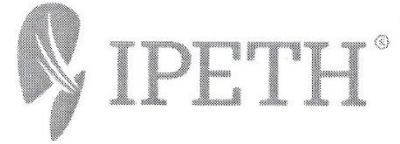


**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES**

**Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.**



**Que Presenta**

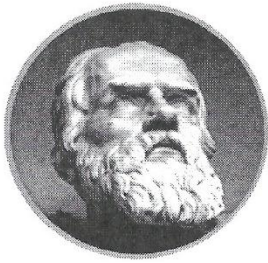
Byron Eduardo Navarrijo Cruz  
Mario Franklin Velásquez Flores  
**Ponentes**

Numero de carnet

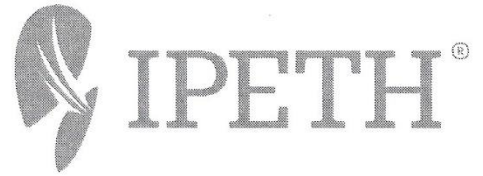
14010533

14002589

Guatemala



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

**Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.**

Tesis profesional para obtener el Título de  
Licenciado en Fisioterapia

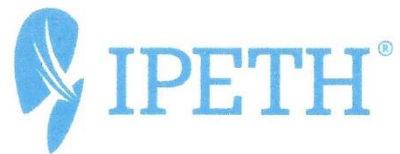
Que presenta



Byron Eduardo Navarajo Cruz  
Mario Franklin Velásquez Flores  
PONENTES

L.F.T. Ana Karen Mendoza García  
DIRECTOR DE TESIS

Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno  
ASESOR METODOLOGICO



**IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES**

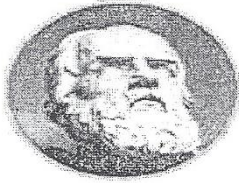
**LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA**

**INVESTIGADORES RESPONSABLES**

**BYRON EDUARDO NAVARIJO CRUZ  
MARIO FRANKLIN VELÁSQUEZ FLORES  
PONENTES**

**L.F.T. ANA KAREN MENDOZA GARCÍA  
DIRECTOR DE TESIS**

**MTRA. ANTONIETA BETZABETH MILLAN CENTENO  
ASESOR METODOLÓGICO**



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 29 de Junio de 2019

Estimado alumno:

**Byron Eduardo Navarijo Cruz y Mario Franklin Velásquez Flores**

Presente.

Respetable alumno:

La comisión designada para evaluar el proyecto "Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa del ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.", correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Francisco Javier  
Campos de Yta.  
Secretario.

Mtra. María Montserrat  
Pardo Corona.  
Presidente.

Lic. Ana Karen  
Mendoza García  
Examinador.





**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 30 de Enero de 2019

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

Respetable Doctora Chávez:

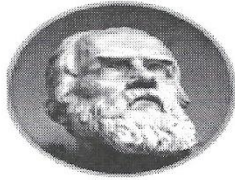
De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que como catedrático y asesor del curso de Tesis de la Licenciatura en Fisioterapia he revisado la ortografía y redacción del trabajo TESIS del estudiante: Byron Eduardo Navarizo Cruz y Mario Franklin Velásquez Flores titulado **"Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica."** Mismo que a mi criterio, cumple los requisitos de grado en Licenciatura en Fisioterapia.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



Licda. Ana Karen Mendoza García  
ASESOR DE TESIS



**Galileo**  
UNIVERSIDAD  
La Revolución en la Educación

Guatemala, 30 de Enero de 2019

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno:

**Byron Eduardo Navarajo Cruz**

**Mario Franklin Velásquez Flores**

De la Licenciatura en Fisioterapia, culminaron su informe final de tesis titulado: **“Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.”**. Por lo que, a mi criterio, dicho informe cumple los requisitos de forma y fondo establecidos en el instructivo para Elaboración y Presentación de Tesis de grado en Licenciatura en Fisioterapia.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Licda. Itzel Dorantes Venancio

REVISOR DE TESIS

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

<b>Nombre del Asesor</b>	Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
<b>Nombre del Alumno</b>	Byron Eduardo Navarajo Cruz
<b>Nombre de la Tesina</b>	Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.
<b>Fecha de realización</b>	

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

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

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
<i>1</i>	<i>Formato de Página</i>			
b.	Hoja tamaño carta.	✓		
c.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	✓		
d.	Margen izquierdo a 3.5 cm.	✓		
e.	Orientación vertical excepto gráficos.	✓		
f.	Paginación correcta.	✓		
g.	Números romanos en minúsculas.	✓		
h.	Página de cada capítulo sin paginación.	✓		
i.	Margen superior derecho mismo tipo de fuente del documento.	✓		
j.	Inicio de capítulo centrado y en mayúsculas.	✓		
K	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	✓		
l.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	✓		
m.	Times New Roman (Tamaño 12).	✓		
n.	Color fuente negro.	✓		
o.	Estilo fuente normal.	✓		
p.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	✓		
q.	Alineación de texto justificado.	✓		
r.	Interlineado a 2.0	✓		



s.	Espacio entre párrafo y párrafo: Igual al interlineado.	✓		
t.	Espacio después de punto y seguido dos caracteres.	✓		
u.	Espacio entre temas 2 (tomando en cuenta el interlineado)	✓		
v.	Resumen sin sangrías.	✓		
w.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	✓		
x.	Títulos de primer orden con el formato adecuado.	✓		
y.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado.	✓		
z.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado.	✓		
<b>2</b>	<b>Formato Redacción</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Sin faltas ortográficas.	✓		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	✓		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	✓		
d.	Continuidad en los párrafos.	✓		
e.	Párrafos con estructura correcta.	✓		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	✓		
g.	Correcta escritura numérica.	✓		
h.	Oraciones completas.	✓		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	✓		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	✓		
k.	Uso correcto de tildes.	✓		
	Empleo mínimo de paréntesis.	✓		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	✓		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	✓		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	✓		
o.	Los números menores a 10 se escriben con letras a excepción de una serie, una página, porcentajes y comparación entre dos dígitos.	✓		
p.	Indicación de grupos con números romanos.	✓		
q.	Sin notas a pie de página.	✓		
<b>3</b>	<b>Formato de Cita</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	✓		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	✓		
		✓		

c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	✓		
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.	✓		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	✓		
<b>3</b>	<b>Formato referencias</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	✓		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	✓		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	✓		
<b>4</b>	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	✓		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	✓		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	✓		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	✓		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	✓		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	✓		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	✓		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	✓		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	✓		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	✓		
k.	Comunicó claramente su información.	✓		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	✓		
m.	Pensó en formas para mejorar investigación.	✓		
n.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	✓		
o.	El planteamiento es claro y preciso.	✓		
p.	Los objetivos tanto generales como específicos no dejan de lado el problema inicial y son formulados en forma precisa.	✓		
q.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	✓		
		✓		



r.	El alumno conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	✓		
s.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado.	✓		
t.	El capítulo II se desarrolla en base al tipo de enfoque, investigación y estudio referido.	✓		
u.	El capítulo III se realizó en base al tipo de investigación señalado.	✓		
v.	El capítulo IV proyecta los resultados pertinentes en base a la investigación realizada.	✓		
w.	Las conclusiones surgen en base al tipo de investigación realizada.	✓		
z.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	✓		
		✓		
		✓		

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



Firma del Asesor en Metodología

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

<b>Nombre del Asesor</b>	Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno
<b>Nombre del Alumno</b>	Mario Franklin Velásquez Flores
<b>Nombre de la Tesina</b>	Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.
<b>Fecha de realización</b>	

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

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

<i>No.</i>	<i>Aspecto a evaluar</i>	<i>Registro de cumplimiento</i>		<i>Observaciones</i>
		<i>Si</i>	<i>No</i>	
<i>1</i>	<i>Formato de Página</i>			
b.	Hoja tamaño carta.	✓		
c.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	✓		
d.	Margen izquierdo a 3.5 cm.	✓		
e.	Orientación vertical excepto gráficos.	✓		
f.	Paginación correcta.	✓		
g.	Números romanos en minúsculas.	✓		
h.	Página de cada capítulo sin paginación.	✓		
i.	Margen superior derecho mismo tipo de fuente del documento.	✓		
j.	Inicio de capítulo centrado y en mayúsculas.	✓		
K	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	✓		
l.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	✓		
m.	Times New Roman (Tamaño 12).	✓		
n.	Color fuente negro.	✓		
o.	Estilo fuente normal.	✓		
p.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	✓		
q.	Alineación de texto justificado.	✓		
r.	Interlineado a 2.0	✓		



s.	Espacio entre párrafo y párrafo: Igual al interlineado.	✓		
t.	Espacio después de punto y seguido dos caracteres.	✓		
u.	Espacio entre temas 2 (tomando en cuenta el interlineado)	✓		
v.	Resumen sin sangrías.	✓		
w.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	✓		
x.	Títulos de primer orden con el formato adecuado.	✓		
y.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado.	✓		
z.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado.	✓		
<b>2</b>	<b>Formato Redacción</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Sin faltas ortográficas.	✓		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	✓		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y mesurado.	✓		
d.	Continuidad en los párrafos.	✓		
e.	Párrafos con estructura correcta.	✓		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	✓		
g.	Correcta escritura numérica.	✓		
h.	Oraciones completas.	✓		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	✓		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	✓		
k.	Uso correcto de tildes.	✓		
	Empleo mínimo de paréntesis.	✓		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	✓		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	✓		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	✓		
o.	Los números menores a 10 se escriben con letras a excepción de una serie, una página, porcentajes y comparación entre dos dígitos.	✓		
p.	Indicación de grupos con números romanos.	✓		
q.	Sin notas a pie de página.	✓		
<b>3</b>	<b>Formato de Cita</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Empleo mínimo de citas.	✓		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecorilladas.	✓		
		✓		

c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	✓		
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.	✓		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	✓		
3	<b>Formato referencias</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	✓		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	✓		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	✓		
4	<b>Marco Metodológico</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	✓		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	✓		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	✓		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	✓		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	✓		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	✓		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	✓		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	✓		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	✓		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	✓		
k.	Comunicó claramente su información.	✓		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	✓		
m.	Pensó en formas para mejorar investigación.	✓		
n.	El problema a investigar ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	✓		
o.	El planteamiento es claro y preciso.	✓		
p.	Los objetivos tanto generales como específicos no dejan de lado el problema inicial y son formulados en forma precisa.	✓		
q.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	✓		
				X



r.	El alumno conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	✓		
s.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado.	✓		
t.	El capítulo II se desarrolla en base al tipo de enfoque, investigación y estudio referido.	✓		
u.	El capítulo III se realizó en base al tipo de investigación señalado.	✓		
v.	El capítulo IV proyecta los resultados pertinentes en base a la investigación realizada.	✓		
w.	Las conclusiones surgen en base al tipo de investigación realizada.	✓		
z.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	✓		

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

  
 Firma del Asesor en Metodología



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

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

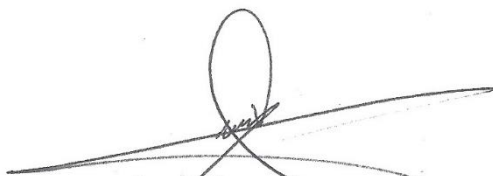
<b>Nombre del Director</b>	L.F.T. Ana Karen Mendoza García
<b>Nombre del Alumno</b>	Byron Eduardo Navarizo Cruz
<b>Nombre de la Tesina</b>	Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.
<b>Fecha de realización</b>	

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

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	✓		
2	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	✓		
3	La identificación del problema es la correcta.	✓		
4	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	✓		
5	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	✓		
6	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	✓		
7	El proceso de investigación es adecuado.	✓		
8	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	✓		
9	La introducción contiene los elementos necesarios, mismos que hacen evidente al problema de estudio.	✓		
10	Los objetivos han sido expuestos en forma correcta y expresan el resultado de la labor investigativa.	✓		

11	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	✓		
<b>No.</b>	<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
12	Planteó claramente en qué consiste su problema.	✓		
13	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	✓		
14	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.	✓		
15	La pregunta es pertinente a la investigación.	✓		
16	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	✓		
17	Sus objetivos fueron verificados.	✓		
18	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	✓		
19	Los materiales utilizados fueron los correctos.	✓		
20	Los aportes han sido manifestados por el alumno en forma correcta.	✓		
21	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto	✓		
22	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	✓		
23	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	✓		
24	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	✓		

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



Ana Karan Medrano Garcia  
 Nombre y Firma Del Director de Tesina



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

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

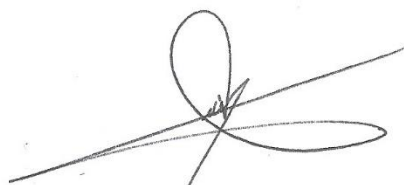
<b>Nombre del Director</b>	L.F.T. Ana Karen Mendoza García
<b>Nombre del Alumno</b>	Mario Franklin Velásquez Flores
<b>Nombre de la Tesina</b>	Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.
<b>Fecha de realización</b>	

