantener el contacto de las caras articulares del fémur y de la tibia. Por último, la tibia en su extremo distal se articula con el peroné y con el astrágalo (Moore, 2013).

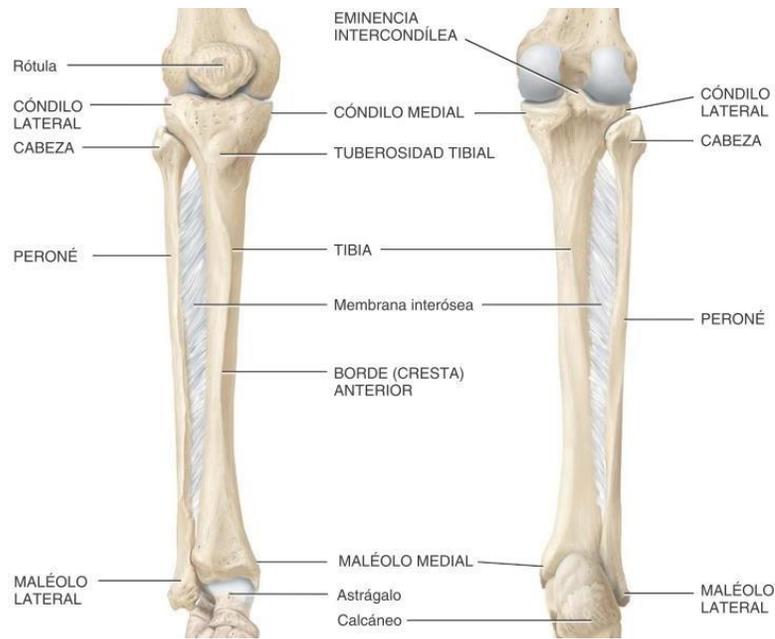


Figura 3. Partes de la tibia.

Fuente: Tortora y Derrickson, 2018.

### 1.1.2.2 Componentes musculares de la rodilla.

**Tabla 1** Músculos que actúan en la rodilla

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
<b>Recto anterior</b>	Porción recta: Espina iliaca anterosuperior Porción refleja: suco superior del reborde del acetábulo.	Borde proximal de la rótula por medio del tendón rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia	Extensión de la rodilla	Nervio Crural L2, L3 y L4
<b>Vasto interno</b>	Mitad distal de la línea intertrocantérea, labio interno de la línea áspera y porción proximal de la de la línea	Borde proximal de la rótula por medio del tendón rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia	Extensión de la rodilla	Nervio Crural L2, L3 y L4

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Inervación</b>
	supracondílea interna			
<b>Vasto medio</b>	Superficie anterior y externa de los dos tercios proximales del cuerpo del fémur, línea áspera y tabique intermuscular externo	Borde proximal de la rótula por medio del tendón rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia	Extensión de la rodilla	Nervio Crural L2, L3 y L4
<b>Vasto externo</b>	Porción proximal de la línea intertrocantérea, bordes anterior e inferior del trocánter mayor, tuberosidad glútea, labio externo de la línea áspera y tabique intermuscular externo	Borde proximal de la rótula por medio del tendón rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia	Extensión de la rodilla	Nervio Crural L2, L3 y L4
<b>Bíceps femoral</b>	Porción larga: porción distal del ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquion	Cara lateral del peroné y meseta externa de la tibia	Flexión de rodilla Rotación externa de rodilla	Porción larga: Ciático rama tibial L5 y S1 Porción corta: Ciático rama peronea L5, S1 y S2

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Inervación</b>
	Porción corta: labio externo de la línea áspera, línea supracondílea y tabique intermuscular externo			
<b>Semitendinoso</b>	Tuberosidad del isquion por medio del tendón común con del bíceps femoral	Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia	Flexión de rodilla Rotación interna de rodilla	Ciático rama tibial L4,L5, S1 y S2
<b>Semimembranoso</b>	Tuberosidad del isquion, porción proximal y externa con respecto al bíceps femoral y semitendinoso	Cara posterointerna de la meseta interna de la tibia	Flexión de rodilla Rotación interna de rodilla	Ciático rama tibial L4, L5, S1 y S2
<b>Sartorio</b>	Espina iliaca anterosuperior y escotadura distal de la espina	Porción proximal de la superficie interna de la tibia, cerca del borde anterior	Flexión de rodilla Rotación interna de rodilla	Crural L2, L3 y L4
<b>Tensor de la fascia lata</b>	Labio externo de la cresta iliaca, superficie externa de la espina ilíaca anterosuperior y fascia lata	Cintilla iliotibial de la fascia lata	Ayuda a la extensión de la rodilla	Glúteo superior L4, L5 y S1

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Acción</b>	<b>Inervación</b>
<b>Recto interno</b>	Mitad inferior de la sínfisis del 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 del sartorio	Flexión de rodilla Rotación interna de rodilla	Obturador L2, L3 y L4
<b>Gemelos</b>	Porción interna: porción proximal y posterior del cóndilo interno del fémur Porción externa: Cóndilo externo y superficie posterior del fémur	Parte media de la superficie posterior del calcáneo	Ayuda a la flexión de rodilla	Tibial S1, S2
<b>Plantar</b>	Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur, superficie poplítea y ligamento poplíteo	Parte posterior del calcáneo	Ayuda a la flexión de rodilla	Tibial L4, L5, S1 y S2
<b>Poplíteo</b>	Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y ligamento poplíteo oblicuo	Área triangular proximal a la línea del sóleo sobre la superficie	Rotación interna de la tibia sobre el fémur (sin carga de peso) Flexión de rodilla	Tibial L4, L5 y S1

Músculo	Origen	Inserción	Acción	Inervación
		posterior de la tibia	Rotación externa del fémur sobre la tibia (con carga)	Refuerza los ligamentos posteriores de la rodilla

**Fuente:** Elaboración propia con información de Kendalls (2007).



Figura 4. Músculos que actúan en la rodilla

Fuente: BioDigital Human

**1.1.2.3 Articulaciones de la rodilla.** La rodilla está conformada por tres articulaciones que se encuentran dentro de una misma cavidad sinovial (Figura 5). Según Tortora y Derrickson en 2018 las articulaciones de la rodilla son:

- Articulación tibiofemoral lateral que se compone por el cóndilo femoral lateral, menisco lateral y cóndilo tibial lateral.
- Articulación tibiofemoral medial formada por cóndilo femoral medial, menisco medial y cóndilo tibial medial.
- Articulación rotulofemoral se encuentra entre la rótula y la carilla rotuliana del fémur.

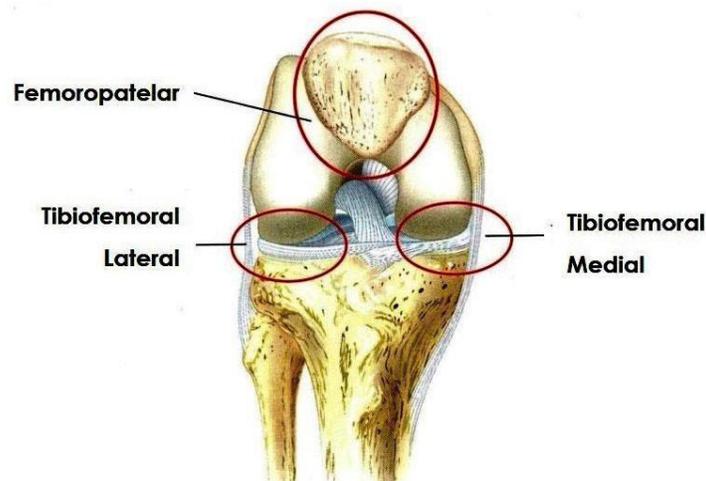


Figura 5. Articulaciones de la rodilla

Recuperado de: <https://tinyurl.com/3dw8dekk>

**1.1.2.4 Componentes articulares de la rodilla.** La rodilla al ser una articulación de tipo sinovial se conforma por ciertas estructuras que caracterizan a este tipo de articulaciones como lo es la cápsula articular, líquido sinovial, las bolsas sinoviales, los meniscos y ligamentos que se describen a continuación según Tortora y Derrickson en 2018:

- La cápsula articular está compuesta por dos membranas, una membrana fibrosa externa formada por tejido conectivo denso irregular siendo esta una continuidad del periostio del hueso. Esta membrana tiende a ser flexible por lo que permite cierta movilidad en la articulación así mismo, tiene una resistencia de tensión que invita la luxación de la

articulación. Además, algunas de las fibras de la membrana fibrosa tienden a engrosarse en algunas zonas formando los ligamentos intraarticulares. Por otro lado, se encuentra la membrana sinovial que es la capa interna compuesta por tejido conectivo areolar con fibras elásticas, esta membrana se encarga de secretar líquido sinovial y evita que este líquido se derrame fuera de ella.

- El líquido sinovial es un líquido que se encuentra dentro de la membrana sinovial, la cual forma una capa sobre las superficies que están dentro de la articulación. Este tiene como función lubricar la zona para evitar la fricción entre las superficies articulares, amortiguar impactos y brindarle nutrientes al cartílago articular.
- Las bolsas o también denominadas bursas son bolsas con líquido sinovial que están situadas en sitios estratégicos para evitar fricciones entre estructuras corporales. En la rodilla encontramos 3 (Figura 6); la bolsa pre-rotuliana que se ubica entre la rótula y la piel, la infrarotuliana situada entre la parte superior de la tibia y el ligamento rotuliano y por último la suprarotuliana entre la parte inferior del fémur y la superficie del cuádriceps femoral.

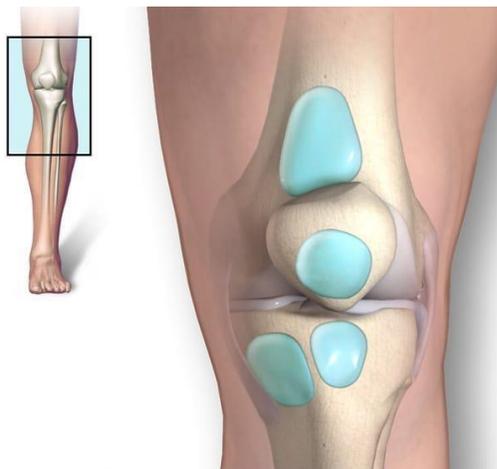


Figura 6. Bursas de la rodilla

Recuperado de: <https://tinyurl.com/ym62sym5>

- La rodilla tiene dos discos de fibrocartílago entre los cóndilos tibiales y femorales llamados meniscos (Figura 7). El menisco medial en forma de C se sitúa en la fosa intercondílea anterior de la tibia, por anterior al ligamento cruzado anterior y se fija en la fosa intercondílea posterior de la tibia donde se une el ligamento cruzado posterior con el menisco lateral. El menisco lateral a diferencia del medial este tiene forma de O incompleta, se fija por delante de la eminencia intercondílea de la tibia en disposición lateral y posterior al ligamento cruzado anterior y por posterior se fija por detrás de la eminencia intercondílea de la tibia por delante al extremo posterior del menisco medial.

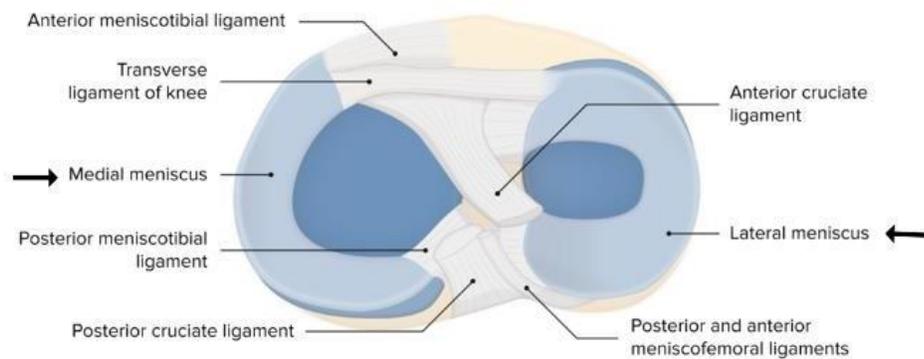


Figura 7. Meniscos

Recuperado de: <https://tinyurl.com/ydt4a72w>

- Los ligamentos son estructuras formadas por fibras de colágeno tipo 1, elastina, proteoglicanos y agua. Son estructuras cortas y anchas que unen un hueso con otro para mantener unida la articulación, su principal función es estabilizar la articulación y limitar movimientos excesivos para evitar lesiones. Es importante conocer que su irrigación y celularidad es escasa por lo que su cicatrización tiende a ser lenta a comparación con otros tejidos (Boyer, 2018).

Moore en 2013 describe cinco ligamentos extracapsulares: ligamento rotuliano, colateral fibular (lateral), colateral tibial (medial), el ligamento poplíteo oblicuo y arqueado. También, describe dos ligamentos intraarticulares: el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior (Figura 8).

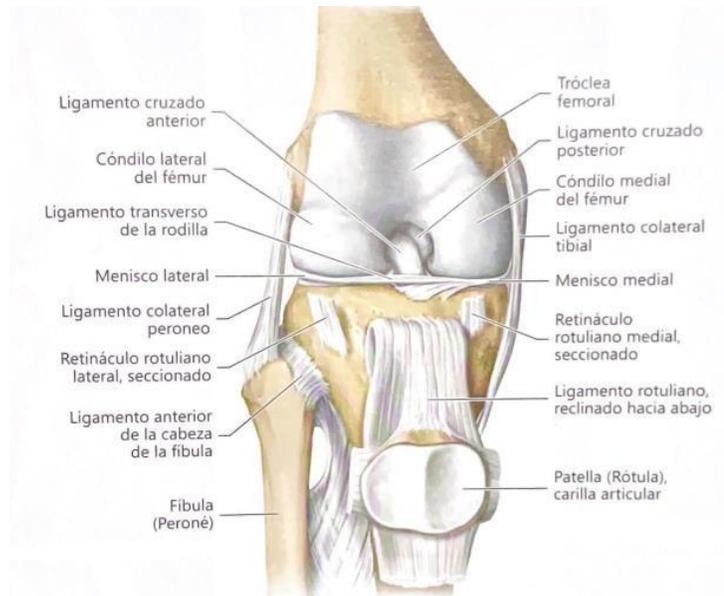


Figura 8. Ligamentos de la rodilla.

Fuente: Morrioni, 2019.

El ligamento cruzado anterior (LCA) y el ligamento cruzado posterior (LCP) son intraarticulares y extrasinoviales, es decir, que se entrecruzan en forma de X dentro de la cápsula articular, pero fuera de la cavidad sinovial. Estos dos ligamentos son los encargados de la mantener las superficies articulares del fémur y de la tibia unidos durante los movimientos de la rodilla (Morrioni, 2019).

El ligamento cruzado anterior se origina en la línea intercondílea anterior de la tibia posterior a la inserción del menisco medial, y se dirige hacia superior, posterior y lateral para insertarse en la parte posterior y medial cóndilo lateral femoral (Figura 9).

El LCA tiene tres funciones importantes según Moore en 2013, limita el rodamiento de los cóndilos femorales con respecto a la tibia durante la flexión, evita el desplazamiento posterior del fémur con respecto a la tibia y la hiperextensión de la rodilla. Este ligamento es más débil que el LCP por eso tiende a lesionarse con más facilidad.



Figura 9. Ligamento cruzado anterior.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/34thwvzk>

### **1.1.3 Biomecánica de la rodilla**

**1.1.3.1 Osteocinématica.** Como se había mencionado anteriormente la rodilla está conformada por dos articulaciones; femorotibial y femoropatelar. Estas articulaciones se clasifican por su estructura como una articulación sinovial y por su funcionalidad como una diartrosis (Tortora y Derrickson, 2018). Además, las articulaciones sinoviales también se clasifican, por lo tanto, la articulación femorotibial es una bicondílea y la femoropatelar es una articulación de tipo troclear (Morrone, 2019).

La articulación femorotibial al ser bicondílea tiene dos grados de libertad de movimiento, el principal es la flexo-extensión el cual se da en un plano sagital con su respectivo eje mediolateral (Figura 10). Además, de manera accesoria se encuentra la rotación tanto interna

como externa de la pierna, el cual se da en un plano transverso en un eje longitudinal. Cabe recalcar, que este movimiento solo aparece cuando la rodilla se encuentra en flexión (Kapandji, 2012).

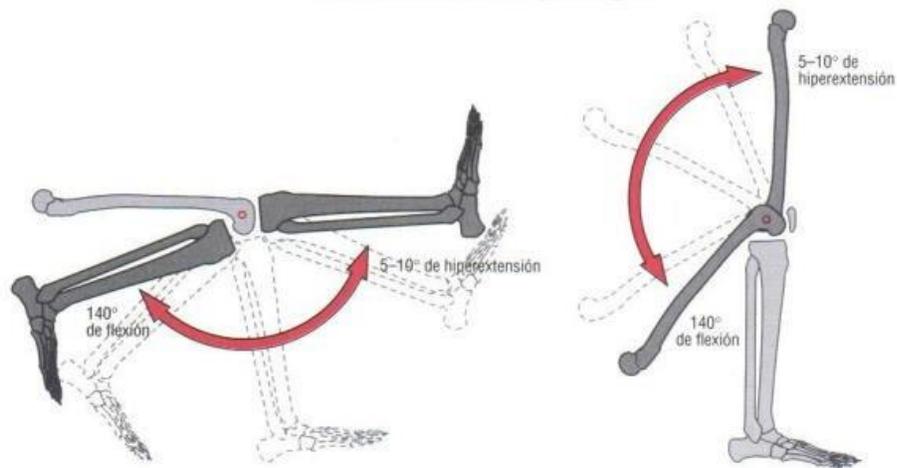


Figura 10. Flexión y extensión de rodilla

Fuente: Newmann 2007.