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

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	✓		
2	Derivó adecuadamente su tema en base a la línea de investigación correspondiente.	✓		
3	La identificación del problema es la correcta.	✓		
4	El problema tiene relevancia y pertinencia social.	✓		
5	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	✓		
6	Evidencia el estudiante estar ubicado teórica y empíricamente en el problema.	✓		
7	El proceso de investigación es adecuado.	✓		
8	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	✓		
9	La introducción contiene los elementos necesarios, mismos que hacen evidente al problema de estudio.	✓		
10	Los objetivos han sido expuestos en forma correcta y expresan el resultado de la labor investigativa.	✓		

11	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	✓		
<b>No.</b>	<b>Aspecto a evaluar</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
12	Planteó claramente en qué consiste su problema.	✓		
13	La justificación está determinada en base a las razones por las cuales se realiza la investigación y sus posibles aportes desde el punto de vista teórico o práctico.	✓		
14	El marco teórico se fundamenta en: antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.	✓		
15	La pregunta es pertinente a la investigación.	✓		
16	Ágrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	✓		
17	Sus objetivos fueron verificados.	✓		
18	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	✓		
19	Los materiales utilizados fueron los correctos.	✓		
20	Los aportes han sido manifestados por el alumno en forma correcta.	✓		
21	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto	✓		
22	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	✓		
23	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	✓		
24	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	✓		

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



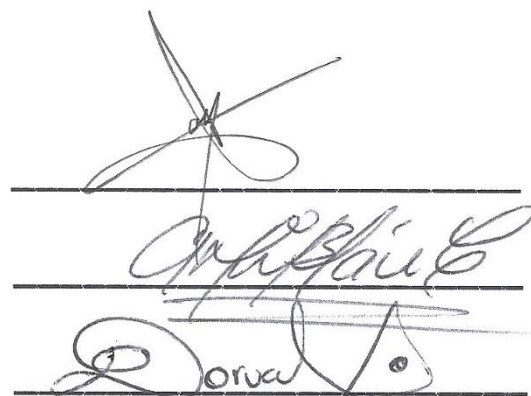
Ana Karan Mandoza Garcia

Nombre y Firma Del Director de Tesina

---

**DICTAMEN DE TESIS**Siendo el día 30 del mes de enero del año 2019.

Los C.C. L.F.T. Ana Karen Mendoza García  
Director de Tesis  
Mtra. Antonieta Betzabeth Millan Centeno  
Asesor Metodológico  
L.F.T. Itzel Dorantes Venancio  
Coordinador de Titulación



Autorizan la Tesina con el Nombre : Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica.

Realizada por el Alumno: Byron Eduardo Navarajo Cruz  
Mario Franklin Velásquez Flores

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







## IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES

### LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA

#### TITULAR DE DERECHOS

Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y Byron Eduardo Navarajo Cruz y Mario Franklin Velásquez Flores como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Beneficios terapéuticos de la propiocepción posterior a la cirugía de injerto de tendón del cuádriceps en la ruptura completa de ligamento cruzado anterior para la integración de la práctica deportiva del atleta masculino de Rugby profesional entre edades de 20 a 25 años, basado en una revisión bibliográfica**; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y Humanidades; autorización para que se fije la obra en cualquier medio, incluido electrónico y la divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

**Byron Eduardo Navarajo Cruz**  
**Mario Franklin Velásquez Flores**

**Guatemala 28 de enero de 2,019**

**Firma**

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Byron Eduardo Navarajo Cruz", written over a horizontal line.

**Firma**

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Mario Franklin Velásquez Flores", written over a horizontal line.

## Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios como pilar esencial de diario vivir, que nos ha dado la oportunidad de poder seguir disfrutando de las cosas buenas de la vida.

A nuestros padres como insignia de nuestro esfuerzo durante todo este recorrido universitario.

A nuestros familiares y seres queridos que creyeron en nosotros, que nos han apoyado y brindado de ánimos para poder continuar

## Agradecimientos

Agradecemos grandemente a Dios por darnos la oportunidad y la bendición de estar presentes, de poder disfrutar nuevas experiencias y oportunidades que vendrán a futuro.

A nuestros padres quienes han sido uno de nuestros pilares a lo largo de nuestras vidas, por el apoyo incondicional que, a pesar de los sacrificios y las preocupaciones, siguen apoyándonos y creyendo en nosotros.

A nuestros familiares que nos han visto crecer, entre ellos hermanos, primos, tíos y abuelos que nos han llenado de buenos momentos y experiencias.

A nuestros amigos que nos han apoyado y brindado su amistad a lo largo de nuestros estudios superiores y que esperamos que continúe así por mucho tiempo.

## Palabras Clave

Ligamento cruzado anterior

Propiocepción

Rehabilitación

Rugby

# ÍNDICE PROTOCOLARIO

Portada	
Portadilla .....	i
Investigadores responsables .....	ii
Hoja de autoridades y terna examinadora .....	iii
Carta de aprobación del asesor .....	iv
Carta de aprobación del revisor .....	v
Listas de cotejo .....	vi
Hoja de dictamen de Tesis .....	xii
Hoja de titular de Derechos.....	xiii
Dedicatoria .....	xiv
Agradecimientos .....	xv
Palabras Clave.....	xvi



## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
1.1 Antecedentes Generales .....	2
1.1.1 Anatomía de la rodilla: Huesos, ligamentos y músculos.....	3
1.1.1.1 Huesos .....	3
1.1.1.2 Ligamentos .....	5
1.1.1.3 Músculos.....	8
1.1.2 Biomecánica de rodilla .....	15
1.1.3 Biomecánica del ligamento cruzado anterior .....	15
1.1.4 Grados de Movilidad (Taboadela, 2007).....	16
1.1.5 Ligamento Cruzado Anterior.....	17
1.1.5.1 Definición .....	17
1.1.5.2 Anatomía de ligamento cruzado anterior.....	18
1.1.6 Clasificación de la lesión.....	20
1.1.7 Etiología.....	21
1.1.7.1 Aspectos Extrínsecos.....	22
1.1.7.2 Aspectos Intrínsecos.....	23
1.1.8 Fisiopatología .....	26
1.1.9 Vía del dolor .....	27
1.1.9.1 Transducción .....	27
1.1.9.2 Transmisión .....	28
1.1.9.3 Modulación.....	30

1.1.9.4 Sistema modulador descendente .....	32
1.1.10 Factores de riesgo .....	33
1.1.11 Epidemiología .....	34
1.1.12 Diagnóstico .....	36
1.1.12.1 Pruebas Diagnósticas .....	38
1.1.12.2 Prueba de Lachman .....	38
1.1.12.3 Prueba de Cajón Anterior .....	39
1.1.12.4 Prueba de Pívor Shift .....	40
1.1.12.5 Prueba de Jerk .....	41
1.1.12.6 Imagenología .....	42
1.1.12.6.1 Radiografía .....	42
1.1.12.6.2 Resonancia magnética .....	42
1.2 Antecedentes específicos .....	43
1.2.1 El tendón del cuádriceps .....	43
1.2.2 Evidencia de la propiocepción en rehabilitación .....	43
1.2.2.1 Propiocepción .....	47
1.2.2.2 Propioceptores .....	49
1.2.2.3 Objetivo de la propiocepción .....	50
CAPÍTULO II .....	52
2.1 Planteamiento del problema .....	52
2.2 Justificación .....	53
2.3 Objetivos .....	55
2.3.1 Objetivo General .....	55
2.3.2 Objetivos Específicos .....	55

3.3 Tipo de Estudio .....	59
3.4 Método de Estudio .....	60
3.5 Diseño de investigación .....	61
3.6 Criterios de selección .....	62
3.6.1 Palabras clave .....	62
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>64</b>
4.1 Resultados .....	64
4.2 Discusión.....	66
4.3 Conclusiones .....	67
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	68
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>69</b>



## **RESUMEN**

El ligamento cruzado anterior es uno de los tejidos blandos más importantes en la articulación de la rodilla por su alta tolerancia a la carga y evitar la traslación anterior de la tibia durante el movimiento.

Se estima entre 200,000 a 300,000 lesiones de ligamento cruzado anterior por lo que se convierte en una de las lesiones más comunes que pueden ocurrir a nivel de miembros inferiores, entre las causas se encuentra la práctica deportiva.

El rugby es uno de los deportes que posee una alta incidencia de lesiones debido al contacto entre los jugadores durante el tiempo de juego, sin embargo, en el ligamento cruzado anterior la causalidad es por lo regular de forma indirecta al contacto con los demás jugadores, sobre todo durante la carrera.

Dicha lesión puede volverse complicada de superar por su tiempo de curación y su posible reincidencia a la lesión de no ser abordada eficazmente.

# CAPÍTULO I

## 1.1 Antecedentes Generales

La rodilla es una articulación que se encuentra ubicado en los miembros inferiores, en conjunto con las de cadera y tobillo, por ende, engloba diferentes características que le confieren una alta importancia en el desempeño de diferentes actividades de la vida diaria.

Empieza a formarse a partir de una concentración de mesénquima en la cuarta semana de gestación; la formación es rápida por lo que a la sexta semana ya es reconocible dicha articulación. (Arabia y Arabia, 2008).

Es la más grande y compleja articulación del cuerpo humano y en realidad consiste en tres articulaciones incluidas en una sola cavidad sinovial: 1) la articulación femorrotuliana intermedia... 2) la articulación tibiofemoral externa... y 3) la articulación tibiofemoral interna... (Tortora y Grabowski, 2002).

Desde el punto de vista mecánico, la articulación de la rodilla en un caso sorprendente... sin embargo el poco acoplamiento de las superficies, condición necesaria para una buena movilidad, la expone a esguinces y luxaciones (Kapandji, 2010).

El juego del rugby según Ralph Beneke (2015) “es uno que nació en Inglaterra”, es un deporte de contacto donde el objetivo es el de llevar el balón hacia la portería del contrincante, pero a diferencia de otros deportes se ve implicado contacto directo entre los deportistas al realizar jugadas defensivas como los tackles, además los jugadores se ven expuestos a periodos explosivos de carrera y cambios de posición dentro de la cancha y la jugada finaliza al realizar una anotación. En base a lo mencionado, la implicación de los miembros inferiores es alta, donde la articulación de rodilla (siendo la más inestable y vulnerable) se ve propensa a sufrir lesiones durante las jugadas, siendo la lesión de ligamento cruzado anterior, una de ellas.

Conocemos que el ligamento cruzado anterior es uno de los principales ligamentos de proporciona estabilidad a la articulación de la rodilla. Según Margaret Nordin (2004) el ligamento asume el 75% de la fuerza anterior en extensión completa y un 10% adicional (hasta 90°) de flexión de rodilla.

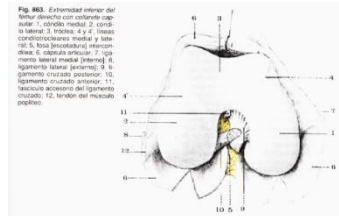
### **1.1.1 Anatomía de la rodilla: Huesos, ligamentos y músculos**

#### **1.1.1.1 Huesos**

- **Extremidad inferior del fémur:** Comprende: adelante, la tróclea, que presenta una garganta en cuyo fondo convergen dos vertientes, medial y lateral, destinados a la

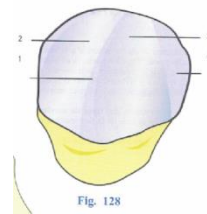


patella (rótula): cóndilos femorales (figura 1): sus superficies articulares continúan a las dos vertientes de la tróclea hacia atrás, abajo y luego en la cara posterior. En el límite entre las superficies articulares, condílea y troclear, en estado fresco están cubiertas por cartílago hialino.



(Latarjet, M. (1995). Extremidad inferior del fémur. Figura 1)

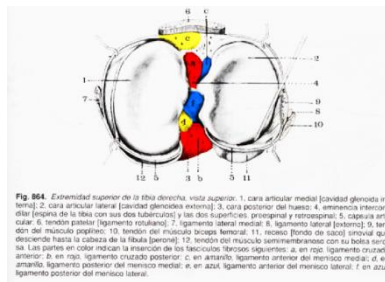
- **Patella:** En los tres cuartos superiores de su cara posterior, opone a la tróclea femoral una superficie articular, con una saliente mediana y dos caras laterales... La superficie articular de la patella (rótula) presenta un revestimiento cartilaginoso de considerable espesor (figura 2).



(Kapandji, A. I. (2010). Cara posterior de la rótula. Figura 2)

- **Extremidad superior de la tibia:** Opone a los cóndilos femorales, fuertemente convexos... las caras articulares superiores (cavidades glenoideas), soportadas por los cóndilos (tuberosidades) tibiales: el conjunto se designa “platinos tibiales” (figura 3)... los bordes mediales de las cavidades se levantan para formar las eminencias intercondilares (espinas de la tibia), que aumentan el diámetro transversal de estas cavidades... por delante y por detrás de las de las espinas, las superficies (áreas intercondilares preespinal y retroespinal) separan ambas caras articulares superiores

(cavidades glenoideas)... el cartílago de revestimiento es más espeso en el centro de las superficies tibiales.



(Latarjet, M. (1995). Extremidad superior de la tibia. Figura 3)

### 1.1.1.2 Ligamentos

- **Ligamento cruzado anterior:** Se inserta abajo, en la superficie preintercondilar (preespinal) por delante de la eminencia intercondilar medial (espina interna) y medialmente al cuerno anterior del menisco lateral. Se dirige hacia arriba, atrás y lateralmente, para terminar en la cara medial del cóndilo lateral, en la parte más posterior, siguiendo una línea vertical. (Figura 4).
- **Ligamento cruzado posterior:** Se inserta en la superficie por detrás de la eminencia intercondilar (retroespinal) de la tibia, prolongándose siempre sobre el borde posterior del platillo tibial; desde aquí se dirige hacia arriba, anteromedialmente, para insertarse en la cara lateral del cóndilo medial, siguiendo una línea horizontal. (Figura 4).

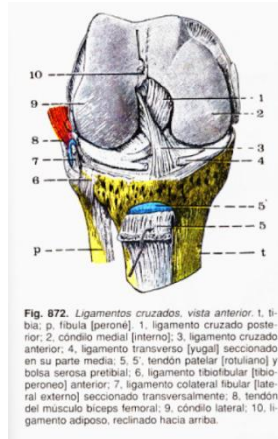


Fig. 872. Ligamentos cruzados, vista anterior. 1, tibia; p, fibula [peroné]; 1, ligamento cruzado posterior; 2, cóndilo medial [interno]; 3, ligamento cruzado anterior; 4, ligamento transverso [yugal] seccionado en su parte media; 5, 5', tendón patelar [rotuliano] y bolsa serosa pretilial; 6, ligamento fibofibular [fibroperoneo] anterior; 7, ligamento colateral fibular [lateral externo] seccionado transversalmente; 8, tendón del músculo bíceps femoral; 9, cóndilo lateral; 10, ligamento adiposo, reclinado hacia arriba.

(Latarjet, M. (1995). Ligamentos cruzados, vista anterior. Figura 4)

- **Ligamento colateral tibial (lateral interno):** Se extiende desde el cóndilo medial a la tibia, ligeramente oblicuo abajo y adelante, pasa en puente, superficial al tendón reflejo del músculo semimembranoso (Figura 5). Está formado por fibras netas que, por su cara profunda, adhieren al menisco sin interrumpirse. De la parte posterior, en su mitad superior, desprenden fibras oblicuas hacia abajo y atrás que llegan al menisco. De su mitad inferior se desprenden fibras que se dirigen arriba y atrás y que confluyen en el menisco. Se observan así dos formaciones triangulares, una femoromeniscal y otra tibio meniscal.

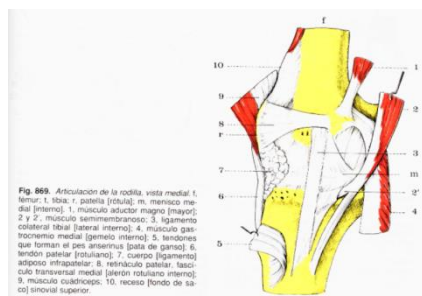


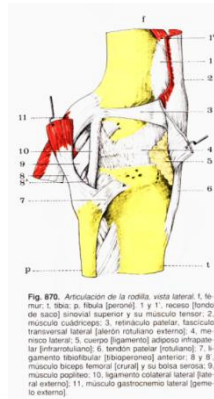
Fig. 869. Articulación de la rodilla, vista medial. f, femur; t, tibia; r, patella [rotula]; m, menisco medial [interno]; 1, músculo aductor magno [mayor]; 2 y 2', músculo semimembranoso; 3, ligamento colateral tibial [lateral interno]; 4, músculo gastrocnemio medial [gemelo interno]; 5, tendones que forman el pes anserinus [pata de ganso]; 6, tendón patelar [rotuliano]; 7, cuerpo [ligamento] adiposo infrapatelar; 8, retináculo patelar; fascículo transversal medial [lateral rotuliano interno]; 9, músculo cuádriceps; 10, recesso [fondo de saco] sinovial superior.

(Latarjet, M. (1995). Ligamento colateral tibial (lateral interno). Figura 5)

- **Ligamento colateral fibular (lateral externo):** Es un condón delgado, fibroso y resistente, inserto bastante atrás en el cóndilo por arriba de la fosa del tendón del



músculo poplíteo (Figura 6) se dirige hacia abajo y atrás para insertarse en la parte anterior y lateral de la cabeza de la fíbula (peroné), por delante en el ápice de la cabeza (apófisis estiloides).



(Latarjet, M. (1995). Ligamento colateral fibular (lateral externo). Figura 6)

La estabilidad de la rodilla está asegurada por los ligamentos cruzados anterior y posterior y los colaterales internos (tibial) y externo (peroneo). El ligamento cruzado anterior (LCA) tiene la función de evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur; el cruzado posterior (LCP) evita el desplazamiento hacia detrás de la tibia en relación con el fémur, que a 90° de flexión se verticaliza y tensa y por ello es el responsable del deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales en el momento de la flexión, lo cual proporciona estabilidad en los movimientos de extensión y flexión. Y los ligamentos laterales brindan una estabilidad adicional a la rodilla; así, el colateral externo o peroneo (LLE), situado en el exterior de la rodilla, impide que esta se desvíe hacia adentro, mientras que el colateral interno o tibial (LLI) se sitúa en el interior de la articulación, de forma que impide la desviación hacia afuera, y su estabilidad depende prácticamente de los ligamentos y los músculos asociados. (G. García et al. 2003).

Consecuentemente, en la mayoría de los casos hay muchos músculos que contribuyen sinérgicamente a la estabilidad dinámica de la rodilla.

### 1.1.1.3 Músculos

- **Cuádriceps Femoral (Figura 7)**

Origen del recto anterior: Porción recta: espina ilíaca anteroinferior. Porción refleja: surco situado por encima del reborde del acetábulo.

Origen del vasto externo: Porción proximal de la línea intertrocantérea, bordes anterior e inferior del trocánter mayor, labio externo de la tuberosidad glútea, mitad proximal del labio externo de la línea áspera y tabique intermuscular externo.

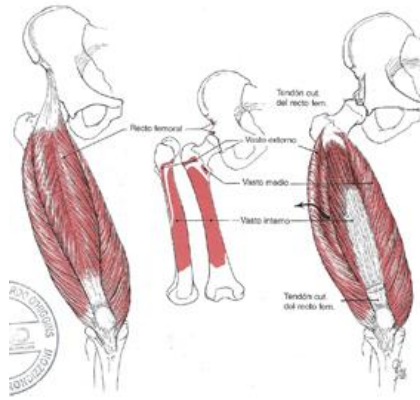
Origen del vasto medial: Superficies anterior y externa de los dos tercios proximales del cuerpo del fémur. tercio distal de la línea áspera y tabique intermuscular externo.

Origen del vasto interno: Mitad distal de la línea intertrocantérea, labio interno de la línea áspera, porción proximal de la línea supracondílea interna, tendones de los aductores largo y mayor y tabique intermuscular interno.

Inserción: Borde proximal de la rótula, y a través del ligamento rotuliano hasta la tuberosidad de la tibia.

Acción: El cuádriceps extiende la articulación de la rodilla y la porción del recto anterior, y flexiona la articulación de la cadera.

Inervación: Crural, L2, 3, 4.



(Kendall, F. (2007). CUÁDRICEPS FEMORAL. Figura 7)

- **Tensor de la sinovial de la rodilla**

Origen: Superficie anterior de la porción distal del cuerpo del fémur.

Inserción: Porción proximal de la membrana sinovial de la articulación de la rodilla.

Acción: Dirige la cápsula articular en sentido proximal.

Inervación: Rama del nervio para el vasto medio.

- **Sartorio (Figura 8)**

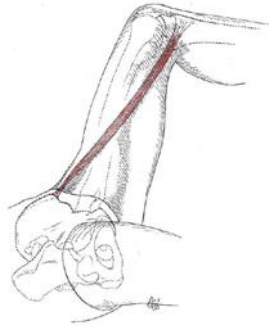
Origen: Espina ilíaca anterosuperior y mitad superior de la escotadura inmediatamente distal a la espina.

Inserción: Porción proximal de la superficie interna de la tibia, cerca de su borde anterior.

Acción: Produce la flexión, la rotación externa y la abducción y la articulación de la cadera. Flexiona la articulación y la rodilla e interviene en su rotación interna.

Inervación: Crural, L2, 3 (4).





(Kendall, F. (2007). SARTORIO. Figura 8)

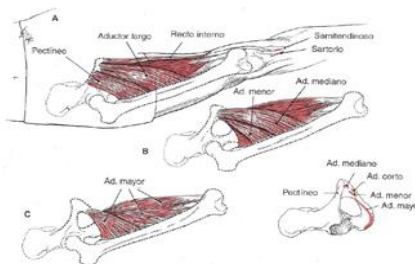
- **Recto Interno (Figura 9)**

Origen: Mitad inferior de la sínfisis púbica t reborde interno de la rama inferior del pubis.

Inserción: Superficie interna de la diáfisis de la tibia, distal a la meseta, proximal a la inserción del semitendinoso y lateral a la inserción del sartorio.

Acción: Aducción de la articulación de la cadera, produce la flexión y la rotación interna de la articulación de la rodilla.

Inervación: Obturador, L2, 3, 4.



(Kendall, F. (2007). RECTO INTERNO. Figura 9)

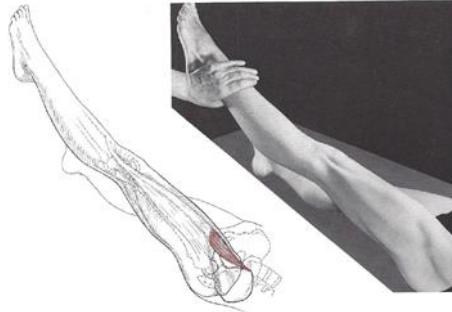
- **Tensor de la fascia lata (Figura 10)**

Origen: Porción anterior del labio externo de la cresta iliaca, superficie externa de la espina ilíaca anterosuperior y superficie profunda de la fascia lata.

Inserción: En la cintilla iliotibial de la fascia lata, en la unión de los tercios proximal y medio del muslo.

Acción: Produce la flexión, la rotación interna y la abducción de la articulación de cadera, contribuye en la tensión de la fascia lata y puede ayudar en la extensión de la rodilla.

Inervación: Glúteo superior, L4, 5, S1.



(Kendall, F. (2007). TENSOR DE LA FASCIA LATA. Figura 10)

- **Semitendinoso (Figura 11)**

Origen: Tuberosidad del isquión por medio de un tendón común con la porción larga del bíceps femoral.

Inserción: Porción proximal de la superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna.

Acción Produce la flexión y la rotación interna de la articulación de la rodilla.  
Extiende la articulación de la cadera y participa en la rotación interna.

Inervación: Ciático (rama tibial), L4, 5, S1, 2.

- **Semimembranoso (Figura 11)**

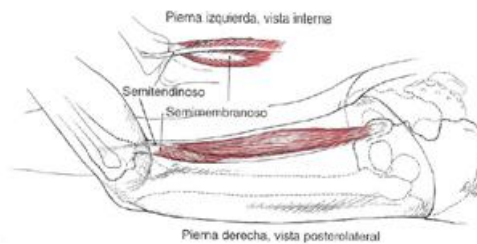
Origen: Tuberosidad del isquión en la porción proximal y externa con respecto al bíceps femoral y al semitendinoso.

Inserción: Cara posterointerna de la meseta interna de la tibia.

Acción: Produce la flexión y la rotación interna de la articulación de la rodilla:

Extiende la articulación de la cadera y participa en la rotación interna.

Inervación: Ciático (rama tibial), L4, 5, S1, 2.



(Kendall, F. (2007). SEMITENDINOSO Y SEMIMEMBRANOSO. Figura 11)

- **Bíceps Femoral (Figura 12)**

Origen de la porción larga: Porción distal del ligamento sacrotuberoso y parte posterior de la tuberosidad del isquión.