Según Newman en 2007 la rotación de la rodilla (Figura 11) no se puede dar cuando la pierna está en extensión debido a que esta queda completamente bloqueada gracias a la tensión pasiva de los ligamentos y la congruencia de las estructuras óseas. Además, menciona un tercer movimiento en el plano frontal de abducción y aducción, pero es limitado, aproximadamente de unos 6° a 7° y únicamente se obtiene de forma pasiva.

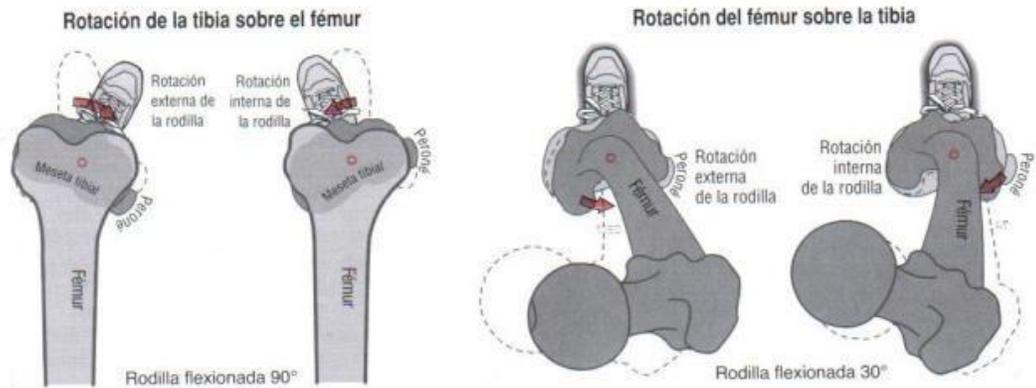


Figura 11. Rotación de rodilla.

Fuente: Newmann 2007.

Por otro lado, la articulación femoropatelar es una articulación sinovial de tipo troclear. Este tipo de articulación solo tiene un grado de libertad, siendo su único movimiento la flexión y extensión, también se da en un plano sagital con su respectivo eje mediolateral (Tortora y Derrickson, 2018).

**1.1.3.2 Rangos de movimiento de la rodilla.** Es el ángulo máximo que se encuentra durante el movimiento de dos segmentos articulares, este se puede medir mediante la goniometría, la cual nos dará los grados de movimiento que la articulación es capaz de moverse (Peña et al., 2017). En la tabla 2 se describen los grados que se consideran normales según Taboadela en 2007.

**Tabla 2** Rangos de movimiento de la rodilla.

<b>Movimiento</b>	<b>Flexión</b>	<b>Extensión activa</b>	<b>Extensión pasiva</b>	<b>Rotación total</b>
Rango de movimiento según la AO	0-150°	0°	0-10°	
Rango de movimiento según la AAOS	0-135°	0°	0-10°	
Rango de movimiento según Newmann				40°-50°

**Fuente:** Elaboración propia con información de Newmann 2007 y Taboadela 2007.

**1.1.3.3 Artrocinemática.** Es de importancia conocer cómo actúan las superficies articulares durante el movimiento. Para entender cómo las estructuras internas de la rodilla se comportan y cómo pueden llegar a dañarse o lesionarse.

Según Newmann en 2007 durante la extensión activa de la tibia con respecto al fémur, la tibia es la que realiza el rodamiento y deslizamiento hacia anterior sobre ambos cóndilos del fémur. En esta acción cuando los cuádriceps se contraen la fuerza de tracción que ejercen es amortiguado por los meniscos. Cuando el movimiento es del fémur sobre la tibia los cóndilos femorales son los que ruedan hacia anterior y se deslizan hacia posterior sobre la tibia, aquí los cuádriceps son los que estabilizan a los meniscos ante el cizallamiento posterior causado por el fémur (Figura 12).

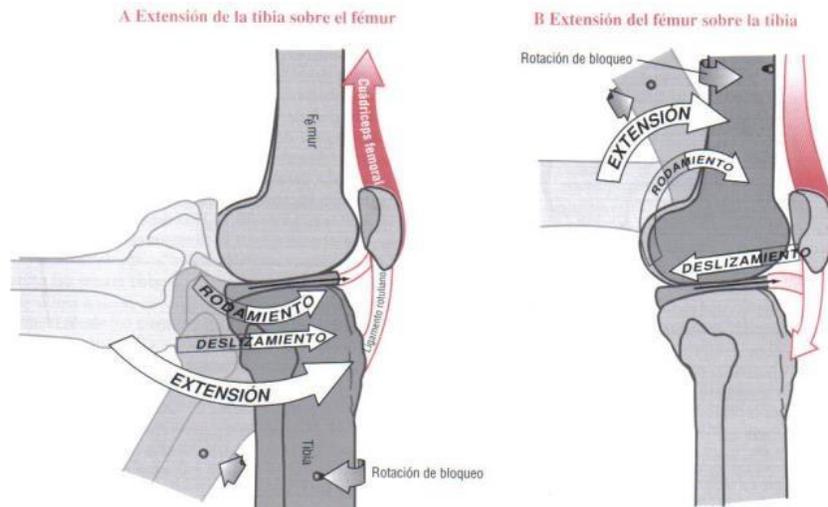


Figura 12. Artrocinemática extensión de rodilla

Fuente: Newmann 2007.

Con respecto al ligamento cruzado anterior según Kapandji en 2012 es el freno de la extensión y el que impide llevar a la hiperextensión la articulación de la rodilla. Por lo que, todas las del LCA se encuentran en tensión y las del ligamento cruzado posterior solo las fibras posterosuperiores están tensas.

Cuando se habla de la flexión de la rodilla el mecanismo es inverso a la extensión, es decir, la rodilla se encuentra en un estado de bloqueo y para desbloquearla la articulación debe rotar de primero. El músculo poplíteo se encarga de esta rotación que permite al fémur rotar externamente para iniciar el movimiento de flexión o rotar internamente a la tibia si el movimiento es de la tibia sobre fémur (Newmann, 2007).

Durante la flexión el ligamento cruzado que se encuentra bajo tensión es el ligamento cruzado posterior. Sin embargo, se ha observado que las fibras anterosuperiores del LCA se encuentran en tensión y las fibras medias e inferiores están distendidas (Kapandji, 2012).

Como se mencionó anteriormente la rodilla también tiene cierto movimiento hacia la rotación cuando se encuentra en flexión. Cuando se habla de la artrocinemática de este movimiento, ocurre una torsión que involucra los meniscos, las superficies articulares de la tibia y al fémur. Esta torsión genera una compresión y deformación de los meniscos los cuales se estabilizan con ayuda del músculo poplíteo y semimembranoso (Newmann, 2007).

Durante la rotación los ligamentos cruzados actúan de forma diferente hacia interno y externo (Figura 13). Cuando ocurre una rotación interna de la tibia sobre el fémur estos se enrollan más el uno con el otro poniéndolos en mayor tensión, lo que genera un mayor acercamiento entre tibia y fémur. Esto provoca que la rotación interna sea limitada y se bloquee con más rapidez. Con la rotación externa ocurre lo contrario, los ligamentos se desenrollan y quedan de forma paralela y separan las superficies articulares. Por lo tanto, la rotación externa no está limitada por la tensión de dichos ligamentos (Kapandji, 2012).

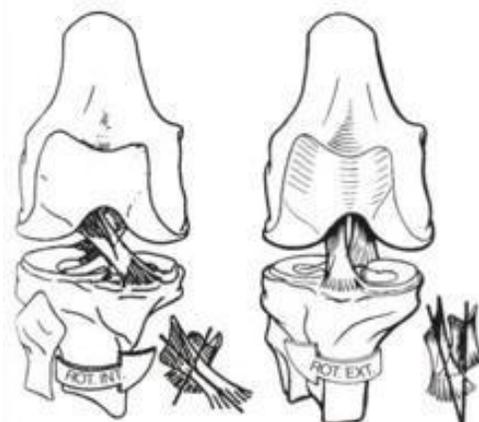


Figura 13. Ligamentos cruzados en rotación de rodilla.

Fuente: Kapandji, 2012.

Por otro lado, la articulación femorrotuliana durante la flexión y extensión, la superficie articular que se desliza es la rótula (Figura 14). Cuando es flexión tibia sobre fémur la rótula

se desliza sobre el fémur y cuando es flexión fémur sobre tibia es viceversa. También se observa que dependiendo del grado de flexión de la rodilla cambian los puntos de contacto de la rótula sobre el fémur. Cuando la rodilla está extendida el punto de mayor contacto de la rótula es el polo inferior, en flexión de 90° el punto de contacto se encuentra en el centro de la rótula y cuando hay una flexión de 135° el punto de contacto es mayor en el polo superior (Newmann, 2007).

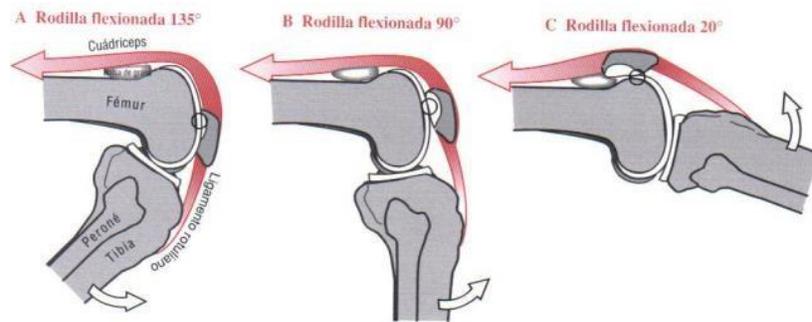


Figura 14. Deslizamiento de la rótula.

Fuente: Newmann 2007.

## 1.1.4 Ruptura de ligamento

**1.1.4.1 Definición.** La ruptura de un ligamento es aquella lesión en donde se pierde la continuidad de las fibras de colágeno que posee dicha estructura (Figura 15). Esto se debe a que existe una carga que sobrepasa la capacidad de resistencia del ligamento, al no ser capaz de aguantarla este cede y se rompe (Saló, 2016).

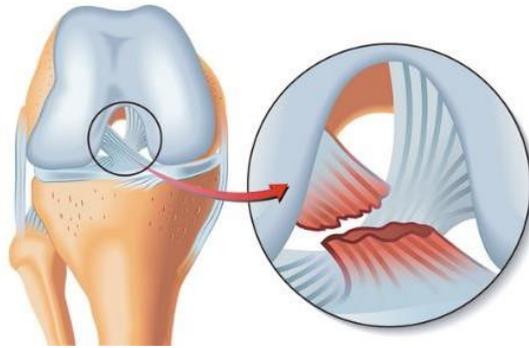


Figura 15. Ruptura de LCA

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2p89zbve>

**1.1.4.2 Fisiopatología.** El ligamento posee una propiedad viscoelástica, es decir, puede disipar y almacenar energía mecánica de deformación, además son estructuras flexibles que permiten los movimientos naturales de las articulaciones y a su vez son lo suficientemente fuertes para brindar una resistencia favorable ante las diversas cargas a las que es sometido el ligamento (Nordin, 2013).

Cuando el ligamento es sometido a una carga a la cual no puede resistir ocurre la ruptura de sus fibras, antes de llegar al punto de ruptura el ligamento pasa por cuatro fases que se pueden representar en una gráfica llamada curva de fuerza-elongación (Figura 16). La primera fase es una elongación rápida del ligamento ante una fuerza pequeña, hay un cambio en las fibras de colágeno de un estado ondulado de relajación a uno lineal de tensión o elongación. A medida que la carga aumenta, da paso a la segunda fase en donde hay un incremento de la elongación, volviendo al tejido más rígido, iniciando su deformación. En la fase tres, inicia el colapso de las fibras de colágeno. Por último, se llega a la cuarta fase en donde se da la ruptura completa de las fibras de colágeno, debido a que el ligamento pierde la capacidad de resistencia ante las cargas. (Sáez y Arribas, 2014).

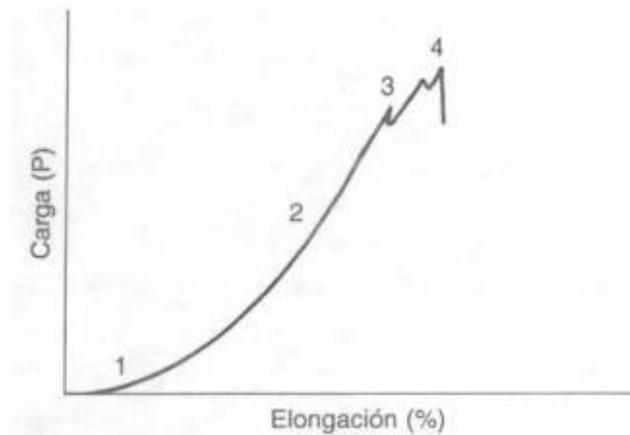


Figura 16. Curva fuerza-elongación.

Fuente. Nordin, 2004.

La ruptura del ligamento cruzado anterior generalmente se da a nivel central, por lo que el ligamento al ser un tejido poco vascularizado y de escasa celularidad no cicatriza por sí solo, debido a esta característica es necesaria la reconstrucción del mismo. Posterior a la reconstrucción del ligamento este pasa por un proceso denominado ligamentización (Thomopoulos, 2018).

La ligamentización es el proceso en donde ocurren los cambios biológicos que se dan en la región intraarticular del injerto. Este proceso consta de tres fases; cicatrización temprana, proliferación y fase de maduración o también conocida como ligamentización. (Yao, Fu y Yung, 2021).

La cicatrización temprana es la primera fase del proceso de reparación del injerto de ligamento (Figura 17), abarca desde el día de la reconstrucción hasta la cuarta semana postoperatoria. Esta fase se caracteriza por la hipocelularidad y necrosis avascular en el centro del injerto, mientras que en la periferia del injerto hay una mayor cantidad de células

provenientes del líquido sinovial, a pesar del comienzo de la desintegración de las fibras de colágeno esta no pierde su estructura general de ondulación (Janssen y Scheffler, 2014).

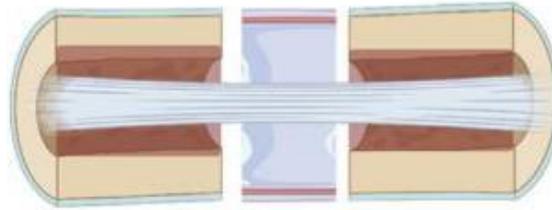


Figura 17. Fase de cicatrización temprana.

Fuente: Yao et al., 2021.

Luego del proceso de necrosis avascular llega la revascularización en la segunda fase llamada proliferación (Figura 18). Según Janssen y Scheffler en 2014 determinan que esta fase se da entre la cuarta y doceava semana. En esta fase se observa una mayor población celular y una remodelación de la matriz, el aumento celular se da gracias a que durante la necrosis avascular se liberan factores de crecimiento que ayudan a la estimulación de la migración y proliferación celular además de la síntesis y revascularización de la matriz extracelular. También hay un aumento de fibroblastos encargados de la restauración de la tensión que será necesaria para la siguiente fase. Si fuese un autoinjerto hueso-tendón-hueso también hay un aumento de osteoprogenitores para la cicatrización hueso con hueso (Yao et al., 2021).

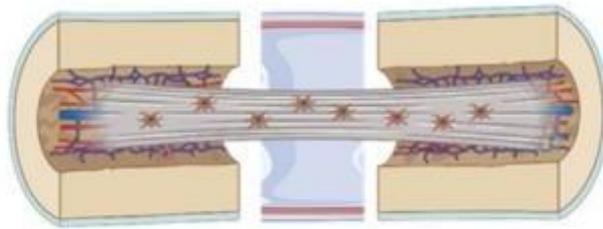


Figura 18. Fase de proliferación.

Fuente: Yao et al., 2021

Por último, viene la fase de maduración o ligamentización (Figura 19). Esta fase se enfoca en recuperar por completo la morfología y las propiedades mecánicas del ligamento y de la articulación de la rodilla como tal. El tiempo de duración de esta fase es variable, sin embargo, a partir de la doceava semana el injerto ya posee una resistencia mecánica que alcanzará su máxima recuperación alrededor de un año posterior a la cirugía al igual que todas las propiedades mecánicas del ligamento (Janssen y Scheffler, 2014).

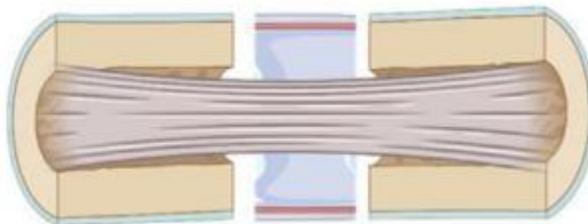


Figura 19. Fase de maduración

Fuente: Yao et al., 2021.