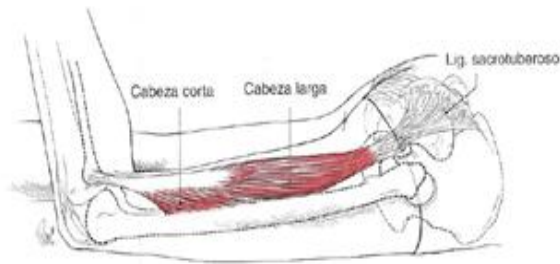
Origen de la porción corta: Labio externo de la línea áspera, dos tercios proximales de la línea supracondílea y tabique intermuscular externo.

Inserción: Cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda del lado externo de la pierna.

Acción: las porciones larga y corta del bíceps femoral producen la flexión y la rotación externa de la articulación de la rodilla. Además, la porción larga extiende y ayuda a la rotación externa de la articulación de la cadera.

Inervación de la porción larga: Ciático (rama tibial), L5, S1, 2, 3.

Inervación de la porción corta: Ciático (rama peronea), L5, S1, 2.



(Kendall, F. (2007). BÍCEPS FEMORAL. Figura 12)

- **Poplíteo (Figura 13)**

Origen: Porción anterior del surco del cóndilo externo del fémur y ligamento poplíteo oblicuo de la articulación de la rodilla.

Inserción: Área triangular proximal a la línea de sóleo sobre la superficie posterior de la tibia y fascia de cobertura del músculo.

Acción: Sin carga de peso (es decir, con el origen fijo), el poplíteo produce la rotación interna de la tibia sobre el fémur y flexiona la articulación de la rodilla. Durante la carga (es decir, con la inserción fija) produce la rotación externa del fémur sobre la tibia y flexiona la articulación de la rodilla. Este músculo ayuda a reforzar los ligamentos posteriores de la articulación de la rodilla.

Inervación: Tibial, L4, 5, S1.



(Kendall, F. (2007). POPLÍTEO. Figura 13)



- **Gemelos (Figura 14)**

Origen de la porción interna: Porciones proximal y posterior del cóndilo interno y porción adyacente del fémur y cápsula de la articulación de la rodilla.

Origen de la porción externa: Cóndilo externo y superficie posterior del fémur y cápsula de la articulación de la rodilla.

Inserción: Parte media de la superficie posterior del calcáneo.

Inervación: Tibial, S1, 2.

Acción: Flexiona articulación del tobillo y ayuda a flexionar la articulación de la rodilla.

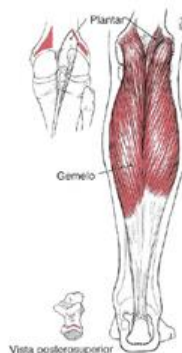
- **Plantar (Figura 14)**

Origen: Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur y porción adyacente de su superficie poplíteo y ligamento poplíteo oblicuo de la articulación de la rodilla.

Inserción: Parte posterior del calcáneo

Inervación: Tibial, L4, 5, S1, (2).

Acción: Flexiona articulación del tobillo y ayuda a flexionar la articulación de la rodilla.



(Kendall, F. (2007). GEMELOS Y PLANTAR. Figura 14)

Las fuerzas compresivas de la rodilla, resultantes del soporte del peso del cuerpo y las cargas aplicadas a los segmentos articulares por actividad muscular, suministran estas fuerzas estabilizadoras. (G. García et al. 2003).

### **1.1.2 Biomecánica de rodilla**

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior. Principalmente, es una articulación de un solo grado de libertad -la flexo-extensión. De manera accesoria, la articulación de rodilla posee un segundo grado de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que sólo aparece cuando la rodilla está flexionada.

### **1.1.3 Biomecánica del ligamento cruzado anterior**

Este previene la traslación anterior de la tibia y se opone a la traslación posterior del fémur. Se inserta por arriba en la cara posteromedial del cóndilo femoral externo y se extiende hacia adentro y abajo para terminar en el espacio intercondíleo entre las inserciones anteriores de los meniscos. (Rosales Estrada, 2018).

EL ligamento asume el 75% de la fuerza anterior en extensión completa y un 10% adicional (hasta 90°) de flexión de rodilla. (Nordin, 2004).

Funcionalmente está constituido por 2 haces de fibras: el haz anterior o anteromedial, que es el mayor y que se pone en tensión con la flexión de la rodilla, mientras que el haz posterolateral se tensa con la extensión de la rodilla. (Rosales Estrada, 2018).

#### 1.1.4 Grados de Movilidad (Taboadela, 2007)

La articulación de rodilla presenta los siguientes grados de movilidad:

- **Flexión**
  - 0° - 150° (AO) y 0° - 135° (AAOS) .
- **Extensión**
  - Activa 0° (AO) y 0° (AAOS).
  - Pasiva 0° - 10° (AO) y 0° - 10° (AAOS).

La rodilla se clasifica como biaxial y condílea, en la cual una superficie cóncava se desliza sobre otra convexa alrededor de 2 ejes. Como superficies articulares presenta cóndilos del fémur, superficie rotuliana del fémur, carilla articular de la rótula y meniscos femorales (estructuras cartilaginosas que actúan como cojinetes, amortiguando el choque entre el fémur y la tibia). La cápsula articular es grande y laxa, y se une a los meniscos. (G. García, R. García, Fuentes & Victoria, 2003).

Como afirma G. García et al. (2003). Con respecto a la articulación femorotibial puede decirse que la rodilla humana está construida normalmente con un cierto grado de valgismo. Ello significa que estando extendido el miembro inferior, los ejes del fémur y de la tibia no se continúan en línea recta, sino que forman un ángulo obtuso abierto hacia afuera (ángulo femorotibial). Este ángulo de divergencia de los 2 huesos que constituyen la articulación mide, como término medio, de 170 a 177°.

Posee un fuerte aparato ligamentoso, cuyos ligamentos son: colateral tibial o interno y fibular o externo, transverso de la rodilla, meniscofemoral anterior y posterior, así como cruzados anterior y posterior (Figura 15).

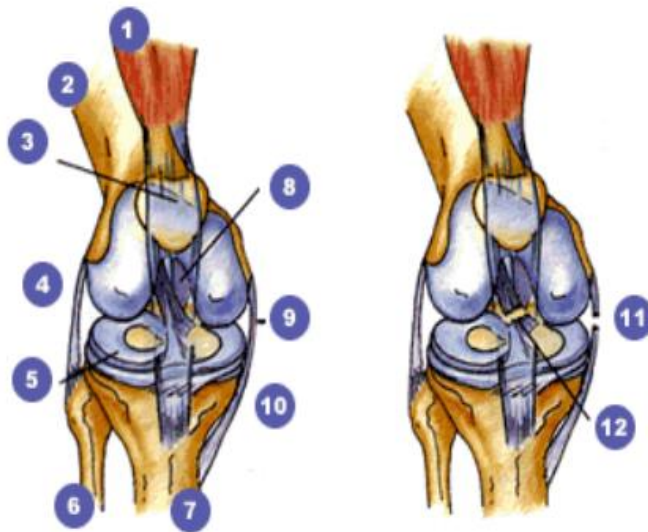


Figura. Vista anterior de la articulación de la rodilla  
 1.-Cuadriceps (recto femoral), 2.-Fémur, 3.-Rótula, 4.-Lig. colateral peroneo,  
 5.-Menisco lateral, 6.-Peroné, 7.-Tibia, 8.-Lig. cruzado posterior, 9.-Lig. colateral tibial  
 10.-Lig. cruzado anterior, 11.-Lig. Interno Izquierdo roto, 12.-Lig. cruzado anterior roto

(G. García, R. García, Fuentes & Victoria (2003). Articulación de la rodilla y su mecánica articular. Figura 15)

### 1.1.5 Ligamento Cruzado Anterior

#### 1.1.5.1 Definición

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura intraarticular y extrasinovial. Su inserción proximal se sitúa en la porción más posterior de la cara interna del cóndilo femoral externo; se dispone en dirección distal-anterior-interna, abriéndose en abanico hacia su inserción distal en la región anterointerna de la meseta tibial entre las espinas tibiales,



estructuralmente está compuesto por fibras de colágeno rodeadas de tejido conjuntivo laxo y tejido sinovial. (Mejías, Estrada & España, 2014).

### **1.1.5.2 Anatomía de ligamento cruzado anterior**

La inserción tibial del LCA no es en la espina anteromedial sino en una fosa anterior y lateral a la espina medial; esta inserción tiene 11 mm de amplitud y 17 mm en dirección anteroposterior. La inserción tibial envía fibras hacia delante que pasan por debajo del ligamento meniscal transverso. (Arabia y Arabia, 2008).

El LCA está envuelto por la membrana sinovial, o sea, que es intracapsular. Por su orientación espiral las fibras que se derivan de la porción más posterior y proximal del cóndilo femoral lateral y se insertan en la parte más anterior y medial de la tibia, conforman lo que se ha descrito como la banda anteromedial (AM). A la inversa, las fibras que surgen de la porción más anterior y superior del origen femoral llegan a la parte más posterolateral de la inserción tibial, dando lugar a la banda posterolateral (PL). Esta orientación permite que alguna parte del LCA esté tensa en todo el arco de movimiento, así: en extensión se encuentra tensa la banda PL y se tensiona aún más en hiperextensión; en flexión, el ligamento llega a ser más horizontal, tensionando la banda AM. Los conceptos anatómicos y biomecánicos importantes del LCA normal son los siguientes: que cada fibra tiene un punto único de origen e inserción, que las fibras no son paralelas ni tienen la misma longitud y que no están bajo la misma tensión en ningún punto del movimiento. (Arabia y Arabia, 2008).

Las dimensiones del LCA son las siguientes: 25-38 mm de longitud, 7-12 mm de anchura y 4-7 mm de grosor. El ligamento es más angosto en la porción proximal cerca del origen femoral y se ensancha cuando alcanza la inserción tibial. (Arabia y Arabia, 2008).

En cuanto a su microestructura, el LCA está compuesto de fibras de colágeno de 150-250 nanómetros de diámetro que se entrelazan para formar una red compleja. Varias de estas fibras se unen para formar unidades subfasciculares de 100-250 micrómetros de diámetro, cada una de ellas rodeada por una banda delgada de tejido conectivo laxo, el endotenon. Los subfascículos se unen para formar fascículos, rodeados por el epitenon. El ligamento está luego rodeado por el paratenon y la vaina sinovial. El LCA contiene estructuras neurales fusiformes consistentes en un solo axón rodeado por una cápsula fibrosa similar al órgano tendinoso de Golgi. (Arabia y Arabia, 2008).

La irrigación del LCA proviene de las arterias genicular media (ramas ligamentosas y terminales) y geniculares inferior y lateral (ramas terminales); también del plexo sinovial, que está conectado con la grasa infrapatelar. (Arabia y Arabia, 2008).

El LCA es la primera restricción para el desplazamiento anterior de la tibia. Junto con el ligamento cruzado posterior (LCP), el LCA determina la combinación de deslizamiento y rodamiento entre la tibia y el fémur que caracteriza la cinemática de la rodilla normal. Por lo tanto, la deficiencia del LCA no solo produce episodios de inestabilidad sino también una alteración de la mecánica articular, que puede contribuir a los cambios degenerativos que se ven a menudo en pacientes con insuficiencia de larga data del LCA. (Arabia & Arabia, 2008).

El LCA consiste en una serie de fibras que están tensas en diferentes posiciones de la rodilla. Se ha encontrado que las fibras más isométricas son las que pertenecen a la banda anteromedial (AM), la mayor parte del ligamento está tensa cuando la rodilla está extendida y relativamente laxa cuando está en flexión. (Arabia y Arabia, 2008).

### 1.1.6 Clasificación de la lesión

López y Lorenzo (2014). Las lesiones del LCA se clasifican de acuerdo a varios aspectos:

- **Tiempo:** Se consideran lesiones agudas aquellas por debajo de las cuatro semanas y las crónicas son aquellas que presenta cuatro semanas o más.
- **Lesión de ligamentos u ósea:** Son aquellas que ocurren solo en la zona del ligamento y las otras son causadas por avulsión. Esta clasificación está en desuso, ya que era aplicada en pacientes con lesiones de avulsión ósea, a los que se les realizaba reparación primaria, pero los resultados no fueron satisfactorios.
- **Lesión aislada o combinada:** Las lesiones del LCA están por lo general asociadas a lesiones de menisco, ligamentos colaterales y daños del cartílago articular.
- **Lesión parcial o total:** Se refiere al daño en el espesor del LCA.

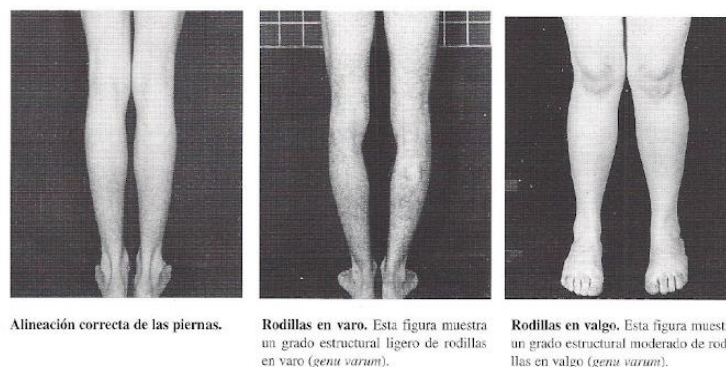
Cuando se presenta una ruptura del LCA se pueden encontrar dos tipos de pacientes: los que toleran y los que no toleran la ruptura del LCA. Los tolerantes son aquellos pacientes que realizan de forma asintomática todas las actividades, que incluyen las deportivas que

realizaban antes de la ruptura del ligamento. Por otro lado, los no tolerantes son aquellos que presentan síntomas relacionados con la inestabilidad articular y por lo tanto necesitan de reconstrucción, para regresar a sus actividades de la vida diaria. (López y Lorenzo, 2014).

### 1.1.7 Etiología

Entender el mecanismo de lesión es fundamental para optimizar estrategias de prevención. Aproximadamente tres cuartas partes de las lesiones del LCA son sin contacto. El más común es valgo y rotación medial, seguido de varo y rotación lateral (llamado mecanismo pivote) y posteriormente mecanismo por hiperextensión. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

El mecanismo de producción de la lesión se produce con la rodilla en valgo o varo forzado. (Molinuevo y Cano, 2012). (Figura 16).



(Kendall, F. (2007). POSTURA CORRECTA Y DEFECTUOSA DE LOS PIES Y RODILLAS. Figura 16)



### 1.1.7.1 Aspectos Extrínsecos

Un aspecto extrínseco a analizar es si la lesión se produce en deportes con o sin contacto, aceptando como definición de lesión sin contacto, aquella que ocurre en ausencia de contacto jugador con jugador. En la década de los 90, McLean et al (1998) publicaron que el 70% de las lesiones del LCA se producen en situaciones en las cuales no existe contacto con otro jugador, datos similares a los publicados por Boden et al. (2000), quien analizó con la ayuda de videos el mecanismo de las lesiones sin contacto, identificando que la mayoría de estos ocurre con la rodilla cerca de la extensión máxima durante la desaceleración o el aterrizaje. Olsen et al. (2004), utilizaron la misma metodología analizando las lesiones producidas en el "handball", y concluyeron que el mecanismo lesional más frecuente de ver en mujeres sería con valgo forzado con la rodilla cerca de la extensión máxima asociada a rotación tibial. (Orizola & Zamorano, 2012).

Otro aspecto a analizar es la ejecución inadecuada del gesto deportivo. McLean et al. (1998), estudiaron las diferencias que se producen entre los géneros al enfrentar a un oponente durante la ejecución en la biomecánica del "dribbling". Las mujeres, al realizar un "dribbling", presentan mayor variabilidad en el valgo de rodilla y torsión tibial interna asociado a que anatómicamente presentan mayor ángulo de valgo de rodilla, pronación del pie e hiperlaxitud ligamentaria, predisponiendo a una eventual lesión. (Orizola & Zamorano, 2012).

Se analiza el uso de órtesis o "braces", no existe evidencia que apoye su uso profilácticamente para disminuir el riesgo de rotura del LCA. El "brace" por sí solo disminuye la translación anterior de la tibia entre un 29 - 39% y dinámicamente cuando hay activación muscular se logra una disminución de la translación tibial entre un 70 - 85%, sin

embargo, por otro lado el "brace" también disminuye la activación de los isquiotibiales. (Orizola & Zamorano, 2012).

La interacción superficie - calzado deportivo, sería un factor predisponente de lesión sin contacto del LCA, a mayor coeficiente de fricción, mayor desbalance de centro de masa, rotación tibial y valgo de rodilla al ejecutar el drible. (Orizola & Zamorano, 2012).

### **1.1.7.2 Aspectos Intrínsecos**

En primer lugar analizaremos las diferencias anatómicas entre ambos sexos, que explicarían la mayor incidencia de las lesiones del LCA en mujeres. Desde el punto de vista de la antropometría, existen numerosos estudios que se han enfocado en medir el largo tibial, largo del muslo y altura. Se ha podido establecer que una geometría tibio-femoral lateral con platillo lateral pequeño (en relación al largo del fémur) y más convexo, resulta en inestabilidad tanto rotacional como de traslación tibial anterior. (Orizola & Zamorano, 2012).

Otro aspecto es la relación ángulo Q v/s ancho de la pelvis, sabiendo que las mujeres tienen una pelvis más ancha, lo cual produce un aumento del ángulo Q y este aumento a su vez produciría un aumento en el riesgo de lesión del LCA. Sin embargo la medición estática del ángulo Q no parece ser predictor de valgo o lesión del LCA durante la práctica deportiva. (Orizola & Zamorano, 2012).

El menor ancho del surco intercondíleo da como resultado un LCA débil y pequeño, lo que predispondría a las mujeres a lesiones del LCA. Según Uhorchak et al. (2003) las mujeres con surco intercondíleo estrecho (< 13mm) tenían un riesgo 16.8 veces mayor de

lesión del LCA. A su vez, Shelbourne et al. (1998) aseguran que un surco intercondíleo estrecho se asocia a un LCA angosto, pero que el género no es factor determinante siendo esta conclusión válida para ambos sexos. (Orizola & Zamorano, 2012).

La laxitud aumentada es una característica del género femenino, que está presente en las mujeres deportistas. Boden et al. (2000) demostraron que las mujeres con lesiones del LCA tenían mayor recurvatum y según Uhorchak et al. (2003) las mujeres con hiperlaxitud tenían un riesgo 2.7 veces mayor de lesión del LCA. (Orizola & Zamorano, 2012).

El último aspecto anatómico a analizar es el aumento en la translación tibial anterior, Rosene et al. (1999) publicó que las atletas mujeres tienen mayor translación tibial anterior en relación a los hombres sometidos a fuerzas similares. Esto podría explicarse debido a la laxitud ligamentaria propia del género, sin embargo la activación del cuádriceps y los isquiotibiales también pueden modificar la translación tibial y no sólo es consecuencia de la laxitud ligamentaria, siendo un factor de riesgo para la rotura del LCA. (Orizola & Zamorano, 2012).

Del punto de vista de la fisiología, hay estudios que sugieren que los ciclos hormonales tendrían influencia tanto en el rendimiento como en la incidencia de lesiones. Es así como los efectos de los estrógenos fueron estudiados por Möller-Nielsen (1989), quien demostró que las mujeres que juegan fútbol tienen una incidencia estadística mayor de lesiones en la fase lútea del ciclo menstrual. Los estrógenos afectan la tensión del LCA y se ha demostrado la presencia de receptores de estrógenos en los fibroblastos, en donde se produce una disminución en la síntesis de procolágeno. (Orizola & Zamorano, 2012).

Otro aspecto trascendente es la capacidad neuromuscular, principalmente lo que respecta a la relación entre musculatura agonista y antagonista. Es así como la coactivación entre cuádriceps e isquiotibiales protegen a la rodilla de una excesiva traslación tibial anterior y además limita la abducción y el valgo. En las mujeres se observa una activación precoz de los isquiotibiales al producirse el apoyo, lo cual disminuye el equilibrio muscular, aumentando el riesgo de lesión del LCA. Estudios electromiográficos han demostrados diferencias significativas entre ambos sexos en el timing de la activación muscular durante la práctica deportiva. Este aspecto ha sido motivo de investigación y se han ideado entrenamientos específicos que mejoran este aspecto propioceptivo, con el objetivo de disminuir la incidencia de lesiones. (Orizola & Zamorano, 2012).

Con impacto	Impacto lateral externo de la rodilla o en lateral interno del antepié	Fuerza la rodilla en valgo con rotación externa de la tibia. Situación de inestabilidad anteromedial
	Impacto lateral interno de la rodilla o en lateral externo del antepié	Fuerza la rodilla en varo con rotación interna de la tibia. Situación de inestabilidad anterolateral
	Impacto que provoca hiperflexión o hiperextensión	Lesiones aisladas de ligamentos cruzados. Inestabilidad posterolateral.
Sin impacto	Rotación	Lesión más común de LCA. Rotación interna forzada de la tibia respecto al fémur. Lesiones meniscales asociadas.
	Desaceleración	Frenado repentino con un cambio de dirección (rotación) o hiperextensión. El cuádriceps en contracción, aumentando la tensión del ACL, y los isquiotibiales relajados.

Mecanismos de lesión de LCA. (Basas et al., 2003), citado por: Rodriguez Revilla (2017).



### 1.1.8 Fisiopatología

La lesión del LCA tiene un papel determinante en la evolución de la rodilla; sin embargo, no siempre se ha pensado igual. Históricamente la lesión del LCA, descrita inicialmente por William Hey en el S.XVIII y posteriormente Smillie en 1970; era algo carente de repercusión funcional. (Cases, 2012).

Fue a finales del S.XX, sobre 1985; cuando la escuela de Lyon lo consideró como el elemento más importante de la articulación. Con el paso del tiempo se ha constatado que la lesión del LCA, es una lesión de alta incidencia. (Cases, 2012).

Como afirma Cases (2012). La fisiopatología de la rotura del LCA tiene un factor causal fundamental en la zona anatómica donde ocurre la lesión; así podemos encontrar:

- Lesiones intersticiales del cuerpo, secundarias a traumatismos de baja energía.
- Lesión de la inserción femoral o tibial, secundaria a traumatismos de alta energía.

La lesión de un ligamento tiene tres grados (leve, rotura parcial, rotura completa); sin embargo en el caso del LCA, se trata de un ligamento poco elástico que nunca cicatriza por el mismo; por lo que precisa una reparación quirúrgica que devuelva la estabilidad a la articulación. (Cases, 2012).

Las particularidades anatómicas del LCA, constituido por los dos fascículos mencionados anteriormente, hacen que el mecanismo de rotura pueda afectar a los dos o principalmente al fascículo anteromedial. Este fascículo describe un trayecto espiroideo o en bucle, con fibras relativamente flácidas que se tensan en los movimientos de rotación interna, al limitar el mismo; estando constituido por fibras más cortas y menos voluminoso que el

posterolateral. Durante el mecanismo de lesión del LCA mediante movimiento de flexión + valgo + rotación interna cuando este se ve traccionado en su máxima tensión previa a rotura. (Cases, 2012).

El fascículo posterolateral, se encuentra siempre en tensión en todo el recorrido de articular de la rodilla, pero se trata de un fascículo más voluminoso y largo que el anteromedial. (Cases, 2012).

En el mecanismo fisiopatológico de la rotura del LCA, hay que distinguir entre los conceptos de re-rotura y rotura secundaria a la reconstrucción y por lo tanto como secuela de esta. Estaríamos hablando en el primer caso, de una nueva lesión, en este caso de la plastia del LCA, posterior a los 12 meses tras la reconstrucción; y en el segundo caso de una complicación en un tiempo de aparición inferior a los 12 meses, conforme a la revisión realizada por Grossman. El factor que parece afectar más a la presencia de rotura parece ser la elongación de la plastia. (Cases, 2012).

## **1.1.9 Vía del dolor**

### **1.1.9.1 Transducción**

Proceso por el cual el estímulo nociceptivo es convertido en señal eléctrica en los nociceptores. Los nociceptores responden a diferentes noxas térmicas, mecánicas o químicas; pero no responden a estímulos no nociceptivos. La liberación periférica de neurotransmisores permite el clásico “axón reflejo”, el cual origina cambios periféricos que son reconocidos como indicadores de dolor: enrojecimiento, hinchazón, tersura. (Zegarra Piérola, 2007).

El dolor resulta de la activación de los nociceptores periféricos por la liberación de neurotransmisores, y por la disminución del umbral de respuesta de las fibras nociceptivas. Cuando existe una injuria tisular los nociceptores “silentes” son reclutados, respondiendo posteriormente a una serie de estímulos. Cuando los nociceptores son sensibilizados la respuesta puede ser más vigorosa dando lugar a hiperalgesia. (Zegarra Piérola, 2007).

Los receptores opioides localizados en las terminaciones nerviosas periféricas, cuando son activados por opioides endógenos o exógenos inhiben el haz aferente; así por ejemplo la morfina actúa sobre el receptor opioide mu (receptores de la proteína G) que resulta en la apertura indirecta de los canales de potasio; dando lugar a una carga negativa intracelular que hiperpolariza al nociceptor, resultando en una disminución de la actividad del nociceptor: analgesia. (Zegarra Piérola, 2007).