**1.1.4.3 Manifestaciones clínicas.** Varios autores concuerdan con la sintomatología que se presenta a la hora de sufrir una ruptura de LCA. La principal manifestación clínica se da en

el momento de la lesión, los pacientes refieren que escuchan un clic o pop, además de sentir como la articulación de la rodilla cede y el LCA pierde la tensión que brinda estabilidad a la articulación (Evans y Nielson, 2022). Posterior a ello, el paciente siente dolor general en el área de la rodilla, se observa una inflamación inmediata en la línea articular de la rodilla (Rodríguez et al., 2021). También, puede existir un derrame de líquido sinovial debido a la lesión intracapsular. Otros síntomas son: sensibilidad en la línea de la articulación, disminución o pérdida del rango de movimiento y sobre todo inestabilidad tanto a la hora de caminar como en el momento de la descarga de peso sobre la extremidad afectada (Valderrama et al., 2017).

***1.1.4.4 Clasificación de las lesiones ligamentosas.*** Según la *American Academy of Orthopedic Surgeons* (2016), las lesiones ligamentosas se pueden clasificar según su gravedad en tres estadios (Figura 20):

- Grado I: es una lesión leve por el estiramiento y daño mínimo de las fibras del ligamento.
- Grado II: lesión moderada en donde ocurre un desgarro microscópico o parcial del ligamento en donde se superan los límites de elasticidad del mismo, dándole una laxitud anormal a la articulación.
- Grado III: lesión grave en donde las fibras del ligamento se desgarran por completo, lo que genera una inestabilidad significativa causando una limitación funcional.

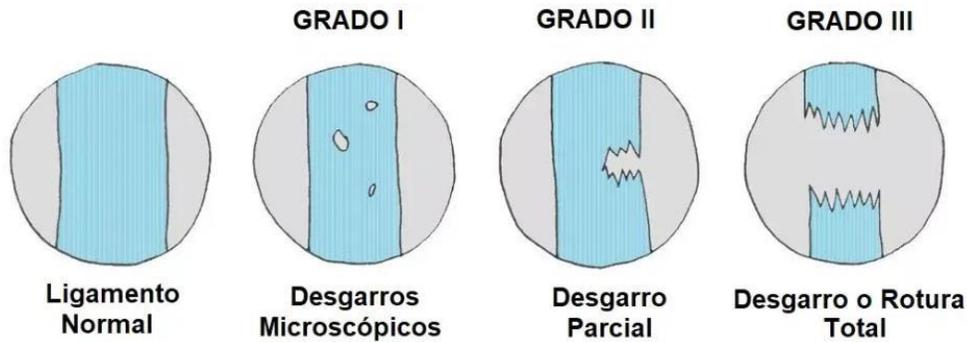


Figura 20. Clasificación de las lesiones de ligamento.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2mnxcs6a>

**1.1.4.5 Etiología.** Álvarez, Gómez y Pachano (2018) mencionan que existen dos tipos de mecanismos de lesión para la ruptura de LCA; el mecanismo por contacto que hace referencia a un traumatismo o golpe, siendo este el menos usual y el mecanismo sin contacto que es el más común.

Los mecanismos sin contacto que pueden generar una lesión de LCA en el fútbol ocurren cuando la biomecánica natural de la rodilla sobrepasa sus límites en movimientos como, rotación interna, excesivo valgo de rodilla (Figura 21), y caída en hiperextensión en el aterrizaje de un salto. Estos movimientos se pueden observar en diferentes acciones en el fútbol como, por ejemplo: desaceleraciones bruscas, cambios de dirección en un desmarque y caídas en una pierna luego de un salto para cabecear el balón. Por lo general el colapso ligamentario se da cuando el pie queda fijo en la superficie mientras que el resto del cuerpo del futbolista continúa la acción o en el salto por la fuerza de reacción del suelo ante el aterrizaje (Vandi, 2019).

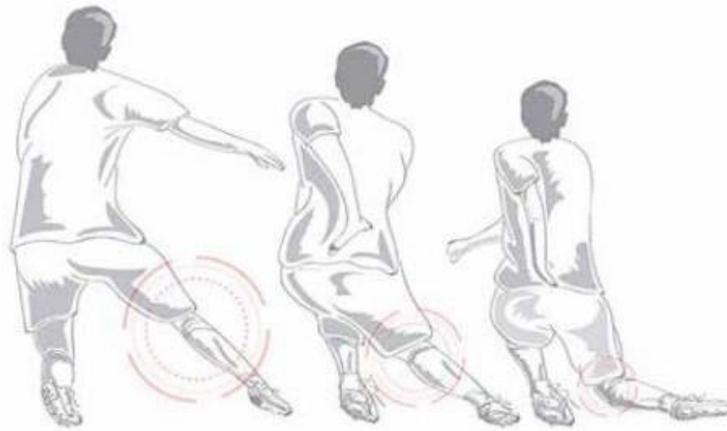


Figura 21. Mecanismo de lesión en valgo de LCA.

Fuente: Álvarez et al, 2018

**1.1.4.6 Factores de riesgo.** Estos factores se pueden dividir en dos: los no modificables y los modificables. En los factores de riesgo no modificables podemos encontrar factores: anatómicos, genéticos y referentes al género. Por otro lado, en los factores modificables se encuentra: el clima, terreno de juego y tipo de taco en el calzado.

- Factores de riesgo no modificables
  - Como factores de riesgo anatómicos para la lesión del ligamento cruzado anterior encontramos la forma de la fosa intercondílea, cuando esta estructura es más estrecha se asocia a un LCA más pequeño y débil, además de causar un mayor alargamiento en casos de alta tensión. Otra de las formas de la fosa intercondílea es la forma en A (Figura 22), ya que puede causar un pinzamiento entre el borde medial del cóndilo femoral externo y el LCA durante el estrés en valgo y también entre la parte superior del surco intercondíleo y el LCA cuando está en hiperextensión (Cena et al., 2019).

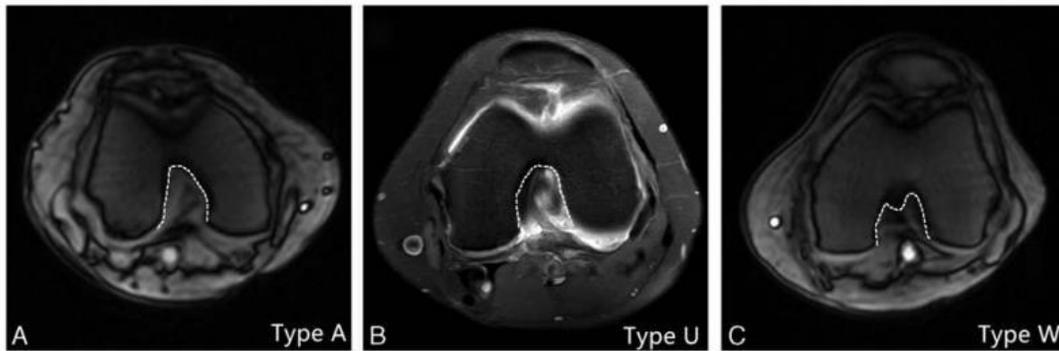


Figura 22. Formas de la fosa intercondílea.

Fuente: Chen et al, 2016.

- Otro factor de riesgo anatómico es el ángulo Q aumentado. El ángulo Q es aquel que se forma a partir de una línea que va de la espina ilíaca anterosuperior hacia el centro de la rótula y otra línea que va alineada desde el centro de la rótula hacia la tuberosidad de la tibia (Figura 23). Cuando este ángulo se ve aumentado hay una alteración biomecánica del miembro inferior, generando mayor estrés mecánico en valgo de rodilla tanto estático como dinámico. También se ha observado que la alteración en hiperpronación de tobillo es un factor de riesgo para la lesión del LCA. Esto se debe a que hay una alteración biomecánica en donde la tibia se encuentra en mayor rotación interna. Otros factores de riesgo pueden ser la laxitud articular el cual se describe más adelante en los factores de riesgo por género (Viñao, 2016).

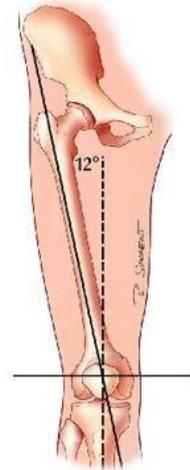


Figura 23. Ángulo Q

Recuperado de: <https://tinyurl.com/45yttch7>

- Según Cena et al. (2019) algunos factores de riesgo asociados al género se deben a diferencias anatómicas y factores hormonales que hay entre mujeres y hombres. Entre los principales factores de riesgo se puede observar la laxitud articular, esta tiende a ser mayor en mujeres tanto hacia anterior como hacia valgo de rodilla, mientras que en hombres se observa una mayor rigidez interna, así como hacia valgo y varo de rodilla. Un factor que ha llamado la atención de los investigadores es la mayor tendencia de lesión del LCA en las mujeres, por lo que se sospecha que las hormonas sexuales son un factor influyente. Sin embargo, aún hay mucha variación de información ya que se ha intentado relacionar la lesión con etapas específicas del ciclo menstrual en mujeres. Aun así, se ha podido concluir que las variaciones de los niveles hormonales pueden influir en la laxitud de la articulación.

- Factores de riesgo modificables

- El factor neuromuscular es un factor de riesgo no modificable, este abarca los patrones de movimientos alterados, desequilibrios entre musculatura agonista y antagonista tanto en su activación como en la fuerza de los músculos. El factor que predomina en esta área es el desequilibrio entre la fuerza de contracción de los cuádriceps sobre los isquiotibiales, causando un mayor desplazamiento hacia anterior de la tibia con respecto al fémur, los movimientos en donde el LCA se ve más propenso a la ruptura son en los aterrizajes y cambios bruscos de dirección (Viñao, 2016).
- El estado meteorológico también es un factor de riesgo, cuando el clima es muy seco causa un aumento del coeficiente de fricción entre el calzado y el suelo. Por otro lado, el césped húmedo cambia este coeficiente de fricción disminuyéndolo (Cena et al., 2019). También en el estudio realizado por Peredo, Marín y Mecías (2021) el tipo de terreno de juego también es un factor de riesgo modificable, ellos demostraron que el 87% de los jugadores sufren lesión del LCA cuando juegan sobre hierba artificial en comparación con hierba natural quienes representan el 13% restante.
- Además, el tipo de tacos que utilizan los jugadores también es un factor de riesgo, específicamente los que utilizan *artificial ground* y *firm ground* (Figura 24). Los tacos son las protuberancias que se encuentran en la suela de la bota de fútbol, su objetivo es brindar mayor tracción y fuerza de agarre entre la bota y la superficie de juego, así el jugador no resbalará y correrá con mayor velocidad. Sin embargo, los tacos al encontrarse clavados en la superficie ocasionan una fuerza contraria a la dirección que el jugador se dirige, por lo que a mayor tracción de los tacos es mayor el riesgo de lesión del jugador

debido a que es más fácil que el taco junto con el pie quede clavado en el césped mientras que el jugador continúa con su movimiento (Páez, 2020).



Figura 24. Tipos de tacos

Fuente: Páez, 2020.

**Tabla 3** Característica de los tacos

Característica del taco		Mayor tracción	Menor tracción
Cantidad	Más tacos		X
	Menos tacos	X	
Altura	Mayor altura	X	
	Menor altura		X
Colocación de los tacos	Simétrico		X
	Asimétrico	X	
Forma de los tacos	Alargada	X	
	Cilíndrica		X
Material	Aluminio	X	
	Polimérico		X

**Fuente:** Elaboración propia con información de Páez 2020.

**1.1.4.7 Epidemiología.** Según Monroy (2017) en la liga mayor de fútbol nacional guatemalteco en la temporada 2016-2017, la región anatómica más afectada por las lesiones es

la rodilla con el 30% de los casos. La ruptura ligamentosa representó el 3% de las lesiones en la rodilla y específicamente en el LCA la incidencia fue del 2%. Además, se evaluó el porcentaje de lesiones que se han dado por contacto y sin contacto, representan el 52% y 48% respectivamente. Otro dato relevante es la edad en la que estos pacientes son más susceptibles a presentar lesiones, en la liga mayor de fútbol nacional guatemalteco para formar parte del plantel el futbolista debe ser mayor de 18 años, por lo que las edades con mayor tendencia a sufrir lesiones fueron de 20 a 35 años.

Así mismo, en la CONMEBOL Copa América, el torneo de fútbol masculino en América del Sur. Se siguieron las lesiones que se sufrieron en la temporada del 2021. En donde se jugaron 28 partidos con la participación de 250 futbolistas. Se contaron 26 lesiones, de las cuales en miembro inferior se repartieron en: dos en cadera, tres en rodilla, cinco en muslo, tres en pierna y cuatro en tobillo y pie, el resto se dieron en el miembro superior. De las tres lesiones que se dieron en la región de la rodilla 1 fue por ruptura de ligamento cruzado anterior (AATD, 2021).

Por otro lado, a nivel europeo en un estudio donde se siguió a 78 clubs de 16 países durante 14 temporadas, la incidencia de lesión fue de 0.066, con 157 lesiones de LCA en 149 jugadores, se contaron 6 re rupturas y dos rupturas contralaterales. Como método de tratamiento ante estas lesiones se realizaron 138 reconstrucciones de 140. Además, la edad media de los jugadores que sufrieron ruptura fue de 24 años (Walden et al., 2016).

Además, Peña en 2021 menciona que la tasa de lesiones en futbolistas es de 8.1 lesiones por 1000 horas de exposición, siendo las extremidades inferiores con una tasa de 6.8 lesiones por 1000 horas de exposición las más afectadas. Con respecto a las lesiones en esta zona de la más a la menos afectadas son: muslo, rodilla, tobillo, cadera e ingle, pierna, tendón de Aquiles

y pies. Por último, en el tipo de lesiones más común las articulares y ligamentosas se encuentran en el cuarto lugar con una tasa del 0.4 por 1000 horas de exposición.

**1.1.4.8 Diagnóstico.** Para realizar un buen diagnóstico de la lesión por ruptura de LCA es necesaria una buena anamnesis, exploración física detallada y siempre con el apoyo de una prueba de imagen. La prueba de imagen más utilizada para el diagnóstico de una lesión de LCA es la resonancia magnética (Figura 25), esto se debe a que es un examen no invasivo y muy efectivo con una sensibilidad del 86% y una especificidad del 95%, además de que ayuda a detectar o descartar otras lesiones en las estructuras articulares (Zhao et al., 2020). Por otro lado, el uso de rayos x en este tipo de lesión únicamente ayuda a descartar otro tipo de lesiones a nivel óseo, es decir, una avulsión de la espina tibial anterior o del cóndilo femoral lateral (Vadillo y Zamora, 2014).



Figura 25. Resonancia magnética ruptura LCA.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/3hcbj6xh>

Además de los estudios de imagen también se utilizan test o pruebas funcionales para el diagnóstico de esta lesión. Las más utilizadas son: el test de Lachman y la prueba de cajón

anterior. Generalmente el test de Lachman se considera la mejor prueba para la valoración de la integración del LCA ya que tiene una sensibilidad del 87% y una especificidad del 93%, en comparación con la prueba del cajón anterior que cuenta con una sensibilidad del 48% y especificidad del 93% (Coffey y Bordoni, 2022).

El test de Lachman tiene como objetivo la valoración de la inestabilidad del LCA. Para poder realizar el test el paciente debe ubicarse en decúbito supino, la rodilla afectada se coloca en un rango de 20° a 30° de flexión. El examinador debe fijar con una mano el fémur y con la otra mano colocada sobre la tibia realiza la tracción hacia anterior de la tibia (Figura 26). El test se considera positivo si hay un desplazamiento excesivo de la tibia hacia anterior con respecto al fémur. Es recomendable realizar la comparación del desplazamiento de la tibia hacia anterior de la rodilla afecta con la rodilla no lesionada (Coffey y Bordoni, 2022).

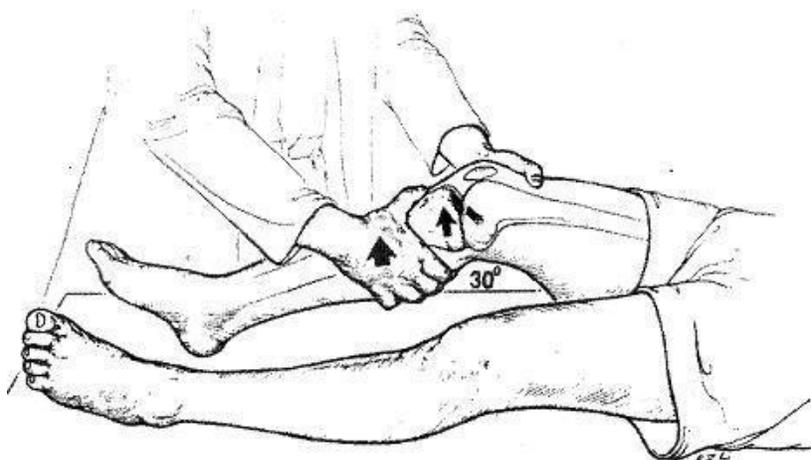


Figura 26. Test de Lachman.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/m6u52xpx>

La prueba del cajón anterior se realiza con el paciente en decúbito supino, con la rodilla a evaluar en flexión de 90° y la cadera en flexión de 45° (Figura 27). El examinador colocará sus

manos en la pierna del paciente colocando los pulgares por la parte anterior de la tibia y el resto de los dedos en la parte inferior del hueco poplíteo. Para la ejecución de igual forma se realiza una fuerza hacia anterior para valorar el desplazamiento hacia anterior de la tibia con respecto al fémur (Trujillo, 2019).