### **1.1.9.2 Transmisión**

Es el segundo estadio del proceso de la señal nociceptiva. La información de la periferia es transmitida a la médula espinal, luego al tálamo y finalmente a la corteza cerebral. La información es transmitida, a través de dos neuronas nociceptivas aferentes primarias:

- Fibras C o nociceptores polimodales C; son no mielinizadas, de menos de 1,5 micras de diámetro, conducen a 0,5 2 m/segundo; representan el 80% de todos los nociceptores periféricos transmiten información nociceptiva mecánica, térmica, química.

- Fibras A delta; son fibras mielinizadas delgadas, de 1.5 micras, conducen a 20 m/segundo; responden a estímulos mecánicos de alta intensidad, por lo cual son llamadas mecanorreceptores de umbral alto; algunas de estas fibras responden a estímulos térmicos.

Los nociceptores aferentes transmiten la señal de la periferia a través de la liberación de neurotransmisores específicos que están asociados con el dolor: glutamato, sustancia P. El glutamato es el neurotransmisor más importante, que interacciona con los receptores aminoácidos excitatorios: N metil D aspartato (NMDA) y no NMDA. La sustancia P, interactúa con los receptores dobles de la proteína G. (Zegarra Piérola, 2007).

Las fibras nerviosas aferentes primarias en el asta dorsal espinal hacen sinapsis con la neurona de segundo orden. Dichas fibras viajan en el tracto de Lissauer el cual está localizado en la sustancia gris del asta dorsal espinal; la misma está dividida anatómicamente en 6 capas o laminas (lamina I, II, III, IV, V, VI), cada una de las cuales recibe tipos específicos de fibras aferentes nerviosas. (Zegarra Piérola, 2007).

El haz espinotalámico es la vía más importante para el ascenso de las señales aferentes del dolor de la médula espinal a la corteza; y se subdivide en: neoespinotalámico y paleoespinotalámico. (Zegarra Piérola, 2007).

El haz neoespinotalámico, es la vía primaria de la señal del dolor rápido, discrimina los diferentes aspectos del dolor: localización, intensidad, duración. El haz paleoespinotalámico transmite el dolor lento, crónico; la percepción emocional no placentera

viaja a través de esta vía; la sustancia P es el neurotransmisor más importante de la misma. (Zegarra Piérola, 2007).

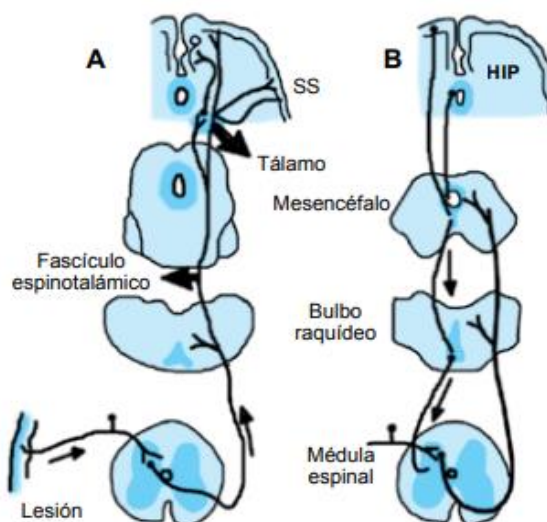
Las neuronas de segundo orden en el asta dorsal de la médula espinal tienen la capacidad de cambiar su patrón de respuesta en circunstancias de descarga sostenida de las fibras aferentes: “sensibilización”. La sensibilización central contribuye al fenómeno de hiperalgesia y alodinia. (Zegarra Piérola, 2007).

**Interpretación cerebral** El tálamo inicia la interpretación de la mayoría de estímulos nociceptivos, los cuales siguen a la corteza cerebral. La corteza involucrada en la interpretación de las sensaciones de dolor: corteza somatosensorial primaria, corteza somatosensorial secundaria, opérculo parietal, ínsula, corteza cingulada anterior, corteza prefrontal. La tomografía con emisión de positrones (PET), la resonancia magnética nuclear funcional (RMN), son técnicas que permiten detectar alteraciones en el flujo sanguíneo, que correlacionan con la actividad metabólica. (Zegarra Piérola, 2007).

### **1.1.9.3 Modulación**

Representa los cambios que ocurren en el sistema nervioso en respuesta a un estímulo nociceptivo, el mismo permite que la señal nociceptiva recibida en el asta dorsal de la médula espinal sea selectivamente inhibida, de manera que la señal a los centros superiores es modificada. (Zegarra Piérola, 2007). (Figura 17).





(Zegarra Piérola (2007), Bases fisiopatológicas del dolor. Figura 17)

El sistema de modulación endógena del dolor está conformado por neuronas intermedias dentro de la capa superficial de la médula espinal y tractos neurales descendentes; los cuales pueden inhibir la señal del dolor. (Zegarra Piérola, 2007).

Opioides endógenos y exógenos pueden actuar en los terminales presinápticos de los nociceptores aferentes primarios vía receptor opioide mu a través de un bloqueo indirecto de los canales de calcio y apertura de los canales de potasio. La inhibición de la entrada de calcio en los terminales presinápticos y la salida de potasio resulta en hiperpolarización con inhibición de la liberación de neurotransmisores del dolor, por lo tanto en analgesia. (Zegarra Piérola, 2007).

La activación del sistema neural descendente cortical involucra la liberación de neurotransmisores: beta endorfinas, encefalinas, dinorfinas. Estos péptidos alivian el dolor incluso en situaciones de estrés. (Zegarra Piérola, 2007).

#### **1.1.9.4 Sistema modulador descendente**

La activación del sistema descendente por las endorfinas ocurre a través de receptores específicos: opioides. Dicho sistema se activa alrededor de la sustancia gris periacueductal del mesencéfalo. Estas neuronas se proyectan a la formación reticular medular y al locus ceruleus; donde se produce serotonina y norepinefrina respectivamente. Las fibras descendentes luego se proyectan hasta el funiculus dorsolateral del asta dorsal de la médula espinal, para la sinapsis con la neurona aferente primaria. (Zegarra Piérola, 2007).

Las neuronas moduladoras descendentes del dolor tienen las siguientes funciones:

- Liberan neurotransmisores en la médula espinal: serotonina, norepinefrina.
- Activan interneuronas que liberan opioides en el asta dorsal espinal.

La liberación de serotonina y norepinefrina, origina:

- Inhibición de la liberación de transmisores del dolor en las señales aferentes nociceptivas.
- Inhibición del segundo orden celular en la transmisión del dolor.

La administración de opioides da lugar a:

- Activación de los receptores opioides en el mesencéfalo.

- Activación de los receptores opioides en las células de segundo orden transmisoras de dolor; previniendo la transmisión ascendente de la señal del dolor.
- Activación de los receptores opioides en los terminales centrales de las fibras C en la médula espinal, previniendo la liberación de neurotransmisores del dolor.
- Activación de los receptores opioides en la periferia para inhibir la activación los nociceptores e inhibir las células que liberan mediadores inflamatorios.

#### **1.1.10 Factores de riesgo**

Como afirma Mejías et al. (2014) Existen varios factores predisponentes: las variaciones hormonales en mujeres, déficits propioceptivos, variantes anatómicas óseas, como una excesiva caída tibial o un espacio intercondíleo estrecho, y mutaciones de genes de colágeno que producen una laxitud articular anormal.

Los factores de riesgos son: un marcado genu valgo, hiperlaxitud articular; practicar deportes que involucren cambios bruscos de velocidad y/o dirección, saltos y deslizamientos como esquí sobre nieve, fútbol, basketball y fútbol americano, entre otros. (Villanueva, Corzo & Ponce, 2016).

Arabia J. M. y Arabia H. M. (2008). Recientemente se hizo una reclasificación de los factores potenciales de riesgo en las siguientes categorías:

- **Ambientales:** tipo de superficie de juego, equipo de protección, condiciones meteorológicas y calzado.
- **Anatómicos:** alineación de la extremidad inferior, laxitud articular, fuerza muscular, surco intercondíleo y tamaño del LCA.
- **Hormonales:** efecto de los estrógenos sobre las propiedades mecánicas del LCA y mayor riesgo de lesión durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual.
- **Biomecánicos:** alteración del control neuromuscular que influye en los patrones de movimiento y en las cargas articulares incrementadas.
- Otros estudios indican que la fatiga es un factor adicional de riesgo para lesiones sin contacto del LCA.

Estas lesiones son más frecuentes en mujeres, posiblemente por el aumento en valgo de la rodilla o momento de abducción al caer de un salto, laxitud articular generalizada, recurvatum de rodilla, tamaño de LCA y efectos hormonales de estrógeno en los sistemas del LCA. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

### 1.1.11 Epidemiología

La incidencia es de 1 en cada 3,000 personas en Estados Unidos de América (EUA). Se estiman 200,000 - 300,000 lesiones por año y más de 200,000 reconstrucciones del ligamento cruzado anterior (RLCA) por año en los EUA, principalmente en poblaciones de

alto riesgo como los atletas adolescentes que participan en deportes de giro y corte. Diversos estudios indican que una de cada 60 mujeres deportistas estudiantes puede sufrir lesiones del LCA. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

Esa misma proporción de lesión del LCA en mujeres deportistas estudiantes se da en atletas femeninas de todas las edades, profesionales o amateurs. Los deportes implicados en la ruptura del LCA son el baloncesto, fútbol, alpinismo, lacrosse, balonmano, rugby, voleibol y lucha; en este orden. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

Según Engström (2012), el 93 % de las lesiones traumáticas en fútbol ocurren en las extremidades inferiores, y de éstas, una de cada 3 en la articulación de la rodilla, dando como resultado final que el 42,3 % de lesiones de rodilla son debido a la ruptura del LCA. Además del largo proceso de recuperación, las posibilidades de recaer en la misma lesión en la vuelta a la actividad normal son significativamente mayores que si no estuviera lesionada.

La prevalencia varía de 1 a 10 cada 1000 habitantes a nivel mundial. (Villanueva et al., 2016).

Las mujeres son cuatro veces más propensas a las lesiones del LCA que los hombres. (Mejías et al., 2014).

En los Estados Unidos, en la actualidad, se producen más de 200.000 lesiones de este tipo por año. (Ulla, Burgos, Reymundez, Regazzoni & Ridaó, 2017).



Como afirma Arabia y Arabia (2008). En Estados Unidos por lo menos 100.000 casos de lesiones del LCA en deportistas jóvenes (típicamente entre los 15-25 años de edad pero con mayor riesgo entre los 10 y 19, las cuales originan problemas importantes tanto físicos como psicológicos y económicos).

Según Sinclair (2019), durante el movimiento del salto, las mujeres se asociaron con un pico de fuerzas significativamente mayor en el LCA (hombres = 15.01 N/kg y mujeres = 15.70 N/kg) y esguinces (hombres = 6.87% y mujeres = 10.74%).

El Hospital Roosevelt es de los centros asistenciales gratuitos que realizan la cirugía reconstructiva en Guatemala, teniendo más de 10 años realizando este procedimiento a decenas de pacientes, aun así, no existen datos estadísticos generales en Guatemala sobre los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción de rotura del LCA que se puedan comparar con los reportados en las grandes series de la literatura mundial. (Rosales Estrada, 2018).

#### **1.1.12 Diagnóstico**

El diagnóstico adecuado de una rodilla lesionada se forma de una buena historia clínica, una exploración física metódica y de exámenes de imagen complementarios como rayos x, resonancia magnética y tomografía. La exploración física suele ser bilateral para comparar ambas rodillas. (Rosales Estrada, 2018).

- **Inspección:** El médico observará ambas rodillas y podrá determinar el estado de la piel, constitución, postura del paciente, comportamiento en el movimiento,

graduación de los movimientos, equilibrio e imagen al caminar. (Rosales Estrada, 2018).

- **Palpación:** Se trata del diagnóstico táctil. Las estructuras que van a ser objeto de palpación serán: piel, fascias, musculatura, tendones, huesos, vasos y nervios. (Rosales Estrada, 2018).
- **Exploración del movimiento:** La amplitud de la rodilla normal oscila entre 0° y 10° de extensión y alcanza más de 140° en flexión. Con flexión podemos encontrar 10° de RE y 10° de RI. Se debe valorar el movimiento pasivo y el activo y, debe determinar si hay “bloqueo real” o “pseudobloqueo”. Bloqueo real debido a un fragmento de cartílago, ligamento o menisco; pseudobloqueo provocado por un intenso dolor, pero sin causa estructural. (Rosales Estrada, 2018).

Arabia J. M. y Arabia H. M. (2008). Un deportista que cae sobre el pie y siente un ruido seco y dolor agudo en la rodilla, lo más probable es que haya hecho una ruptura del LCA, sea incapaz de continuar activo y desarrolle edema articular en las siguientes 12 a 24 horas. Muchos pacientes describen lo que sintieron como que la rodilla “se salió de su lugar”.

Aunque las rupturas del LCA se pueden producir en un contacto directo en la práctica deportiva, los mecanismos más comunes son la rotación sin que haya habido contacto y la desaceleración o hiperextensión súbitas. (Arabia y Arabia, 2008).

Los síntomas más comunes son dolor intenso, sensación de «pop» o tronido, aumento de volumen, pérdida de la movilidad de la extremidad afectada y hemartrosis secundaria, síntoma cardinal en ruptura de LCA. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

#### **1.1.12.1 Pruebas Diagnósticas**

El movimiento de la articulación evaluado en exploración física determina la clasificación de inestabilidad ligamentaria de la rodilla. Es importante los hallazgos objetivos de la exploración física se correspondan con la movilidad patológica de la rodilla y permitan su clasificación estandarizada de las inestabilidades. (Rosales Estrada, 2018).

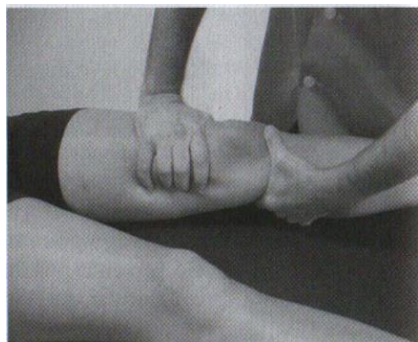
A la exploración, las pruebas de Lachman (figura 1) y Pivote (Pivot Shift) son positivas; se utilizan para demostrar la inestabilidad anterior y rotacional de la rodilla; estos son signos clínicos diagnósticos con mayor sensibilidad (90%) y especificidad (92%). Se puede realizar exploración instrumentada con un artrómetro (Rolimeter o KT-1000) y demostrar una diferencia de 2-3 mm con la rodilla contralateral que corrobora la insuficiencia del LCA y la inestabilidad anterior de la rodilla. Se deben realizar las pruebas adicionales para descartar lesiones meniscales y de otros ligamentos. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

#### **1.1.12.2 Prueba de Lachman**

Se basa en aplicar estrés anterior a la tibia en 30° de flexión. Esta prueba es más sensible para las fibras del haz posterolateral del ligamento cruzado anterior (LCA). Cuando existe una prueba positiva se refiere a que existe una subluxación anterior de la tibia con

respecto al fémur. Ofrece una sensibilidad de 86% y especificidad de 91%. Los falsos negativos son atribuidos a rupturas meniscales es asa de cubo o a cicatrización del LCA roto sobre el ligamento cruzado posterior. (Rosales Estrada, 2018).

Al realizarlo se debe tener la pierna a unos 30° de flexión, se aplica fuerza sobre el fémur para dar estabilidad, al mismo tiempo que se realiza una fuerza de posterior a anterior a la tibia. El más mínimo aumento del desplazamiento anterior de la tibia se debe considerar una prueba positiva. Se debe comparar con la otra rodilla ya que se debe descartar una hiperlaxitud del ligamento. (Rosales Estrada, 2018). (Figura 18).

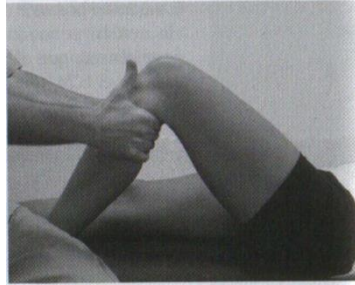


(Jurado Bueno, A. (2002). Prueba de Lachman. Figura 18)

### **1.1.12.3 Prueba de Cajón Anterior**

Se basa en aplicar estrés anterior a la tibia a 90° de flexión. La prueba es más sensible para las fibras del haz anteromedial. Ofrece una sensibilidad de 62% y una especificidad de 88%. La cadera se flexiona a 45°, con la rodilla flexionada a 90°. El examinador se sienta sobre el pie de la rodilla que se irá a examinar, lo que estabiliza el pie al no permitir su desplazamiento. El examinador coloca sus manos 15 en la parte superior de la tibia y palpa los tendones posteriores para asegurarse que estén relajados. Se tira hacia anterior

suavemente de la porción proximal de la tibia. Se interpreta como signo positivo cuando existe un bostezo de la articulación. Un deslizamiento de 5 mm se considera grado I, un deslizamiento de 5 a 10 mm se considera grado II y un deslizamiento de más de 1 cm se considera grado III. (Rosales Estrada, 2018). (Figura 19).



(Jurado Bueno, A. (2002). Prueba del cajón anterior. Figura 19)

#### **1.1.12.4 Prueba de Pívo Shift**

Evalúa el desplazamiento anterolateral de la tibia con respecto al fémur. Difícil realizar en rodilla con una lesión reciente y son dolorosas, por lo que se prefiere realizarse con el paciente anestesiado. La prueba se realiza con la pierna en extensión completa. Se aplica estrés en varo y rotación interna a la tibia junto con presión anterior a la cabeza del peroné. Se inicia la flexión, el platillo tibial se desplaza anteriormente y se reduce sobre el cóndilo femoral con un crepito palpable. (Rosales Estrada, 2018). (Figura 20).





FIGURA 1-316 Prueba activa del cñjón.

(Díaz Mancha, J. (2014). Prueba de desplazamiento de pivote o prueba de Galway (pivot shift test). Figura 20)

#### 1.1.12.5 Prueba de Jerk

Se inicia en flexión y rotación tibial interna, aplicando presión anterior a la cabeza del peroné y estrés en valgo. Lo que se busca en esta maniobra es subluxar el platillo tibial lateral y anteriormente. A medida que se extiende la rodilla, la tibia se reduce con un crepito audible y a veces palpable. (Rosales Estrada, 2018). (Figura 21).



FIGURA 1-329 Jerk test según Hughston (prueba del resalte).

(Díaz Mancha, J. (2014). Jerk test según Hughston (prueba del resalte). Figura 21)

### **1.1.12.6 Imagenología**

Las radiografías simples son para descartar una fractura. No se recomienda la ultrasonografía cuando existe la sospecha de lesiones en el LCA y ligamento cruzado posterior (LCP), durante la fase aguda. La resonancia magnética nuclear (RMN) muestra una sensibilidad de 85% y una especificidad alrededor de 90% para identificar lesiones de LCA, siendo ésta el estudio de elección, además que demuestra lesiones meniscales y/o ligamentarias asociadas como los ligamentos colaterales, LCP o esquina posteromedial y posterolateral. (Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016).

#### **1.1.12.6.1 Radiografía**

Se deben utilizar ante la sospecha de fracturas óseas y valorar la alineación. Se realizan en proyección anteroposterior y laterales. La fractura y avulsión de la meseta tibial lateral o fractura de Segond, está relacionada con lesiones intraarticulares como la del LCA. Una fractura de Segond es prácticamente patognomónica de lesión del LCA. Tiene una alta especificidad: 92% al 100%, pero una baja sensibilidad. (Rosales Estrada, 2018).

#### **1.1.12.6.2 Resonancia magnética**

Es el “gold estándar” para las lesiones internas de rodilla, siendo la técnica de imagen de referencia para la evaluación de los ligamentos, meniscos y el cartílago. (Rosales Estrada, 2018).

## **1.2 Antecedentes específicos**

### **1.2.1 El tendón del cuádriceps**

Como explica Karl Storz (2015), Se utiliza en la cirugía de la revisión de los ligamentos cruzados y, cada vez más, para la reconstrucción primaria del LCA y LCP. Esto se debe por las siguientes características del tendón cuadriceps:

- Menor morbilidad de la extracción en comparación con el tendón patelar (rotuliano).
- Posibilidad de extracción con o sin bloque óseo.
- Buenas propiedades biomecánicas.
- Técnica reproducible.
- Segura extracción subcutánea del tendón.
- Profundidad de extracción definida.
- Buenos resultados estéticos.

### **1.2.2 Evidencia de la propiocepción en rehabilitación**

Actualmente, hay evidencia científica de que se puede reducir el riesgo de lesión del LCA sin contacto directo en el deporte. La investigación actual sugiere que el efecto protector de los tratamientos preventivos, pueden ser el resultado de adaptaciones periféricas (fortalecimiento de los músculos), adaptaciones centrales (reprogramación motora), o ambas cosas (entrenamiento de las habilidades asociadas con adaptaciones centrales aprendizaje motor). (Gutierrez Mozo, 2014).

Bajo este marco teórico Gutierrez Mozo (2014) menciona que la evidencia más clara se obtiene cuando se aplica un tratamiento que incluye las nombradas a continuación:

- Entrenamiento neuromuscular con propiocepción, conciencia de los mecanismos biomecánicos implicados en la lesión.

Todos ellos, son factores relacionados con la mejora del sistema músculo-esquelético y del SNC.

El proceso de recuperación tras la lesión de LCA ha sido estudiado desde diferentes enfoques, un su mayoría médicos y fisioterápicos, siendo muy reducida la bibliografía existente a este respecto desde la perspectiva del readaptador físico-deportivo (Paredes, 2009).

FASES DE LA RECUPERACIÓN DEL DEPORTISTA LESIONADO					
Momento de la lesión (Diagnóstico médico)	REHABILITACIÓN		READAPTACIÓN		Vuelta a la competición (Alta médica)
	1ª	2ª	3ª	4ª	
	Tratamiento médico	Tratamiento médico + Entrenamiento individual	Entrenamiento individual específico	Vuelta al entrenamiento con el grupo	
MEDICO					
PSICOLOGO					
FISIOTERAPEUTA (Rehabilitación)			PREPARADOR FISICO (Readaptación)		
				ENTRENADOR	
EQUIPO MULTIDISCIPLINAR					

Fases de la recuperación. (Paredes et al., 2009), citado por: Rodríguez Revilla (2017).

RECUPERACIÓN DE LA ROTURA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR							
MOMENTO DE LA LESIÓN	FASE I	FASE II		FASE III		FASE IV	
	TRATAMIENTO MÉDICO	REHABILITACIÓN + READAPTACIÓN		READAPTACIÓN		VUELTA AL GRUPO	
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	
LIGAMENTOPLASTIA	FISIOTERAPIA					VUELTA A LA COMPETICIÓN	
		FUERZA Isométricos	FUERZA Isométricos + Concéntricos + Excéntricos				
			PROPIOCEPCIÓN				
			FLEXIBILIDAD Extensores + Flexores				
		MEDIO ACUÁTICO Mov. articular + Desplazamientos					
			CARRERA Técnica de carrera	CARRERA Cambios de ritmo	MOVIMIENTOS TÁCTICOS Y TÉCNICA COLECTIVA		
			GESTO DEPORTIVO Habilidad + Conducción	GESTO DEPORTIVO Golpeos			
				SQUAT			
		EQUILIBRIO PÉLVICO					

Periodización de la recuperación. Lesión LCA (Paredes et al., 2011). Citado por: Rodríguez Revilla (2017).

PERIODIZACIÓN DEL PROCESO DE READAPTACIÓN DE LESIÓN DE LCA EN JUGADORA DE RUGBY						
LESIÓN Y RECONSTRUCCIÓN QUIRÚRGICA	FASE I	FASE II		FASE III		FASE IV
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
	REPOSO + REHABILITACIÓN	REHABILITACIÓN + READAPTACIÓN		READAPTACIÓN		GRUPO
	14/01/16 - 31/03/16	31/03/16 - 28/06/16		28/06/16 - 14/09/16		14/09/16 - 08/10/16
	*ALTA MÉDICA: 31/03/16	*FIN RH: 19/04/16 *FIN SUPERVISIÓN CLÍNICA: 28/06/16		*INICIO TÉC. CARRERA Y COMPONENTE AERÓBICO: 28/06/16 *INICIO CAMBIOS DE RITMO Y COMPONENTE ANAERÓBICO: 08/08/16		
	11 semanas	3 semanas	10 semanas	6 semanas	5 semanas	3 semanas
	13 semanas		11 semanas		38 semanas	
	COMPLEMENTARIO: CORE + TREN SUPERIOR					VUELTA A LA COMPETICIÓN
	BICICLETA ESTÁTICA		BICICLETA ESTÁTICA Y ELÍPTICA			
	PROPIOCEPCIÓN					
	PISCINA					
	ISOMÉTRICA		FUERZA CONCÉNTRICA + EXCÉNTRICA			
	SENTADILLA					
	GESTO DEPORTIVO					
	CARRERA AERO		CARRERA ANAERO Y ESPECIFICA			

Periodización del proceso de readaptación de lesión de LCA en jugadora de rugby.

(Rodríguez Reville, 2017).