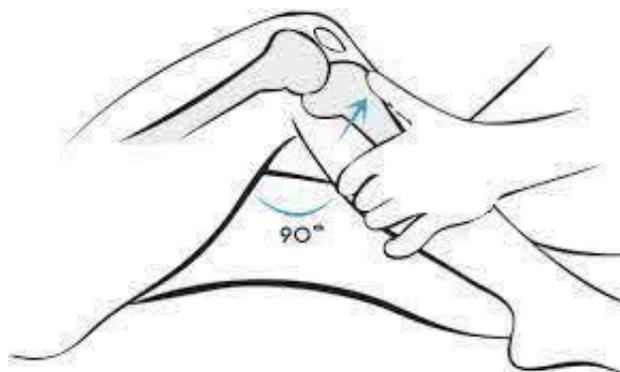


Figura 27. Prueba de cajón anterior.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yem2rjhx>

**1.1.4.8 Tratamiento médico.** Cuando ocurre una ruptura de ligamento cruzado anterior se debe tomar en cuenta el estilo de vida del paciente para recomendar un tratamiento ya sea conservador o quirúrgico. Según Ayala, García y Alcocer (2014) mencionan que en un tratamiento conservador se debe aceptar un grado de limitación en la actividad del paciente, es decir, se deben evitar movimientos de giros, recortes y saltos, por lo cual, para los futbolistas con una ruptura de LCA el tratamiento conservado no es una opción. Esto se debe a la cantidad de actividad deportiva que realizan, es por ello que se someten al tratamiento quirúrgico.

El tratamiento quirúrgico consiste en la reconstrucción del ligamento mediante un injerto. Los injertos se pueden dividir en dos tipos: autoinjertos y aloinjertos. Según la Real Academia Española, los autoinjertos son aquellos en donde el individuo es el donante y el receptor. Por

otro lado, los aloinjertos provienen de otro individuo que no es el receptor, sin embargo, un factor de preocupación de este tipo de injertos es la transmisión de enfermedades y una respuesta negativa del sistema inmunológico hacia el injerto (Duchman, Lynch y Spindler, 2016).

A continuación, se describirán los tipos de autoinjertos que se utilizan en la actualidad según Calvo et al (2017):

- El injerto de tendón rotuliano ha sido el estándar de oro para la reconstrucción del LCA. Este autoinjerto se obtiene mediante la recolección del tercio central del tendón rotuliano con una porción del hueso de la rótula y de la tuberosidad de la tibia (Figura 28). Una de las ventajas de este tipo de autoinjerto es el tiempo de incorporación más temprana, siendo esta de 6 semanas gracias a que la consolidación hueso-hueso es mejor que la de un tejido blando-hueso. Además, permite un retorno deportivo precoz debido a que permite una rehabilitación más intensa. Así mismo, se pueden presentar algunos riesgos como, por ejemplo: daño al cartílago articular, rotura tendinosa, fractura de la rótula y fractura por fatiga de la tibia.



Figura 28. Autoinjerto de tendón rotuliano

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yc6nrhnx>

- El autoinjerto de los tendones flexores puede ser del músculo semitendinoso o del recto interno (Figura 29). Algunas ventajas de este autoinjerto es la resistencia biomecánica al utilizarlo en una técnica cuádruple y menor dolor en la zona donde fue recolectado el injerto. Con respecto a sus desventajas es importante tomar en cuenta que la adhesión de tendón-hueso es más lenta siendo aproximadamente de 12 semanas y que existe una mayor probabilidad de recidiva si el diámetro del injerto es menor a 8mm.



Figura 29. Autoinjerto tendones flexores

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2p8nr3r9>

**1.1.5 Pronóstico.** El pronóstico de la ruptura de LCA dependerá del tratamiento por el que se opte, ya sea conservador o quirúrgico. Según Monk et al en 2016 los pacientes activos que recibieron tratamiento conservador entre dos y cinco años posterior a la lesión se sometieron a la cirugía, ya que, aún presentaban sintomatología.

Por otro lado, los pacientes que se han sometido a cirugía de reconstrucción de LCA con autoinjerto de tendón han tenido mejores resultados funcionales, no presentan cambios

degenerativos en la articulación, además de presentar una tasa de re ruptura significativamente menor que los isquiotibiales, pero una de las secuelas que queda en este tipo de reconstrucción es el dolor anterior de la rodilla. En comparación con el autoinjerto de tendones flexores, presentan una tasa de fracaso menor, con menor laxitud y mayor satisfacción del paciente en comparación con el rotuliano, también es más probable que se dé un retorno deportivo al mismo nivel previo a la lesión y este autoinjerto se ha asociado a una debilidad de flexora de la rodilla en el postoperatorio (Calvo et al., 2017).

## **1.2 Antecedentes Específicos**

### **1.2.1 Tratamiento fisioterapéutico**

*1.2.1.1 Agentes físicos.* En la rehabilitación se utilizan elementos físicos naturales y artificiales que tienen efecto en los procesos biológicos del cuerpo humano. Entre los agentes físicos se encuentra, el calor, frío, presión, corrientes eléctricas, ultrasonido, láser, radiación electromagnética entre otros. El efecto que tienen estos agentes son directos sobre la sintomatología como el dolor, inflamación, edema, en la remodelación de estructuras lesionadas etc (Camerón, 2018).

Según Coronado en 2017 en las primeras fases postoperatorias se utilizan con mayor frecuencia los agentes físicos. Por ejemplo, en los primeros días postoperatorios es necesario el control de edema o inflamación, dolor y la prevención de atrofia. Para ello, se pueden utilizar diferentes agentes:

- La crioterapia ayudará al control del dolor y de la inflamación en los primeros días, su aplicación será cada 4 horas de 8 a 10 minutos. Posterior a ello, se irá observando la evolución de la lesión para su aplicación.

- La compresión mediante un vendaje compresivo también ayudará al control de edema, inflamación y para mejorar la circulación, se utilizará los primeros 4 a 5 días posterior a la cirugía.
- Las corrientes analgésicas como el TENS con una frecuencia de 80 a 120 Hz se recomienda para el control del dolor. Al igual que el láser puntual con una dosificación de 2 a 8 J/cm<sup>2</sup>.
- Las corrientes rusas con un ciclo de trabajo del 50% con frecuencia de 50Hz y con tiempo variable se recomienda para prevención de atrofia muscular tanto de los isquiotibiales como del cuádriceps.
- La aplicación de la magnetoterapia también puede ser de mucha utilidad para mejorar la circulación, mejora sobre metabolismo de colágeno sobre los tejidos además de antiinflamatorio y analgésico. Se puede utilizar con baja frecuencia de 20 a 50 Gaus y pulsado al 20%.

**1.2.1.2 Ejercicio terapéutico.** Es aquella actividad física planifica y sistematizada que tiene como principal objetivo obtener, mantener y/o mejorar la movilidad y funcionalidad de forma asintomática en los pacientes con algún tipo de alteración o lesión. El programa de ejercicios debe ir acorde a las necesidades del paciente y se deben plantear objetivos dependiendo de lo que se pretende mejorar con el paciente como, por ejemplo: la fuerza, movilidad, flexibilidad, coordinación, resistencia, propiocepción etc (Kisner y Allen, 2005).

Es indispensable que en la primera fase postoperatoria de la reconstrucción de LCA se recupere la extensión de la rodilla, esto se puede lograr con ejercicios de amplitud del movimiento, siendo esta la cinesiterapia activa y activo asistida para ganar el rango completo. También es importante la pronta activación de la musculatura con ejercicios de fortalecimiento

con contracciones isométricas en las primeras 4 semanas, tanto de la musculatura extensora como de la musculatura flexora de la rodilla. Su dosificación, mantener la contracción durante 5 a 10 segundos, relajar 5 segundos y repetirlo durante 2 o 3 minutos (Bautista, 2016).

A partir de la quinta semana, se puede iniciar con ejercicios isocinéticos y de cadena cinética cerrada. Además de ejercicios excéntricos para isquiotibiales, ejercicios isotónicos para musculatura como cuádriceps, aductores e isquiotibiales para mantener el trofismo de los mismos. Así mismo, es importante los ejercicios de reeducación de la marcha. Por otro lado, es necesaria la recuperación de la estabilidad y equilibrio por medio de los ejercicios de propiocepción, estos se pueden empezar a realizar desde la semana 2 y se continúan trabajando a lo largo de la recuperación de la lesión (Coronado, 2017).

Posteriormente a tener el rango de movimiento completo, fuerza en la musculatura adyacente a la rodilla y una propiocepción favorable, se inicia con los ejercicios de readaptación al deporte en donde se corrigen movimientos de compensación y afinar los gestos deportivos para evitar una recidiva y también para que el jugador se sienta con mayor seguridad a la hora del retorno al juego (Entrena, Rincón y Rosas, 2018).

### **1.2.3 Propiocepción.**

*1.2.3.1 Definición.* El término propiocepción fue descrito por primera vez en 1906 por el médico neurofisiológico Charles Sherrington, él lo define como “la conciencia del movimiento y la postura derivados de los músculos, tendones y articulaciones”. (Kaya, Yertutanol y Çalik, 2018, p.3).

El movimiento de las partes del cuerpo está regulado por dos sistemas, el sistema somatosensorial que se encarga de recibir la información de los sentidos somáticos como: el

tacto, la presión, la vibración y la propiocepción, esto es gracias a los receptores sensoriales que existen en el cuerpo. Por otro lado, el sistema sensoriomotor influye en la respuesta eferente que se les da a las estructuras corporales para generar movimiento. El trabajo en conjunto de estos dos sistemas es indispensable para una propiocepción efectiva (Kaya et al, 2018).

La propiocepción tiene como funciones la regulación tanto del rango y dirección articular durante los movimientos, además, de las respuestas reflejas que actúan como un sistema de defensa ante lesiones, desarrollo del esquema corporal, equilibrio y coordinación en los movimientos. La propiocepción en óptimas condiciones brinda agilidad durante los movimientos. Es decir, da mayor precisión, rapidez y secuencias apropiadas, integradas, automáticas e incluso pueden volverse inconscientes. Cuando ocurre una lesión articular la propiocepción se encuentra alterada ya que se produce una disminución en la información propioceptiva que recibe la persona. Por ello, se recomienda el entrenamiento propioceptivo debido a que este produce una mejora en el movimiento, la estabilidad articular y evita recidivas de la lesión (Tarantino, 2021).

**1.2.3.2 Receptores sensoriales.** Anteriormente se mencionaron los receptores sensoriales, se conocen diferentes tipos de receptores que se activan ante el estímulo que reciben como, por ejemplo: termorreceptores, quimiorreceptores, fotorreceptores, nociceptores, osmorreceptores y mecanorreceptores. Los mecanorreceptores son los que se encargan de recibir o detectan la información mecánica como el tacto, la presión, vibración, propiocepción etc. A los mecanorreceptores encargados de la propiocepción se conocen como propioceptores estos son; los husos musculares, órganos tendinosos de Golgi, terminaciones

de Ruffini, corpúsculos de Pacini y terminaciones tipo Golgi. A continuación, se describen los propioceptores según Kaya et al 2018 y Tortora 2018:

- Los husos musculares (Figura 30) son receptores que se ubican en los músculos y su función principal es brindar información sobre la longitud muscular, grado de estiramiento y de estimulación mecánica además de la velocidad con la que el músculo se estira durante el movimiento.

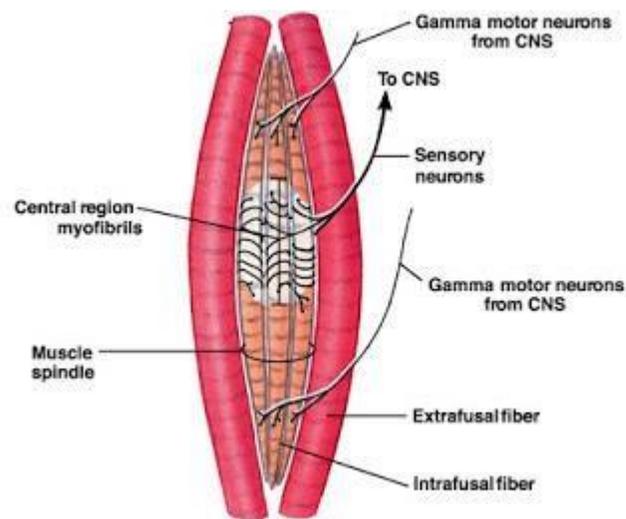


Figura 30. Huso muscular

Recuperado de: <https://tinyurl.com/4u9cj2hy>

- Los órganos tendinosos de Golgi (OTG) son receptores propioceptivos que se ubican en los tendones de los músculos, cuando estos receptores se tensan en exceso la corteza motora se encarga de inhibir la contracción muscular para evitar lesiones, a esta acción se le conoce como reflejo miotático inverso. Los OTG (Figura 31) actúan sobre la regulación del movimiento gracias a su conexión con el cerebelo mediante las vías aferentes como el tracto espinocerebeloso dorsal y ventral.

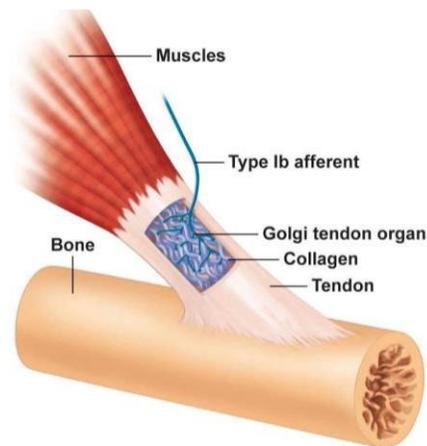


Figura 31. Órgano tendinoso de Golgi

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yfmwexfp>

- Las terminaciones de Ruffini (Figura 32) son receptores que se activan durante el movimiento articular controlan la rigidez y la preparación del músculo adyacentes a la articulación. Este receptor responde ante las cargas axiales y la tensión ejercida sobre el ligamento. Se caracterizan por ser de adaptación lenta y de umbral bajo.
- Los corpúsculos de Pacini (Figura 32) son sensibles a los cambios mecánicos de aceleración, desaceleración, movimientos rápidos y presión profunda. Estos se ubican en las capas profundas de la piel y cerca de los OTG, son de adaptación rápida y umbral alto.

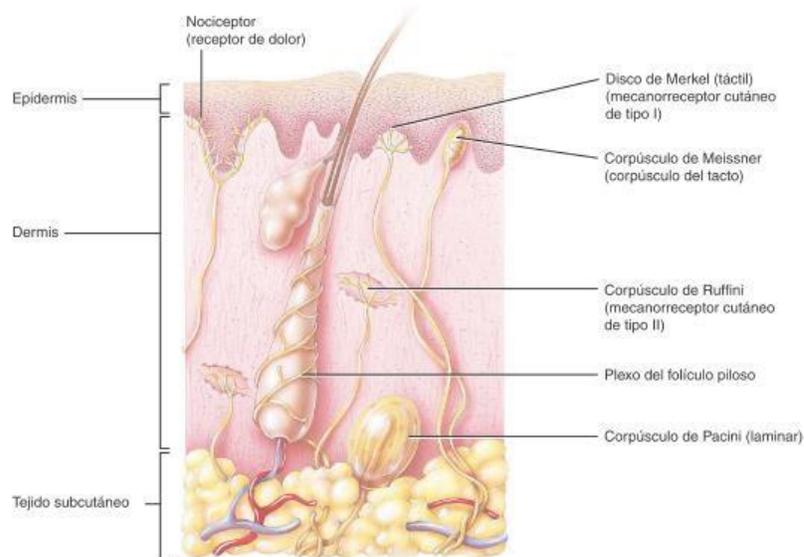


Figura 32. Receptores Ruffini y Pacini

Fuente: Tortora y Derrickson 2018.

- Las terminaciones tipo Golgi son receptores similares a las terminaciones de Ruffini con la diferencia en que controlan a la tensión de los ligamentos en los últimos grados de movimiento articular y durante el reposo se encuentran inactivos.

Estos receptores tienen una función muy importante ya que son los que se encargan de recibir la información durante el movimiento y la tensión articular e indicar si esta es normal o superior a ella. Esta información es llevada al sistema nervioso central por las vías aferentes hacia sus respectivas áreas de integración para que se interpreten y se obtengan las respuestas necesarias para evitar lesiones (Tarantino, 2021).

Según Kaya et al en 2018, menciona que la propiocepción de la rodilla es fundamental para evitar movimientos lesivos, para la estabilidad articular y para la coordinación durante los movimientos. Así mismo, se cree que los propioceptores más importantes de la rodilla son los husos musculares por el mecanismo de contracción refleja de los músculos ante la recepción

de estímulos propioceptores potencialmente lesivos. A diferencia de las contracciones conscientes que tienden a ser más lentas por sus trayectos nerviosos.

**1.2.3.3 Vías neurológicas.** Cuando los mecanorreceptores propioceptivos reciben información de la articulación y de las estructuras musculares adyacentes, la información debe integrarse a nivel del sistema nervioso central para ser interpretada y pueda haber una respuesta a dicho estímulo. Para la propiocepción se ha determinado la participación de dos vías ascendentes sensitivas: la columna dorsal-lemnisco medial y las vías espinocerebelosas (Kim, 2020).

Las señales sensitivas son transmitidas de la médula al encéfalo generalmente por dos vías ascendentes, la columna dorsal-lemnisco medial o el sistema anterolateral. Algunas de las características que diferencian a la columna dorsal-lemnisco medial son, la velocidad con la que la información viaja por sus fibras mielínicas es de 30 a 110 m/s, sus fibras tienen una alta orientación espacial, también la información que transmite esta vía debe ser con rapidez, fidelidad temporal y espacial. Así mismo, las señales sensitivas que transmite esta vía ascendente son: sensaciones táctiles puntuales, intensidad sutil, vibraciones, movimiento contra la piel, propiocepción consciente y presión (Guyton y Hall, 2016).

A continuación, se describe la vía de recorrido de la columna dorsal lemnisco lateral (Figura 33) según Snell en 2014:

- Para que la información llegue hasta la corteza cerebral debe pasar por tres neuronas. La neurona de primer orden consiste en la entrada de los axones a la médula espinal desde el ganglio espinal posterior hasta llegar al cordón blanco posterior. A este nivel se dividen en ramas ascendentes largas y descendentes cortas. Las ascendentes largas suben por el cordón blanco posterior, puede ser por medio del fascículo grácil, el cual

contiene las fibras de los nervios raquídeos del sacro, lumbares y las últimas seis dorsales. Por otro lado, el fascículo cuneiforme posee nervios de los segmentos dorsales superiores y cervicales de la médula. Esta información asciende ipsolateralmente para finalizar así con la sinopsis de la neurona de segundo orden en los núcleos cuneiforme y grácil en la médula oblongada.

- En la neurona de segundo orden las fibras nerviosas decusan, para así continuar su trayecto como un solo fascículo compacto llamado lemnisco medial. Este fascículo transcurre por la médula oblongada, el puente y el mesencéfalo. La neurona de segundo orden termina su función con la sinopsis en el núcleo ventral posterolateral del tálamo.
- Los axones de la neurona de tercer orden llegan al área somestésica alcanzando la circunvolución poscentral de la corteza cerebral, también conocida como área sensitiva somática I. En esta área se hace la percepción de la información de: tacto con degradación con fina intensidad, localización exacta, discriminación entre dos puntos y propiocepción.

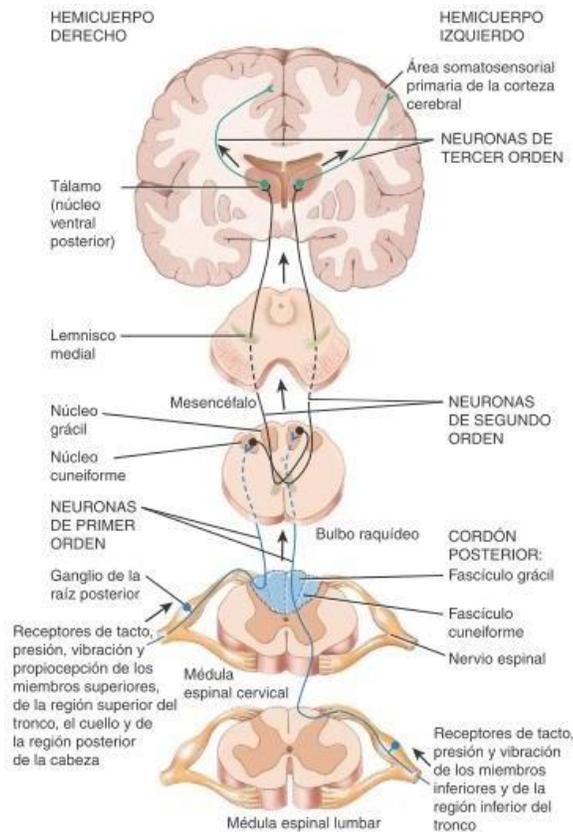


Figura 33. Columna dorsal-lemnisco lateral

Fuente: Tortora y Derrickson, 2018.

Otra vía que también transmite información de sensibilidad de las articulaciones y musculares inconscientes, debido a que esta no se integra a nivel de corteza es la vía o tracto espinocerebelosa. Esta vía se divide en espinocerebelosa anterior y posterior. A continuación, se describen con información de Snell (2014) y Kim (2020):

- En el fascículo espinocerebeloso posterior (Figura 34), la neurona de primer orden consiste en la entrada de la información a la médula espinal desde los receptores hasta el ganglio espinal posterior para entrar en el cordón gris posterior, en donde realizará sinopsis con la neurona de segundo orden.

- Las neuronas de segundo orden se encuentran en el núcleo dorsal o también conocido como la columna de Clarke. Los axones de esta neurona entran por la parte posterolateral del cordón blanco lateral y ascienden por el tracto espinocerebeloso posterior hasta la médula oblongada, en donde se une con el pedúnculo cerebeloso inferior para finalizar en la corteza cerebelosa (Kim, 2020).

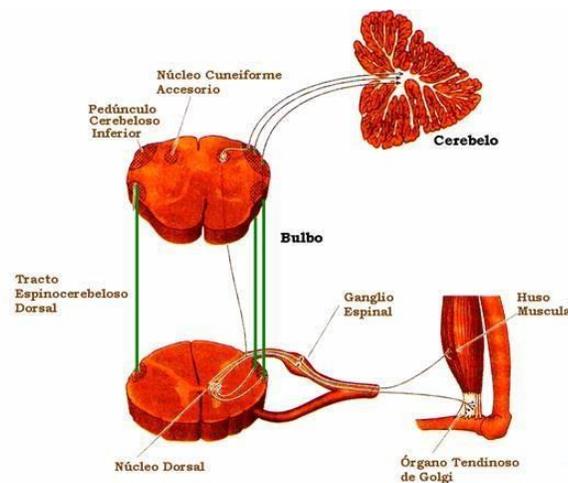


Figura 34. Tracto espinocerebeloso posterior

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yvt9akpt>

- En la vía espinocerebelosa anterior (Figura 35), la neurona de primer orden es igual al tracto espinocerebeloso posterior. Sin embargo, en la neurona de segundo orden puede haber un cruce al lado opuesto por lo que la información asciende por el tracto espinocerebeloso anterior en el cordón blanco contralateral. Así mismo, hay axones que ascienden en el tracto espinocerebeloso anterior del cordón blanco del mismo lado. Las fibras luego de transcurrir por la médula oblongada y el puente llegan al cerebelo por el pedúnculo cerebeloso superior para finalizar en la corteza cerebelosa.

Este fascículo además de transmitir información articular y muscular desde los respectivos receptores del tronco y miembros superiores e inferiores, también, recibe información de la fascia superficial y de la piel (Snell, 2014).

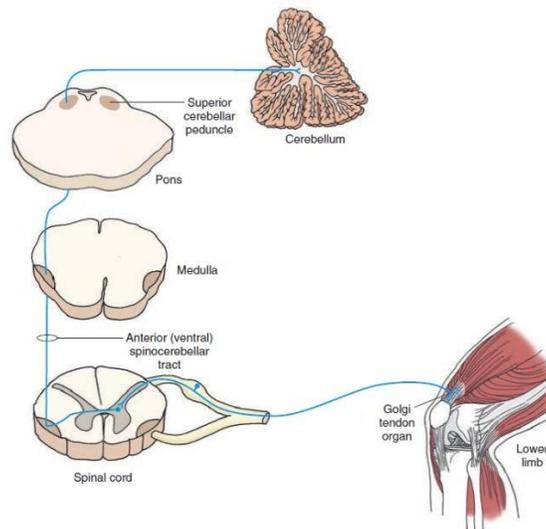


Figura 35. Tracto espinocerebeloso anterior

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2txfp77d>

**1.2.4 Ejercicios de propiocepción.** Los ejercicios de propiocepción se pueden trabajar de diferentes maneras según su fase de progresión desde jugar con la amplitud de la base de sustentación y quitar el campo visual hasta trabajar con bases inestables, bandas elásticas que incluso se pueden combinar con el gesto deportivo (Tarantino, 2021).

**Tabla 4** Progresión de los ejercicios de propiocepción

<b>Primera fase</b>	<b>Segunda fase</b>	<b>Tercera fase</b>	<b>Cuarta fase</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Equilibrio y estabilización dinámica</li><li>• Primero sin plataformas inestables</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ejercicios de equilibrio</li><li>• Componentes de inestabilidad en varios planos</li><li>• Cambios de dirección</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumento de la intensidad con el incremento de cargas de trabajo</li><li>• Aceleración-desaceleración</li><li>• Cambios de dirección</li><li>• Giros</li><li>• Diferentes amplitudes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicación de diferentes variables de ejercicio propioceptivo en condiciones similares a la actividad deportiva concreta</li></ul>

**Fuente:** Elaboración propia con información de Tarantino (2021).

A continuación, se explican ejemplos de ejercicios de propiocepción de diferentes niveles con información de Tarantino 2021.

- Ejercicio de movilización de la rodilla en flexo extensión con una pelota (Figura 36). Este ejercicio se recomienda para pacientes que estén en proceso de rehabilitación en donde la movilidad de la articulación de la rodilla esté limitada. El paciente debe estar en decúbito supino sobre el suelo, se coloca una pelota en la parte posterior y distal de la pierna que se va a trabajar y la otra extremidad se encontrará flexionada. El ejercicio consiste en llevar la rodilla de extensión a flexión sin perder el contacto con la pelota.



Figura 36. Ejercicio de movilización de la rodilla en flexo extensión con una pelota

Fuente: Tarantino, 2021.

- Ejercicio de estabilidad en apoyo unipodal, de pie, con recepción y lanzamiento de una pelota (Figura 37). Este ejercicio es de nivel medio avanzado dependiendo si se trabaja sobre una base estable o inestable. El paciente debe estar sobre un apoyo unipodal mientras que el terapeuta le lanza un balón en diferentes direcciones al alcance de sus manos para crear un desbalance, el paciente debe de atrapar la pelota manteniendo el apoyo unipodal.

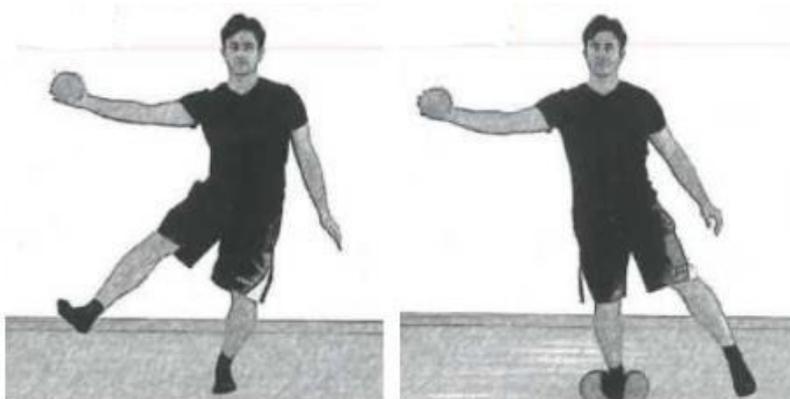


Figura 37. Ejercicio de estabilidad en apoyo unipodal

Fuente: Tarantino, 2021.

- Zancada frontal sobre le bosu (Figura 38). Para este ejercicio el paciente puede iniciar con el pie sobre el bosu o iniciar la zanca desde los pies juntos. El ejercicio consiste en

la realización de repeticiones de zancadas logrando 90° de flexión de rodilla manteniendo la estabilidad de la articulación sobre el bosu.

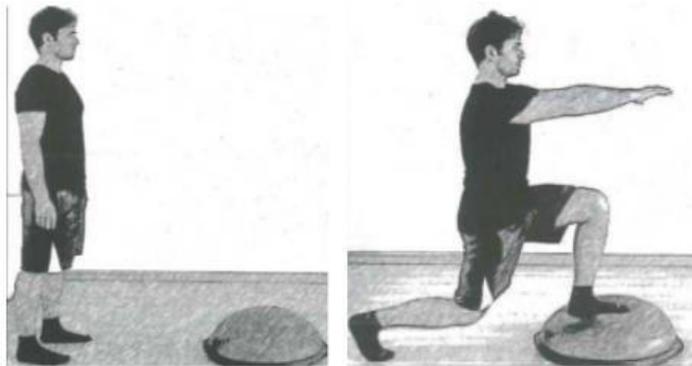


Figura 38. Zancada frontal sobre le bosu

Fuente: Tarantino, 2021.

**1.2.5 Indicaciones de los ejercicios propioceptivos.** Los ejercicios de propiocepción están indicados para diferentes patologías, desde traumas, prevención de lesiones hasta patologías neurológicas que alteran el movimiento. A continuación, se enlistan algunas indicaciones con información de Sears en 2022 y Benavente en 2019:

- Posterior a fracturas de miembro inferior.
- Posterior a fracturas de miembro superior.
- Posterior a cirugía de cadera, rodilla o tobillo.
- Posterior a un periodo de inmovilización.
- Prevención de caídas en adultos mayores.
- Entrenamiento de la orientación espacial.
- Condiciones neurológicas como, un evento cerebrovascular, esclerosis múltiple, Parkinson entre otras.
- Prevención de lesiones deportivas.

**1.2.6 Contraindicaciones de los ejercicios propioceptivos.** Es importantes saber que no hay condiciones que determinen si se puede o no realizar ejercicio terapéutico. Sin embargo, es fundamental que el fisioterapeuta de realice una valoración detallada para realizar un plan individualizado dependiendo de la etapa de recuperación del paciente y la evolución del mismo. Así mismo, se describen algunas características que se deben tomar en cuenta de forma general a la hora de realizar ejercicio terapéutico, según Kisner y Allen (2005).

- Fracturas recientes en los últimos 3 meses
- Algún signo de infección en la zona de la lesión
- Problemas cardíacos severos
- Insuficiencia respiratoria
- Enfermedad tromboembólica aguda
- Cualquier motivo por el cual el medico considere suspender la actividad

**1.2.7 Pronóstico.** Los estudios del pronóstico de la recuperación de la propiocepción posterior a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior son contradictorias, algunos mencionan que el momento más importante para la reparación de la propiocepción se da entre los 3 y 6 meses posterior a la cirugía. Mientras otros se basan en el tiempo de la ligamentización que puede durar años completarse. Sin embargo, aún hacen falta estudios que determinen el pronóstico de la recuperación de la propiocepción, ya que, la información es escasa (Kayna et al., 2018).

## **Capítulo II**

### **Planteamiento del Problema**

En el presente capítulo, se expone el planteamiento del problema, siendo este la base de la investigación por lo que se encontrará información general sobre la ruptura del LCA, sintomatología, mecanismo de lesión, tasa de incidencia y el porcentaje de futbolistas que se someten a una reconstrucción del ligamento tras una lesión por ruptura, concluyendo así con una pregunta de investigación.

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

La rotura de ligamento cruzado anterior es aquella lesión en donde las fibras de colágeno que conforman al ligamento se rompen perdiendo la continuidad del mismo. El principal mecanismo de lesión es un trauma indirecto sobre la rodilla durante la práctica deportiva, es decir, movimientos de pivote como los cambios de dirección, aceleración y desaceleración y también en aterrizajes luego de un salto (Cena et al., 2019). Esto a su vez conduce a que el paciente tenga que ser intervenido quirúrgicamente para la reconstrucción del LCA, lo que

conlleva a que el paciente presente diversa sintomatología como dolor, inflamación, edema, sensación de inestabilidad articular y bloqueo hacia la extensión de la rodilla.

Según Walden et al. (2016) la tasa de incidencia de lesiones de LCA en futbolistas a nivel global es del 0.309 por cada 1000 horas jugadas. En comparación con algunos países podemos encontrar, Italia con una incidencia de 0.421 por cada 1000 horas jugadas (Grassi et al, 2019). Brasil con 0.414 por cada 1000 horas jugadas (Nitta et al, 2021). Y Alemania con la incidencia más baja con 0.040 por 1000 horas jugadas (Schiffner et al, 2018). En cuanto al porcentaje de futbolistas que se someten a una cirugía de reconstrucción del LCA tras sufrir una ruptura es del 98.6% siendo un problema relevante dentro de las lesiones en este deporte.

Cena et al. (2019) describe algunas características que se pueden observar en pacientes que son más susceptibles a sufrir una lesión de ligamento cruzado anterior. Desde el punto de vista anatómico se encuentra que el ángulo Q aumentando es un factor de riesgo para ser más propenso a sufrir una ruptura del ligamento cruzado anterior. Otra característica que se puede encontrar en pacientes que sufren este tipo de lesión son los que tienen hiperlaxitud articular lo que provoca que la rodilla se vaya hacia hiperextensión. También se ha observado que cuando la arcada entre los cóndilos es estrecha se asocia con un ligamento cruzado anterior más pequeño y débil lo que podría causar un aumento en su elongación y causar la lesión del mismo. Además, se observan otras características desde la genética, el género, las lesiones anteriores o también factores modificables como el ambiente, el terreno de juego y el tipo de calzado.

Por toda la información anteriormente expuesta se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior?

## **2.2 Justificación**

Esta investigación pretende ser una fuente de información confiable para el ámbito de la fisioterapia, pues se pretende que brinde datos sobre la ruptura del ligamento cruzado anterior, la anatomía, mecanismo de lesión, factores de riesgo, además de los efectos terapéuticos que se pueden obtener al emplear los ejercicios de propiocepción para mejorar la estabilidad de la rodilla y evitar que el futbolista tenga recidivas en el futuro.

En Guatemala, cuando se habla de lesiones en futbolistas, que juegan en la liga nacional guatemalteca, se identificó que la zona anatómica mayormente afectada por lesiones es la rodilla con un 30% en comparación con otras regiones del cuerpo. Así mismo, la ruptura de LCA representó el 3% de las lesiones durante la temporada 2016-2017 de la liga mayor de fútbol nacional guatemalteco (Monroy, 2017).

Los pacientes que presentan alteración en el ligamento cruzado anterior por causa de la ruptura de dicha estructura, puede afectar no solo a la estabilidad de la rodilla, sino que también a la mecánica articular y a su vez ser un factor que predispone a cambios degenerativos de la articulación y lesiones ulteriores de la rodilla. Al no tratarse de forma adecuada esta lesión puede volverse tan inestable que la persona llega a sentir temor al realizar movimientos, por lo que prefiere evitarlos lo que conlleva a limitar sus actividades e incluso algunos pueden llegar a abandonar el deporte (Almeida et al, 2020).

Es por ello que la rehabilitación posterior a la cirugía de ligamento cruzado anterior debe iniciar desde los primeros días luego de la operación. Por lo que en una fase aguda se deber

tratar sintomatología como dolor e inflamación principalmente con agentes físicos. Sin embargo, es importante no olvidar el movimiento inmediato, descargas de peso, ejercicios de cadena cinética abierta y el fortalecimiento de la musculatura adyacente con ejercicios isométricos o en su posibilidad electro gimnasia. Posterior a ello, trabajar la movilidad, fuerza muscular, equilibrio, propiocepción y ejercicios de readaptación deportiva (Jiménez y Chávez, 2019).

En esta revisión bibliográfica se trabajará con estudios en donde su grupo poblacional sean futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad, diagnosticados con ruptura de ligamento cruzado anterior, que se hayan sometido a una reconstrucción del mismo y que posterior a esta cirugía recibieron rehabilitación, en donde se integraron ejercicios de propiocepción como parte del tratamiento fisioterapéutico.

El tratamiento con ejercicios de propiocepción ha sido una de las técnicas que más atención se les ha puesto para tratar este tipo de lesiones con la finalidad de mejorar patrones de movimiento, la estabilidad, dinámica articular y las habilidades deportivas (Arumugam, 2021). Además, se ha agregado como un complemento de las demás técnicas fisioterapéuticas para tratar la ruptura del ligamento cruzado anterior como lo es el fortalecimiento y flexibilidad de las estructuras adyacentes de la articulación de la rodilla y ejercicios de readaptación, brindando una rehabilitación más completa y efectiva.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

- Identificar los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Describir el mecanismo de lesión que causa la ruptura de ligamento cruzado anterior en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad, mediante la consulta bibliográfica.
- Identificar mediante una consulta bibliográfica la dosificación de los ejercicios de propiocepción en rodilla posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad.
- Enlistar los efectos terapéuticos que se producen con la aplicación de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una lesión de ligamento cruzado anterior.

## **Capítulo III**

### **Marco Metodológico**

El siguiente capítulo hace referencia al marco metodológico que se elaboró durante la investigación de este trabajo, en las cuales se describen los diferentes métodos y materiales que fueron de utilidad para estructurar este capítulo al igual que se detallan los enfoques, tipo de estudio, diseño de investigación y las variables en las que se enfocan para la búsqueda de información.

#### **3.1 Materiales**

En esta investigación se utilizan artículos científicos para la recolección de información de las siguientes bases de datos: Google Académico, PubMed, Elsevier, Scielo, Fondoscience, ResearchGate y ScienceDirect, también, se incluyeron páginas web de fuentes oficiales y tesis doctorales. Estas fuentes bibliográficas nos brindaron información sobre mecanismo de lesión de la ruptura de LCA, grados de lesiones ligamentosas, epidemiología y sobre los ejercicios de propiocepción.

Los recursos bibliográficos que se toman en cuenta para esta investigación incluyen libros de autores reconocidos con información sobre todos los componentes anatómicos que se relacionan con la ruptura de LCA y tratamientos para la rehabilitación como el entrenamiento propioceptivo.

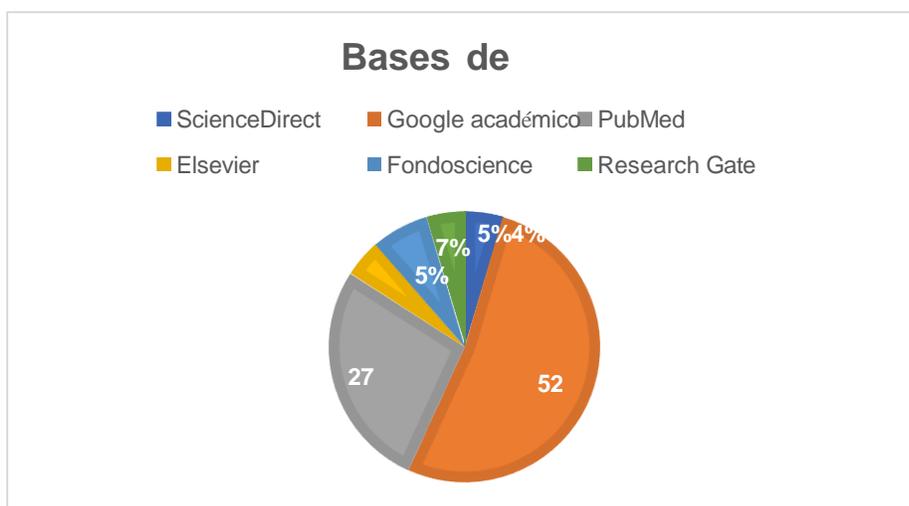


Figura 39. Bases de datos

Fuente: Elaboración propia

La recolección de información se realiza a partir de las siguientes palabras claves:

Ligamento cruzado anterior, ruptura LCA, propiocepción, Knee, *ACL Injury*, *Proprioception*, *football players*.

## 3.2 Métodos utilizados

**3.2.1 Enfoque de investigación.** Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, ya que surge de la recolección mediante una revisión previa de literatura y posterior a ello un análisis de datos, sin la recolección numérica. Estos estudios pueden desarrollar preguntas o hipótesis antes, durante o después de la recolección y análisis de datos. Es decir, el enfoque

cualitativo se basa en explorar y describir para generar perspectivas teóricas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Se considera una investigación de enfoque cualitativo, ya que, se recopila información de fuentes primarias que hablan sobre la lesión de ruptura del LCA y de los ejercicios de propiocepción, para realizar un análisis de datos y posterior a ello darle una interpretación mediante los resultados.

**3.2.2 Tipo de estudio.** La presente investigación se considera de tipo descriptivo. El estudio descriptivo consiste en describir situaciones, contextos, fenómenos o sucesos con la finalidad de detallar cómo son y cómo se manifiestan. Buscando especificar características, propiedades y los perfiles de las personas, grupos, procesos, objetos o cualquier fenómeno sometido a análisis. Solo prende de recoger información sobre los conceptos o variables (Hernández et al., 2014).

Se considera una investigación descriptiva debido a que se toman dos variables, en este caso de las características de la lesión de ruptura del LCA, así como, las características de los ejercicios de propiocepción, describiéndolas para así brindar una mejor explicación del tema al lector.

**3.2.3 Método de estudio.** Esta investigación se considera con un método de estudio teórico: análisis y síntesis. El método de estudio teórico analítico tiene como base el análisis y síntesis de información. Implica detectar, consultar y obtener bibliografía y otros materiales que sean útiles para el estudio, de donde se recopila la información necesaria (Hernández et al., 2014).

En esta investigación a partir de la información recolectada, se pretende realizar un análisis de estos para determinar los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en la ruptura de LCA de la rodilla.

**3.2.4 Diseño de investigación.** El diseño de esta investigación corresponde a no experimental de corte transversal. En la investigación no experimental no se hace variar de manera intencional la variable independiente para ver efecto en otra variable. Es decir, solo se observa el fenómeno en su estado natural y se analiza. La investigación no experimental de tipo transversal se recolectan datos con el propósito de posterior describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández et al., 2014).

Se considera una investigación no experimental debido a que las variables no se manipulan, únicamente se analizan mediante la recolección de datos ya existentes. Además, es de tipo transversal ya que se realiza de junio a diciembre del 2022.

### 3.3.5 Criterios de selección

**Tabla 2** Criterios de selección

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos con respaldo científico, indexados y no indexados</li> <li>• Artículos no mayores a 10 años de antigüedad.</li> <li>• Artículos, libros y tesis en español, inglés y portugués.</li> <li>• Artículos, libros y tesis que hablen sobre la anatomía y biomecánica de la rodilla.</li> <li>• Artículos, libros y tesis que hablen sobre los ejercicios de propiocepción como tratamiento para la lesión de LCA.</li> <li>• Artículos que hablen del mecanismo de lesión del LCA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información que no provenga de una fuente con respaldo científico.</li> <li>• Artículos mayores a 10 años de antigüedad.</li> <li>• Artículos, libros y tesis que no sean del idioma español, inglés y portugués.</li> <li>• Artículos que no hablen de deportistas.</li> <li>• Artículos que describan otras patologías</li> <li>• Artículos que describan otros tratamientos.</li> <li>• Artículos científicos, tesis, publicaciones médicas y revistas</li> </ul>

- 
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos científicos, tesis, publicaciones médicas y revistas médicas que su población sea entre 18 a 28 años de edad.</li><li>• Libros no mayores de 20 años.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Libros mayores a 20 años.</li></ul> |
|---|---|
- 

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3 Variables

Las variables en una investigación son los datos específicos que se van a recolectar con el propósito de darle una respuesta a la pregunta de investigación o en este caso a los objetivos de la investigación. Hay dos tipos de variables: la independiente y la dependiente (Baena, 2017).

**3.3.1 Variable independiente.** La variable independiente es el fenómeno, situación o elemento que condiciona, determina o que explica la presencia de otro. Es decir, la variable independiente es la que manipula a la variable dependiente (Baena, 2017). En esta revisión bibliográfica se considera como variable independiente el ejercicio de propiocepción, ya que es el factor manipulable que actuará sobre la rehabilitación de la ruptura del LCA mediante la dosificación y realización de dichos ejercicios.

**3.3.2 Variable dependiente.** La variable dependiente es el elemento o situación que están en función de otros. Es decir que es la que sufre cambios por causa de la manipulación de la variable independiente (Baena, 2017). En esta revisión bibliográfica se considera como variable dependiente la ruptura de ligamento cruzado anterior, debido a que la evolución de dicha lesión depende del tratamiento.

### 3.3.3 Operalización de variables

**Tabla 3** Operalización de variables

<b>Tipo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Fuentes</b>
<b>Independiente</b>	Ejercicios propioceptivos	Reentrenar la estabilidad trabajando el sistema que informa al organismo sobre la posición del cuerpo en el espacio y tiempo	Por medio del reentrenamiento del sistema propioceptivo a través de ejercicios progresivos	(Tarantino, 2017)
<b>Dependiente</b>	Ruptura de ligamento cruzado anterior	Desgarro completo de las fibras de colágeno del ligamento.	Las secuelas de inestabilidad articular por una ruptura de LCA pueden mejorar con ejercicios de propiocepción, al readaptar el sistema propioceptivo.	(Mulcahey, 2020)

**Fuente:** Elaboración propia

## Capítulo IV

### Resultados

En este capítulo se dará respuesta a los objetivos planteados para esta investigación, esto por medio de la recolección de información que se realizó sobre las variables dependiente e independiente. Además, se expone la discusión, conclusiones y las perspectivas y/o aplicaciones prácticas.

#### 4.1 Resultados

---

**Primer objetivo:** Mecanismo de lesión que causa la ruptura de ligamento cruzado anterior en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad, mediante la consulta bibliográfica.

---

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
<b>Sampedro, J et al., (2013)</b> Análisis del mecanismo de producción de lesión de los participantes postoperados del ligamento cruzado anterior en el Hospital Clínico de San Carlos de Madrid	La población reclutada para esta investigación fueron todos aquellos pacientes que llegaron al hospital clínico de San Carlos con una ruptura de LCA, en un periodo de tiempo de noviembre a mayo. El número total de participante fue de 34 pacientes, con una edad	Se analizaron todos los casos de pacientes con operación de LCA independientemente de la edad y el sexo que llegaron al hospital clínico de San Carlos de Madrid.	Se encontró que el mecanismo lesional predominante en hombres fue durante la práctica de fútbol en un 76% de los casos. Así mismo, se concluyó que el mecanismo de lesión se dio sin contacto, donde se destacan: cambios de direcciones y apoyo

---

	máxima de 57 años y una edad mínima de 23. Además, 29 fueron hombres y 5 mujeres.		en el suelo tras un salto.
<b>Guamán, J et al., (2018)</b> Caracterización de los pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior tratados con artroscopia en la clínica Santa Ana, Cuenca-Ecuador	Se realizó un estudio cuantitativo descriptivo y de corte transversal. Se incluyeron un total de 61 usuarios con edades comprendidas entre los 20 y 45 años, con rotura de LCA que asistieron a al servicio de traumatología en la clínica de Santa Ana de la ciudad de Cuenca-Ecuador durante el 2016. De los 61 usuarios reclutados 58 eran hombres y 3 mujeres. Así mismo, 28 de los pacientes refirieron práctica deportiva.	La información se recolecto mediante un formulario de datos, además de la evaluación realizada por un traumatólogo, quien realizo la maniobra de cajón anterior, Lachman y de pivote. Finalmente confirmo la lesión por medio de una resonancia magnética.	Se encontró que los mecanismos habituales fueron: 26% caída después de un salto en apoyo monopodal con rodilla en hiperextensión, con el 28% la recepción del salto con la rodilla en extensión, el 29% en la acción de pivote seguido de un cambio de dirección. El 17% se indicó en desaceleraciones bruscas.
<b>Ferrer-Roca, V et al., (2014)</b> Evaluación de factores de riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol de alto nivel	Este estudio es observacional, descriptivo transversal y multicéntrico. Se tomó en cuenta una población de 35 jugadores masculinos de fútbol de un equipo de la primera división española con edades entre 21 y 27 años.	Previo a realizar el análisis, los futbolistas realizaron un calentamiento de 10 minutos de carrera continua y ejercicios de flexibilidad libre. Luego del calentamiento los jugadores practican la prueba ejecutando de 3 a 5 intentos. El estudio consiste en someterse a una prueba de <i>drop jump</i> para valorar el valgo	El hallazgo más importante para dicha investigación fue que el 37.1% de los jugadores ejecutaron el <i>drop jump</i> con alguna de las 2 piernas en valgo y el 14% presentaron un ángulo superior a 20°. Ferrer et al menciona que en la bibliografía no se han encontrado referencias específicas del

---

de rodilla y el déficit funcional de la rodilla. El proceso luego del calentamiento se realizan 3 saltos en donde los jugadores debían saltar desde un banco con una altura de 40 cm sujetando una barra de plástico sobre los hombros. Para poder capturar los datos se utilizaron 8 marcadores reflectantes colocados en puntos específicos: ambas espinas ilíacas anterosuperiores, centro de las rótulas, tuberosidad de la tibia y punto central entre los maléolos. Los datos se recopilaron con ayuda de un sistema de análisis de movimiento llamado *vicon motus*. Se analizó el ángulo máximo de rodilla de un total de 70 extremidades en donde el 24.3% tendieron al valgo de rodilla, 10% mantuvieron un apoyo neutro y el 65.7% tuvieron mayor posición en varo. Además, el 37% de los jugadores ejecutaron el *drop jump* con alguna de las 2 piernas en

---

ángulo en valgo para jugadores de fútbol de alto nivel en un *drop jump*, sin embargo compararon los resultados con otros autores que consideran que 20° de ángulo de rodillas en plano frontal se consideran excesivos hasta para una mujer. Así mismo comparó con un estudio similar en jugadoras mujeres en donde determinaron que las jugadoras que tuvieron un ángulo frontal mayor a 16° posteriormente se lesionaron el LCA.

---

valgo y el 14% presentaron un ángulo superior a 20°.

---

**Segundo objetivo:** Dosificación de los ejercicios de propiocepción en rodilla posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad mediante una consulta bibliográfica.

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
<b>Paredes, V et al., (2011)</b> Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol	Se toman en cuenta 3 jugadores profesionales de la liga de futbol profesional de 2da división que sufrieron de una ruptura de LCA. Con edades entre 21 y 26 años.	La estructuración de la investigación consistió en 4 fases de recuperación. La fase 1 es el tratamiento médico, en esta fase hay una constante comunicación entre el equipo multidisciplinar para conocer cómo evoluciona la recuperación del deportista tomando en cuenta, tono muscular, grados de movilidad y se trabaja sobre la musculatura adyacente a la lesión. La fase 2 llamada rehabilitación y readaptación. Esta fase consiste, ejercicios de fortalecimiento con contracción isométrica, ejercicios de propiocepción en medio acuático para favorecer la activación articular y	La dosificación del protocolo de propiocepción, tiene una duración de entre 15 y 20 minutos, cada ejercicio dura 30 segundos por cada pierna realizando dos repeticiones por ejercicio. Con dicha dosificación se comprobó que los futbolistas que se sometieron al protocolo de rehabilitación tuvieron una vuelta a la competición eficaz posterior a la ruptura del ligamento cruzado anterior. El tiempo de recuperación para dichos futbolistas fue diferente para cada uno siendo para el primero fue de 33 semanas, el segundo 29 semanas y el tercero 27 semanas.

---

evitar la pérdida de estímulos kinestésicos. Además, también se agregan ejercicios de equilibrio pélvico y trabajo de flexibilidad. Así mismo, cuando ya se observa una evolución en el paciente se irán progresando los ejercicios, se hace más énfasis en el entrenamiento de fuerza muscular con contracción concéntrica y excéntrica tanto de la musculatura flexora como extensora. Además de la progresión de los ejercicios de propiocepción. La tercera fase es la de readaptación, la cual consiste en una restauración del gesto deportivo del fútbol, esta fase también va de la mano con el trabajo fisioterapéutico (ejercicios de fuerza, propiocepción y flexibilidad). Por último, la fase 4 que consiste en la vuelta al grupo, en donde el futbolista se integra a los entrenamientos para recuperar el nivel de condición física que

---

<p><b>Salvador, J. (2017)</b> Readaptación deportiva en lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas amateur</p>	<p>tenía antes de la lesión.</p> <p>Durante el proceso de readaptación posterior a la reconstrucción del LCA, Olmo, López y Aceña proponen 4 fases: Fase aguda 1 a 14 días fase vital para la recuperación exitosa de la lesión, enfocada en el control del dolor, extensión completa, mantener el trofismo muscular. La fase subaguda I va de la semana 3 a la 6, se recomienda: bicicleta estática, reeducación en el patrón de marcha ejercicios en cadena cinética cerrada y lograr flexo-extensión de 0 a 20°, inicio de ejercicios resistidos de isquiosurales, ejercicios en agua. Entre la semana 5 inician los ejercicios de potenciación de carga, ejercicios en extensión de rodilla y ejercicios de propiocepción básicos.</p> <p>En la fase sub aguda II, abarca de la semana 7 a la 12, los ejercicios de propiocepción progresan a superficies inestables y ejercicios de</p>	<p>En la fase 2 subaguda I se inicia con los ejercicios de propiocepción, iniciando con ejercicios con la propia carga corporal manteniendo el equilibrio. En la semana 5 se realizan 3 series de 20 repeticiones manteniendo 60 segundos. En la semana 6 se realizan 3 series, 15 repeticiones manteniendo de 30 a 45 segundos.</p> <p>En la fase 2 subaguda II, la dosificación utilizada para los ejercicios de propiocepción fue de 4 series, 12 a 15 repeticiones, realizando cada ejercicio durante 1 minuto 30 segundos a 2 minutos.</p> <p>En la última fase, al ser trabajo en circuito se realizaron 4 vueltas, realizando de 10 a 12 repeticiones entreno en campo y de 8 a 12 repeticiones en sala fitness.</p>
---	--	---

		<p>multisaltos en escalera.</p> <p>En la fase de recuperación funcional abarca del 4 al 6 mes en donde se realizan circuitos de readaptación deportiva en donde los ejercicios de propiocepción ya tienen una alta complejidad.</p>	
<p><b>Campaña, R. (2016)</b> Aplicación de los ejercicios propioceptivos en lesiones posquirúrgicas del ligamento cruzado anterior en pacientes de 20 a 40 años de edad que acuden al centro de rehabilitación Carlos Domínguez en la ciudad de Guayaquil en el periodo de mayo-agosto del 2016.</p>	<p>Se realiza una investigación de tipo descriptiva, explicativa y pre experimental de 4 meses, con un enfoque cuantitativo. Para esta investigación la población fue de 20 participantes masculinos con edades comprendidas entre los 20 y 40 años que hayan sufrido una ruptura de LCA y que fueron sometidos a cirugía. Además 19 de los participantes practicaban algún deporte, 11 de ellos practicaban fútbol.</p>	<p>La hipótesis de dicho estudio es: la aplicación de los ejercicios propioceptivos mejora el rango articular y el tono de los pacientes postquirúrgicos de ligamento cruzado anterior. Para investigar esta hipótesis se realizó un protocolo de ejercicios de propiocepción 5 días a la semana. Todos los días antes de iniciar se realiza un calentamiento, en una bicicleta estática pedaleando durante 5 minutos con la resistencia mínima, luego subir la resistencia y pedalear por 3 minutos, después volver a bajar la resistencia y pedalear por 4 minutos más y estiramientos para <u>Isquiotibiales. Luego</u></p>	<p>El protocolo se realizó durante 4 meses, recibiendo las terapias 5 veces a la semana, para los ejercicios donde se debía mantener una posición se trabajaron dosificaciones de 4 series de 10 repeticiones, manteniendo la posición de 6 a 10 segundos y para los ejercicios por repeticiones se realizaron de 3 a 4 series haciendo 10 repeticiones. Con dicha dosificación se obtuvieron mejoras en la movilidad, tono muscular, fuerza muscular, marcha, estabilidad y seguridad de los pacientes.</p>

se inicia con los ejercicios de propiocepción, se realizan diferentes ejercicios sobre bases inestables, cada ejercicio con un grado de dificultad diferente. Por ejemplo: ejercicios con apoyos unipodales, lanzamiento de pelotas con peso, tocar objetos que se encontraban a nivel de la rodilla y mantener el equilibrio sobre la base inestable.

**Tercer objetivo:** Efectos terapéuticos que se producen con la aplicación de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una lesión de ligamento cruzado anterior.

Autor y título	Población	Metodología	Resultados
<b>Ghaderi, M et al. (2020)</b> Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial	En este artículo se realiza un ensayo controlado aleatorio, con una muestra de 24 atletas masculinos que practicaban fútbol, baloncesto, voleibol y balonmano. El rango de edad de los participantes estaba comprendido entre los 18 y 30 años. Los atletas fueron reclutados entre diciembre 2018 y junio 2019	Dicho estudio tenía como objetivo examinar los efectos del entrenamiento neuromuscular sobre la propiocepción de la rodilla en deportistas que se habían sometido a una reconstrucción de LCA. Para llevar a cabo el estudio se seleccionaron aleatoriamente 12 atletas en un grupo experimental y 12 atletas a un grupo control. Todos los participantes se sometieron a una	Para los resultados se contaron los errores de la prueba del dinamómetro y estos fueron mayores para la extremidad lesionada por ruptura del LCA en comparación con la rodilla no lesionada. Por lo que, ambos grupos exhibieron déficits propioceptivos para la rodilla lesionada. Por otro lado, se encontró que los errores de detección de la posición de la rodilla disminuyeron un 51.7% para el

---

evaluación antes de iniciar con el protocolo respectivo, esta evaluación consistía en que los atletas se sentaran en un dinamómetro isocinético con la rodilla inicialmente a 90° y con los ojos cerrados. El dinamómetro flexiono la rodilla del paciente a 45° y mantuvo la posición durante 5 segundos, el atleta debía de recordar esta posición, ya que la prueba consistía en que el dinamómetro cambiaría el grado de la rodilla (10°/s) y los atletas deberían de pulsar un botón cuando pensaban que la rodilla se encontraba a 45° de flexión. Cada atleta completo dos intentos tanto para la rodilla lesionada como para la no lesionada. Posterior a ello los atletas del grupo experimental se sometieron a un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas completando 22 sesiones. Algunos ejemplos de los ejercicios que realizaron fueron: sentadillas a una

---

grupo experimental posterior a las 8 semanas mientras que para el grupo control solo disminuyo un 4.4%. Por lo que se concluye en que el programa de entrenamiento neuromuscular mejora la propiocepción de la rodilla posterior a la reconstrucción del LCA.

		<p>pierna, postura con una sola pierna en bases inestables, saltos contra movimiento y saltos. Por otro lado, el grupo control continuo con su rutina típica.</p>	
<p><b>Oré, P. (2013)</b> Programa de ejercicios propioceptivos en los jugadores de fútbol con lesión del ligamento cruzado anterior del equipo sport Huancayo en el distrito de Huancayo periodo 2013.</p>	<p>Se realiza una investigación de tipo explicativo y cuasi experimental. La población de esta investigación está compuesta por 30 jugadores del equipo de fútbol del equipo sport Huancayo de Perú. Las edades de dichos jugadores están comprendidas entre los 18 y 32 años. El 66.7% de los jugadores han presentado lesiones del LCA y el 40% continúa padeciendo de molestias por lo que acuden a fisioterapia.</p>	<p>Con esta investigación se pretende identificar el efecto que tienen los ejercicios de propiocepción sobre la sintomatología, funcionalidad en actividades de la vida diaria, deportiva y de recreo además de la calidad de vida. El protocolo consistió en una serie de ejercicios de propiocepción asignados durante el tiempo de la investigación. Se realizó una evaluación inicial por medio del cuestionario de KOOS en donde se determinó el puntaje de: los síntomas en general de la lesión 34.5, dolor 21.39, función de actividades de la vida diaria 67.84, función deportiva y de recreo 47.17 y calidad de la vida diaria relacionada con la rodilla 36.25.</p>	<p>Posterior a la realización del protocolo de ejercicios de propiocepción se realiza una evaluación final por medio del cuestionario de KOOS. En dicha evaluación se logra comparar la mejora significativa que hubo posterior a los ejercicios de propiocepción. La puntuación final de los síntomas fue de 82.83 obteniendo una mejora de 48.33, para el dolor la puntuación final fue de 54.07 obteniendo una mejoría del 32.68, en actividades de la vida diaria 92.94 con una mejora de 25.10 puntos, en la función deportiva y de recreo el punteo final fue de 87.83 con una mejora de 44.66 puntos y por último en la calidad de vida se obtuvo una puntuación final de 86.46 con una</p>

---

			mejora de 50.21. Por lo tanto, se puede concluir que un protocolo basado en ejercicios de propiocepción tienen efectos positivos sobre la sintomatología del paciente y sobre el desarrollo de sus actividades de la vida diaria, así como de las actividades deportivas y de recreo por lo que también mejorará la calidad de vida de los paciente con lesiones de LCA.
<b>Do Carmo, T et al., (2016)</b> Evaluation of functional rehabilitation physiotherapy protocol in the postoperative patients with anterior cruciate ligament reconstruction through clinical prognosis	Se realizó un estudio observacional prospectivo, realizado en una clínica ortopédica especializada desde enero de 2006 hasta diciembre del 2011, en São Paulo Brasil. La población total del estudio fue de 177 participantes, 144 hombres y 33 mujeres. Los participantes que practican fútbol son 115 y el resto de participantes se dividen en voleibol y tenis.	El protocolo que se utilizó en este estudio consistía en tres pasos: el primer paso, se basaba en la disminución de la sintomatología, mejorar el rango de movimiento de la rodilla y optimizar el control neuromuscular. El segundo paso, se enfocó en la rehabilitación muscular y sensoriomotora y por último el tercer paso se orientó en el fortalecimiento de la musculatura involucrada en la articulación y la rehabilitación sensoriomotora a través de la actividad intensa.	Se realiza la evaluación a los 180 días de tratamiento en donde se observó un aumento significativo, lo que indica una mejora en la sintomatología y un aumento en la funcionalidad del paciente. En la escala de Lysholm a los 180 días del tratamiento, 115 participantes obtuvieron la máxima puntuación y solo 9 obtuvieron una buena puntuación. En el cuestionario de IKDC 44 participaron alcanzaron el puntaje de 100 indicando el nivel más alto de funcionalidad y el

---

---

Para evaluar la progresión de los pacientes con respecto al protocolo se utilizaron 2 cuestionarios: International knee documentation committee (IKDC) y Tegner Lysholm scoring scale. El cuestionario de IKDC evalúa síntomas como dolor, rigidez, hinchazón, bloqueo y sensación de ceder de la rodilla, además del deporte y actividades diarias, así como la función de la rodilla antes y durante la lesión. Por otro lado, la escala de Lysholm evalúa signos y síntomas como: cojera, dolor, bloqueo de la rodilla, subir escaleras, apoyo, inestabilidad, hinchazón y sentadilla. Esas evaluaciones se realizaron en cuatro momentos, después de la cirugía, a los 30, 90 y 180 días de tratamiento. En la primera evaluación en el día después de la cirugía 166 participantes obtuvieron una mala puntuación y 11 participantes obtuvieron una puntuación regular

---

más bajo de la sintomatología. El resto de los participantes obtuvieron una puntuación entre 81 y 100 mostrando una mejora a comparación de la puntuación inicial. Los resultados obtenidos en dicha investigación muestran una evolución significativa en la disminución de los síntomas y signos que se dan debido a la lesión del LCA y la reconstrucción del mismo, además de la mejora en la funcionalidad de la rodilla del paciente, al realizar el protocolo de rehabilitación propuesto, control de síntomas, aumento de los rangos de movimiento, ejercicios de fortalecimiento y propioceptivos.

---

en la escala de Lysholm. En el cuestionario IKDC 169 participantes obtuvieron una puntuación menor a 41 puntos y 8 participantes obtuvieron entre 41 y 81 puntos que se considera bajo en este cuestionario.

---

## 4.2 Discusión

Es importante identificar cuál es el mecanismo de lesión de la ruptura del ligamento cruzado anterior. Sampedro et al. (2013) menciona que el principal mecanismo de lesión es sin contacto, tales como, cambios de dirección bruscos y luego de realizar un salto. En ese mismo sentido, Guamán et al. (2018) concuerda que el mecanismo recurrente para la lesión del ligamento cruzado anterior es sin contacto, sin embargo, menciona otras maneras de lesión, tales como, el aterrizaje en apoyo monopodal con hiperextensión de rodilla, recepción de un salto con rodillas en extensión y desaceleraciones bruscas. Por otro lado, Ferrer-Roca et al. (2014) identificó que un factor predominante en la lesión del ligamento cruzado anterior es la falla biomecánica en valgo de rodilla mayor a  $20^\circ$  mediante la prueba de *drop jump*.

Campana (2016) realiza un protocolo de ejercicios de propiocepción los cuales fueron realizados sobre bases inestables 5 días a la semana, fueron combinados con un calentamiento en bicicleta estática y estiramiento de isquiotibiales. Las mejoras en los futbolistas tras aplicar dicho protocolo de tratamiento fueron las siguientes, de los 20 pacientes el 35% mejoró el rango articular a  $130^\circ$ , el 30% de los pacientes lo aumentó a  $120^\circ$ , mientras que el 25% mejoró

el rango articular hacia la flexión a 100° y solo el 10% logró un rango articular de 140°; de igual manera se observó mejora de 1cm en el perímetro muscular de los futbolistas con respecto al cuádriceps y en relación al vasto y por último el 50% de los futbolistas refirió mejoría al realizar sus actividades de la vida diaria. Por el contrario, Paredes et al. (2011) realiza 4 fases de recuperación, la primera fase consistió en tratamiento médico, la segunda fase consistió en ejercicios de fortalecimiento, propiocepción en medio acuático, equilibrio pélvico y ejercicios de flexibilidad, la tercera fase consistió en la readaptación del gesto deportivo y por último, la cuarta fase consistió en la reintegración del futbolista al grupo. Sin embargo, las únicas mejoras que observaron fueron la ganancia de grados de movilidad y la respuesta de la rodilla a la tolerancia del esfuerzo.

Ghaderi et al. (2020) en su estudio realizan un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas con el objetivo de mejorar la fuerza/potencia, equilibrio y la técnica de aterrizaje. Al transcurrir las 8 semanas del programa los atletas mostraron una mejora en la conciencia propioceptiva de la rodilla. Por el contrario, Salvador (2017) propone 4 fases de entrenamiento iniciando con la fase aguda del día 1 al 14, fase subaguda dividida en dos, la primera de la semana 3 a la semana 6 y la segunda de la semana 7 a la semana 12 y por último, la fase de recuperación funcional de 4 a 6 meses, no obstante, no se especifica ninguna mejora en los atletas, únicamente la progresión de los ejercicios, por lo tanto, no se sabe que tan efectivo fue el programa de rehabilitación para los futbolistas.

En el estudio realizado por Ghaderi et al., (2020) evalúa los efectos del entrenamiento neuromuscular sobre la ruptura de LCA de rodilla utilizando un dinamómetro isocinético, la mejora que se obtuvo en los futbolistas fue en la conciencia corporal de la rodilla en los diferentes grados de movilidad. Por el contrario, Oré (2013) evalúa por medio del cuestionario

KOOS los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción sobre la rodilla lesionada, las mejoras que se obtuvieron en su estudio fueron la disminución de la sintomatología referente a la lesión y un mejor desempeño en la realización de las actividades cotidianas y deportivas.

### **4.3 Conclusiones**

A partir de los resultados obtenidos, se responde la pregunta planteada ¿Cuáles son los efectos terapéuticos de los ejercicios de propiocepción en futbolistas masculinos de 18 a 28 años de edad posterior a una cirugía de ligamento cruzado anterior?, llegando a las siguientes conclusiones:

- Se evidencia mediante las revisiones bibliográficas, que los ejercicios de propiocepción se han considerado una de las principales intervenciones en el manejo de las lesiones del ligamento cruzado anterior, mostrando mejoras tanto a nivel de la sintomatología como a nivel del desarrollo de sus actividades de la vida diaria y deportivas.
- La lesión del ligamento cruzado anterior provoca en el deportista inestabilidad al realizar determinados movimientos, por lo que es necesaria la correcta planificación y dosificación de un protocolo de ejercicios para así mejorar la consciencia propioceptiva para brindar una mejora en la estabilidad de la articulación.
- Para lograr una rehabilitación completa y efectiva de la ruptura del LCA el tratamiento debe iniciarse desde el primer día postoperatorio, controlando la sintomatología e iniciando con el movimiento de manera precoz, para luego trabajar de lleno el ejercicio terapéutico con fortalecimiento muscular, propiocepción y readaptación deportiva.

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

En la presente revisión bibliográfica se logró obtener información relevante sobre el tema. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones experimentales sobre la efectividad de los protocolos de ejercicios propioceptivos luego de haber sufrido una ruptura de LCA y haber transcurrido por un abordaje quirúrgico, esto debido a que según la literatura es una lesión muy común en el ámbito deportivo misma que al ser abordada de forma correcta se pueden evitar muchas recidivas e incluso presentar algún otro tipo de lesión.

De igual manera, se busca que en futuras investigaciones se pueda actualizar y profundizar la información general de los ejercicios de propiocepción en lesiones ligamentosas no solo identificando los efectos terapéuticos sino más bien identificar como se producen los cambios a nivel fisiológico y en el sistema nervioso central.

Así mismo, se recomienda realizar más investigaciones en Guatemala acerca de las lesiones del ligamento cruzado anterior tanto en deportistas como en pacientes no deportistas para así poder tener información epidemiológica actualizada y de calidad para futuras investigaciones a nivel nacional.

## Referencias

- Almeida, A., de la Rosa, J., Santisteban, L., Peña, M., y Labrada, D. (2020). La articulación de la rodilla: Lesión del ligamento cruzado anterior. *Revista científica estudiantil*, 3(1). Recuperado de <http://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view/38>
- Álvarez, R., Gómez, G. y Pachano, A. (2018). Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 25(1), 50-58. Recuperado de <https://tinyurl.com/4d76xr43>
- American Academy of Orthopedic Surgeons. (2016). Esguinces, torceduras y otras lesiones de los tejidos blandos (sprains, strains and other Soft-Tissue injuries) Recuperado de <https://tinyurl.com/4sejd3uk>
- Arumugam, A., Björklund, M., Mikko, S., y Häger, C. (2021). Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: a systematic review and grade evidence synthesis. *BMJ Open*, 11(5). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049226>
- Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología AATD. (2021). Lesiones en Copa América 2021. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 28(1). Recuperado de <https://tinyurl.com/5erdkhbk>
- Aula de anatomía. (2022). Articulaciones de la rodilla. [Figura]. Recuperado de: <https://tinyurl.com/3dw8dekk>
- Aula de anatomía. (2022). Ligamento cruzado anterior. [Figura]. Recuperado de: <https://tinyurl.com/34thwvzk>

- Ayala, D., García, G., y Alcocer, L. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana*, 28(1). Recuperado de <https://tinyurl.com/2ypyabb8>
- Bautista, R., Carrillo, A., Franco, A., González, A., Martínez, C., Moreno, I. y Nieves, J. (2016). Tratamiento de terapia física en la lesión del ligamento cruzado anterior: Etapa post-quirúrgica. *eFisioterapia*. Recuperado de <https://tinyurl.com/3tdnsenp>
- Benavente, M. (2019). ¿En qué consiste la propiocepción? ¿Cuáles son sus beneficios? Recuperado de <https://tinyurl.com/5n7mduu9>
- Boyer, M. y Thomopoulos, S. (2018). *AAOS comprehensive orthopedic review 2* (1.<sup>a</sup> ed., Vol. 3). Recuperado de [https://acreditacion-fmc.org/AAOS/pdf/AAOS\\_cap\\_9.pdf](https://acreditacion-fmc.org/AAOS/pdf/AAOS_cap_9.pdf)
- Calvo, R., Anastasiadis, Z., Calvo, R. y Figueroa, D. (2017). Elección de injerto en reconstrucción de ligamento cruzado anterior. ¿Existe un injerto ideal? *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*, 24(57). Recuperado de <https://tinyurl.com/5y8f4der>
- Cameron, M. (2018). *Agentes físicos en rehabilitación* (5.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.
- Campaña, R. (2016). *Aplicación de los ejercicios propioceptivos en lesiones posquirúrgicas del ligamento cruzado anterior en pacientes de 20 a 40 años de edad que acuden al centro de rehabilitación Carlos Domínguez en la ciudad de Guayaquil en el periodo de mayo-agosto del 2016*. (Trabajo de Grado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Cena, E., Bisciotti, G., Chamari, K., Bisciotti, A., Bisciotti, A., Corsini, A., y Volpi, P. (2019). Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(10), 1724–1738. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.19.09563-x>

Cirugía de hombro y rodilla blog. (2013). Autoinjerto de tendón rotuliano. [Figura].

Recuperado de <https://tinyurl.com/yc6nrhnx>

Coffey, R. y Bordoni, B. (2022). *Lachman Test*. StatPearls. Recuperado de

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554415/>

Coronado, J. (2017). *Tratamiento fisioterapéutico en lesiones de ligamento cruzado anterior*

(Trabajo de suficiencia profesional). Universidad Inca Garcilaso De La Vega.

Do Carmo Almeida, T. C., de Alcantara Sousa, L. V., de Melo Lucena, D. M., dos Santos

Figueiredo, F. W., Valenti, V. E., da Silva Paiva, L., . . . Adami, F. (2016). Evaluation of functional rehabilitation physiotherapy protocol in the postoperative patients with anterior cruciate ligament reconstruction through clinical prognosis: an observational prospective study. *BMC Research Notes*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-016-2234-9>

Duchman, K., Lynch, T. y Spindler, K. (2017). Graft selection in anterior cruciate ligament surgery. *Clinics in Sports Medicine*, 36(1), 25-33.

<https://doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.013>

Elportaldelasalud. (2007). Test de Lachman. [Figura]. Recuperado de

<https://tinyurl.com/m6u52xpx>

Entrena, C., Rincón, N. y Rosas, A. (2018). Ligamento cruzado anterior: prevención,

rehabilitación pre operatoria y post operatoria en atletas. *Revista digital: Actividad física y deporte*, 4(1). Recuperado de <https://tinyurl.com/4mszxztu>

Evans, J. y Nielson, J. (2022). *Anterior cruciate ligament knee injuries*. StatPearls.

Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499848/>

- Ferrer-Roca, V., Balius, X., Domínguez-Castrillo, O., Linde, F. y Turmo-Garuz, A. (2014). Evaluación de factores de riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol de alto nivel. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(181), 5-10.  
<https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.06.003>
- FisioOnline. (2022). Clasificación de las lesiones de ligamento [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/2mnxcs6a>
- Ghaderi, M., Letafatkar, A., Almonroeder, T. & Keyhani, S. (2020). Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Clinical Biomechanics*, 80, 105-157.  
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105157>
- Grassi, A., Macchiarola, L., Filippini, M., Lucidi, G., Della Villa, F., y Zaffagnini, S. (2019). Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Italian First Division Soccer Players. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 12(3), 279-288.  
<https://doi.org/10.1177/1941738119885642>
- Guamán, J., Navarro, A., Solano, I., Ochoa, A., Espinosa, L., Aspiazu, K., Sánchez, G. (2018). Caracterización de los pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior tratados con artroscopia en la clínica Santa Ana, Cuenca-Ecuador. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(3), 293-298. Recuperado de <https://tinyurl.com/uukv52vx>
- Guerrero, A. (2018). Ruptura de LCA. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/2p89zbve>
- Guyton, A. y Hall, J. (2016). *Tratado de fisiología médica* (13.<sup>a</sup> ed.). Elsevier.

- Healthwise. (2019). Autoinjerto tendones flexores. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/2p8nr3r9>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill Education.
- Janssen, R. y Scheffler, S. (2014). Intra-articular remodeling of hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(9), 2102-2108. doi <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2634-5>
- Jiménez, S., y Chávez, S. (2019). Rehabilitación de ruptura de ligamento cruzado anterior en un futbolista. *Revista médica (Colegio de Médicos y Cirujanos de Guatemala)*, 158(1), 49–50. <https://doi.org/10.36109/rmg.v158i1.126>
- Kapandji, A. (2012). *Fisiología articular: Tomo 2. Miembro inferior* (5.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Kaya, D., Yosmaoglu, B., y Doral, M. N. (2018). *Proprioception in orthopaedics, sports medicine and rehabilitation* (1.ª ed.). Bern, Switzerland: Springer.
- Kendall, F., Kendall, E., Geise, P., McIntyre, M. y Romani, W. (2007). *Músculos. Pruebas Funcionales. Postura y Dolor* (5.ª ed.). Marbán.
- Kim, W. (2020). The Knee Proprioception as Patient-Dependent Outcome Measures within Surgical and Non-Surgical Interventions. Proprioception. *IntechOpen*. doi <https://doi.org/10.5772/intechopen.94887>
- Kisner, C. y Allen, L. (2005). *Ejercicio terapéutico*. Paidotribo.
- Lectorio. (2022). Meniscos. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/ydt4a72w>

- Leyes, M. y Forriol, F. (2017). Historia de la reparación del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*, 24(57). Recuperado de <https://tinyurl.com/8xwemdsu>
- Lopes, M. (2022). Prueba de cajón anterior. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/yem2rjhx>
- Mayo Clinic. (2022). Bursas de la rodilla. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/ym62sym5>
- Monasterio, A. (2015). Angulo Q [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/45yttch7>
- Monk, A., Davies, L., Hopewell, S., Harris, K., Beard, D. y Price, A. (2016). Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Library*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd011166.pub2>
- Monroy, J. (2017). *Estudio retrospectivo transversal sobre la caracterización de lesiones deportivas más frecuentes en jugadores de la liga mayor de fútbol guatemalteco temporada 2016-2017*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., Agur, A. M., Gutiérrez, A., Vasallo, L., Fontán, F., Ruiz, M. B. (2013). *Anatomía con orientación clínica* (7.<sup>a</sup> ed.). Barcelona, España: Wolters Kluwer.
- Morroni, M. (2019). *Anatomía funcional e imágenes. Sistema locomotor*. Milán, Italia: Edi.Ermes.
- Mulcahey, M. & Fischer, S. (2020.). Sprains, strains and other Soft-Tissue injuries. Recuperado de <https://tinyurl.com/fhyuwzf3>

Neuroanatomía UFRO. (2022). Tracto espinocerebeloso posterior. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/yvt9akpt>

Newmann, D. (2007). *Fundamentos de la rehabilitación física*. Paidotribo.

Nitta, C., Rodrigues, A., Plens De Britto, L., Cohen, M., Pagura, J., y Goncalves, G. (2021). Epidemiology of anterior cruciate ligament injury in soccer players in the Brazilian championship. *Acta Ortopédica Brasileira*, 29(1), 45-48. <https://doi.org/10.1590/1413-785220212901235225>

Nordin, M. y Frankel, V. (2013). *Bases biomecánicas del sistema musculoesquelético* (4.<sup>a</sup> ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

Oré, P. (2013). *Programa de ejercicios propioceptivos en los jugadores de fútbol con lesión del ligamento cruzado anterior del equipo sport Huancayo en el distrito de Huancayo periodo 2013* (Trabajo de Grado). Universidad alas peruanas.

Páez, N. (2020). *AFIC botas de fútbol* (Trabajo de Grado). Universidad de los Andes.

Paredes, V. Martos, S. y Romero, B. (2011). Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 11 (43), 573-591. Recuperado de: <https://tinyurl.com/2mn4uttd>

Pearson Education. (2011). Órgano tendinoso de Golgi. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/yfmwxcfp>

Peña, C. (2021). ¿Cuánto se lesiona un jugador profesional? Un análisis de la epidemiología de las lesiones en el fútbol. Recuperado de <https://tinyurl.com/2p8btxhu>

- Peña, L., Gómez, K., Vargas, M., Ibarra, G. y Máñez, A. (2018). Determinación de rangos de movimiento del miembro superior en una muestra de estudiantes universitarios mexicanos. *Revista ciencias de la salud*, 16. Recuperado de <https://tinyurl.com/262zswcu>
- Peredo, F., Marín, R. y Mecías, M. (2021). Lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) en futbolistas cántabros. Análisis descriptivo de los factores de riesgo. *MLS Sport Research*, 1(1). Recuperado de <https://www.mlsjournals.com/Sport-Research/article/view/654>
- Pons, A. (2019). Rotura del ligamento cruzado anterior en deporte. *NPunto*, 2(10). Recuperado de <https://tinyurl.com/m5hjwt>
- Quizlet. (2022). Tracto espinocerebeloso anterior. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/2txfp77d>
- Rodríguez, K., Soni, M., Joshi, P., Patel, S., Shreya, D., Zamora, D., . . . Sange, I. (2021). Anterior cruciate ligament injury: Conservative versus surgical treatment. *Cureus*, 13(12). doi <https://doi.org/10.7759/cureus.20206>
- Sáez, J. y Arribas, B. (2014). *Manual del residente de COT*. SECOT. Recuperado de <https://tinyurl.com/3286ebt8>
- Saló, J. (2016). Estructura de los ligamentos. Características de su cicatrización. *Monografías de Actualización de la sociedad española de medicina y cirugía del pie y tobillo*, 1-6(8). Recuperado de <https://tinyurl.com/bdvj7hnj>
- Salvador, J. (2017). Readaptación deportiva en lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas amateur. *G-SE*. Recuperado de <https://tinyurl.com/yhtwzttj>

Sampedro, J. y Piñonosa, S. (2017). Análisis del mecanismo de producción de lesión de los participantes postoperados del ligamento cruzado anterior en el Hospital Clínico de San Carlos de Madrid. *Revista Española De Educación Física y Deportes*. (400).

Recuperado de: <https://tinyurl.com/5epvjdm4>

Schiffner, E., Latz, D., Grassmann, J. P., Schek, A., Thelen, S., Windolf, J., Jungbluth, P.

(2018). Anterior cruciate ligament ruptures in German elite soccer players: Epidemiology, mechanisms, and return to play. *The Knee*, 25(2), 219-225.

<https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.01.010>

Sears, B. (2022). Examples of proprioception in physical therapy. Recuperado de

<https://tinyurl.com/mw6eruku>

Síndesi. (2021). Huso muscular. [Figura]. Recuperado de <https://tinyurl.com/4u9cj2hy>

Snell, R. (2014). *Neuroanatomía clínica* (7.<sup>a</sup> ed.). Wolters Kluwer Health.

Tarantino, F. (2021). *Entrenamiento propioceptivo: Principios en el diseño de ejercicios y guías prácticas* (1.<sup>a</sup> ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana S.A. de C.V.

Taboadela, C. (2007). *Goniometría* (1.<sup>a</sup> ed.). Buenos Aires, ar: Asociart.

Tortora, G., y Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (15.<sup>a</sup> ed.). Ciudad de México, México: Médica Panamericana.

Traumatopedia. (2022). Resonancia magnética ruptura LCA [Figura]. Recuperado de

<https://tinyurl.com/3hcbj6xh>

Trujillo, M. (2019). Confiabilidad de las pruebas ortopédicas usadas en la evaluación física para el diagnóstico de lesión del ligamento cruzado anterior. Universidad Inca Garcilaso De La Vega.

- Vadillo, P. y Zamora, E. (2014). *Manual del residente de COT*. SECOT. Recuperado de <https://tinyurl.com/mr258mkt>
- Valderrama, A., Granados, J., Alvarado, C., Barrera, B., Contreras, E., Uriarte, K. y Arauz, G. (2017). Lesión del ligamento cruzado anterior. *Orthotips AMOT*, 13(4), 160-168. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2017/ot174b.pdf>
- Viñao, A. (2016). *Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas*. (Grado en fisioterapia). Universidad de Valladolid.
- Waldén, M., Hägglund, M., Magnusson, H., y Ekstrand, J. (2016). ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 744-750. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095952>
- Yao, S., Fu, B. y Yung, P. (2021). Graft healing after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, 25, 8-15. doi <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2021.03.003>
- Zhao, M., Zhou, Y., Chang, J., Hu, J., Liu, H., Wang, S., Li, H. (2020). The accuracy of MRI in the diagnosis of anterior cruciate ligament injury. *Annals of Translational medicine*, 8(24). <https://doi.org/10.21037/atm-20-7391>