Meso 1	Meso 2	Meso 3			Meso 4			Meso 5			
1r mes	2º mes	3r mes (abril)			4º mes (mayo)			5º mes (junio)			
sem. 1 a 4	sem. 5 a 8	sem. 9	sem. 10	sem. 11	sem. 12	sem. 13	sem. 14	sem. 15	sem. 16	sem. 17	sem. 18
Inmovilización		fase de movilización									
		recuperación funcional/rehabilitación				readaptación			re-entrenamiento		
Médico		fisioterapeutas		fisioterapeutas + readaptador				readaptador			
		fase de aproximación				fase de orientación			fase de pre-optimización		

Planificación General por Mesociclos. (Rodríguez Revilla, 2017).

Una pobre capacidad de equilibrio se asocia con un mayor riesgo de caídas y por tanto con mayor riesgo de lesión. Mejorar el equilibrio a través de ejercicios de entrenamiento reduce... las tasas globales de lesiones de las extremidades inferiores. (Álvarez Medina y Murillo Lorente, 2015).

Según Álvarez Medina y Murillo Lorente (2015), los efectos del entrenamiento propioceptivo son:

- El aumento de la activación muscular, la reducción de los tiempos de reflejo de la reacción en el estiramiento, la mejora de la coordinación inter-muscular, del equilibrio y de la conciencia del cuerpo y, por lo tanto, la reducción de la susceptibilidad a las lesiones.

Trabajos en superficies inestables pueden aumentar la sensibilidad de los husos musculares, mejorando sus prestaciones para responder mejor a fuerzas perturbadoras aplicadas sobre una articulación. La exposición a un conjunto de fuerzas potencialmente desestabilizantes durante el entrenamiento puede ser un estímulo necesario para fomentar el desarrollo de patrones compensatorios neuromuscularmente efectivos.

### **1.2.2.1 Propiocepción**

Es una modalidad de sensibilidad, que permite conocer la localización y la velocidad del movimiento de una parte del cuerpo en relación a las demás, deducir el peso de los objetos, precisar el trabajo muscular necesario para llevar a cabo una tarea, así como reconocer la posición y el movimiento de un segmento corporal, manteniendo el cuerpo en equilibrio, sin necesidad de utilizar la visión. El sistema propioceptivo integra el control postural y el equilibrio. Equilibrio, no es sinónimo de propiocepción. (Gutierrez Mozo, 2014).

El trabajo propioceptivo se entiende como una educación sensitivo-perceptivo-motriz, que trata de poner en marcha a nivel de la corteza cerebral, los conceptos de sensación, percepción y respuesta motora, para lo cual, recurre a la información aferente que le aportan los receptores sensitivos. La deformación mecánica de los receptores sensitivos, es transformada en impulsos eléctricos, que aportan a nivel del SNC la posición relativa y los parámetros de movimiento. (Gutierrez Mozo, 2014).

La entrada neuronal aferente propioceptiva es crucial tanto para las actividades físicas diarias y para las actividades deportivas. Los tiempos de respuesta para el cuádriceps y los

músculos isquiotibiales se retrasan. El rendimiento insuficiente del sistema propioceptivo puede causar déficits en el control neuromuscular, incumplimiento del deber de las actividades musculares protectoras y deterioro de la estabilización articular. (Ordahan, Küçükksen, Tuncay, 2015).

Según Jiménez Calvo (2013). La propiocepción o entrenamiento neuromuscular, abarca un sinnúmero de ejercicios combinados que incluyen componentes de carga, componentes receptivos visuales y componentes materiales.

- Los componentes de carga son apoyos monopodales o bipodales.
- Los componentes receptivos visuales son apertura ocular o cierre ocular.
- Los componentes materiales pueden ir desde superficies inestables o plataformas hasta ejercicios específicos con máquinas vibratorias.

La suma de varios componentes de los anteriormente descritos forman los ejercicios utilizados en la rehabilitación propioceptivas... Estos ejercicios pueden ser utilizados para la prevención o para la rehabilitación de roturas de LCA. El entrenamiento neuromuscular que reproduce cargas similares a las encontradas durante la competición deportiva, puede asistir al desarrollo de la anticipación y de las estrategias reactivas de la activación muscular, que protegen la articulación de la rodilla contra la carga excesiva. (Jiménez Calvo, 2013).

Hay evidencia de que el entrenamiento neuromuscular (propioceptivo) altera los patrones de activación muscular, disminuye fuerzas de aterrizaje, mejora el control, y reduce la incidencia de lesión del LCA en atletas (Hewett 2005). El desequilibrio o el ineficaz tiempo de activación neuromuscular puede conducir a la mala colocación de la extremidad

inferior durante las ejecuciones atléticas comportando maniobras que ponen el LCA bajo tensión y riesgo crecientes de lesión. (Jiménez Calvo, 2013).

### **1.2.2.2 Propioceptores**

Según Bullich (1996) y Adachi (2002), citado por Rodríguez Revilla (2017), afirma en su estudio que los mecanorreceptores del ligamento cruzado anterior se pueden encontrar en las regiones distal y proximal, cerca de la inserción con el hueso, que son los siguientes:

- **Corpúsculos de Pacini:** son muy sensibles a las pequeñas presiones aplicadas sobre la cápsula y a sus mínimas deformaciones. Tienen umbral de activación bajo, y un tiempo de adaptación rápido, lo que significa que únicamente informa durante la aplicación o la retirada del estímulo. Se encuentra en la cápsula, ligamentos y meniscos. Son insensibles a estímulos constantes en equilibrio dinámico (Bullich 1996 y Soriano C. 2007).
- **Corpúsculos de Ruffini:** son órganos de adaptación lenta y pueden registrar variaciones de tensión y estiramiento del tejido. Dan señales continuas y señalan los nuevos estados de equilibrio dinámico durante períodos largos, es decir tienen un umbral de activación bajo y son de adaptación lenta. Se pueden encontrar en los ligamentos, cápsula y meniscos. Son complementarios a los corpúsculos de Pacini (Bullich 1996 y Soriano C. 2007).
- **Terminaciones libres:** son fibras nerviosas carentes de vaina de mielina e informan sobre deformaciones de tejidos, compresión y distensión. Reaccionan a estímulos que

exceden lo habitual, es decir señal nociceptiva. Se encuentran en cápsula, ligamentos y superficies articulares (Bullich 1996).

- Corpúsculos neurotendinosos de Golgi: Tienen un tiempo de adaptación lento y un umbral de activación alto y detectan la deformación mecánica únicamente en la extensión, responden al estiramiento del músculo. Se encuentran en tendones, meniscos y ligamentos (Bullich 1996 y Soriano C. 2007).

Estos mecanorreceptores se complementan entre sí para poder aportar una información determinada que el sistema nervioso utiliza para analizar la cinestesia de la articulación, que son, la posición, el movimiento y la aceleración. A su vez tienen una estrecha relación con los husos neuromusculares, situados 11 entre las fibras musculare y encargados de detectar la longitud muscular, la información de este receptor no llega a la corteza sensitiva, sino que llega al cerebelo y se envía una respuesta inconsciente que ayuda en el control de la motilidad (Bullich 1996).

### **1.2.2.3 Objetivo de la propiocepción**

El objetivo principal es el entrenamiento de las aferencias del cuerpo que lleva implícito una mejora de la sensación de movimiento articular. (Gutierrez Mozo, 2014).

Otros objetivos son:

- Propiciar el reclutamiento del máximo número de receptores ubicados en los músculos y en las articulaciones, para conseguir una respuesta neuromuscular más rápida y eficaz ante agresiones externas.
- Buscar la estabilización muscular refleja para ofrecer una mayor protección articular.
- Obtener nuevas capacidades de respuesta ante situaciones que impliquen el movimiento lesivo.



## **CAPÍTULO II**

### **2.1 Planteamiento del problema**

El rugby suele ser señalado como un deporte violento ya que permite emplear la fuerza y resistencia para detener el avance del rival. Entre las jugadas defensivas más habituales se encuentra el tackle, que consiste en derribar al oponente.

Debido a estas actividades, el Rugby, tiene un gran potencial de lesiones por uso excesivo. Sin embargo, las lesiones más comunes son las traumáticas sufridas durante las colisiones con otros jugadores y/o en el suelo en las cuales puede incluir fracturas, esguinces, luxaciones en diferentes zonas del cuerpo, pero principalmente siendo las más graves se localizan en la rodilla como la ruptura del ligamento cruzado anterior.

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura intraarticular compuesta por fibras de colágeno rodeadas de tejido conjuntivo laxo y tejido sinovial que cumplen como principal función el desplazamiento anterior de la tibia y la combinación del deslizamiento y rodamiento entre la tibia y el fémur. Por lo tanto, la deficiencia del LCA no solo produce episodios de inestabilidad sino también una alteración de la mecánica articular. La incidencia es de 1 en cada 3,000 personas en Estados Unidos de América (EUA) principalmente en poblaciones de alto riesgo como los atletas adolescentes que participan en deportes de contacto. La prevalencia varía de 1 a 10 cada 1000 habitantes a nivel mundial y las mujeres son cuatro veces más propensas a las lesiones del LCA que los hombres.

En Guatemala, hay centros asistenciales gratuitos en los que se practica la cirugía reconstructiva por más de 10 años realizando este procedimiento a decenas de pacientes, aun así, no existen datos estadísticos generales en Guatemala sobre los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción de rotura del LCA que se puedan comparar con los reportados en las grandes series de la literatura mundial. Lo que nos deja varias preguntas importantes como: ¿Qué beneficio tiene la intervención para el paciente y qué métodos son mejores?, e incluso, ¿Cómo favorecer la recuperación y reintegración del paciente deportista?, ¿Cómo aplicar la fisioterapia para disminuir los tiempos de recuperación? entre otras.

## **2.2 Justificación**

Según Ayala Mejías (2014) “se ha estimado que anualmente una de cada 3,000 personas sufre una rotura del LCA en los Estados Unidos... cada año se realizan en Estados

Unidos 100,000 reconstrucciones del LCA” y según Orizola & Zamorano (2012) “la lesión se produce en deportes con o sin contacto... el 70% de las lesiones del LCA se producen en situaciones en las cuales no existe contacto con otro jugador.

Rosales Estrada (2018) menciona y confirma que:

- Alrededor del 70% de las rupturas del LCA son el resultado de lesiones sin contacto de la rodilla... como detenerse en forma súbita, hacer giros, hacer pivote en una pierna o aterrizar después de un salto. El otro 30% es el resultado de un contacto con de la rodilla con otro jugador o un objeto.

También menciona que “no existen datos estadísticos generales en Guatemala sobre los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción de rotura del LCA que se puedan comparar con los reportados en las grandes series de la literatura mundial.”

Como consecuencia, se ve limitada la recolección de datos a nivel nacional que nos puedan demostrar resultados objetivos posteriores a la reconstrucción, así como el impacto de la fisioterapia respecto al ligamento cruzado anterior ya sea en la población guatemalteca en general o en una población delimitada, como por ejemplo los atletas de rugby guatemalteco, además de poseer un estándar de protocolo o guía de intervención fisioterapéutica que recolecta diferentes métodos o pasos a seguir en la atención postquirúrgica en LCA.

Considerando lo anteriormente mencionado surge la idea de realizar una revisión documental donde se analice y estructure la información recolectada a través de diferentes fuentes bibliográficas sobre los beneficios de la rehabilitación en propiocepción, posteriores a

la intervención quirúrgica en la ruptura de ligamento cruzado anterior; presentando así, una investigación con bases científicas en la que se puedan basar futuras investigaciones e intervenciones o protocolos de tratamiento fisioterapéutico para los atletas masculinos de rugby profesional.

## **2.3 Objetivos**

### **2.3.1 Objetivo General**

Evidenciar los beneficios sobre la propiocepción posterior a la intervención quirúrgica de injerto con tendón de cuádriceps para ligamento cruzado anterior aplicado a atletas masculinos de rugby entre las edades de 20 a 25 años.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar una búsqueda bibliográfica de artículos científicos en las bases de datos sobre la propiocepción posterior a la intervención quirúrgica de ligamento cruzado anterior con intervención de injerto con tendón de cuádriceps en los idiomas inglés, español y portugués.
- Identificar la fisiopatología y los mecanismos por los cuales se manifiesta esta lesión durante el gesto deportivo en rugby.

- Describir los beneficios de la propiocepción posterior a una intervención con injerto de tendón de cuádriceps en ligamento cruzado anterior.

## CAPÍTULO III

### 3.1 Materiales y Métodos

Los materiales empleados en la investigación son los siguientes:

- Artículos científicos referentes a ligamento cruzado anterior, abordaje postquirúrgico médico, etiología, epidemiología, biomecánica, anatomía y rehabilitación propioceptiva en las bases de datos en Lilacs, Pubmed, PEDro, EBSCO, Elsevier, SciELO y Google Académico.
- Libros de anatomía y de biomecánica de la articulación de la rodilla y sus componentes.
- Libros de fisiología y de rehabilitación deportiva.
- Tesis competentes al tema descrito anteriormente en su abordaje médico y datos estadísticos.



### 3.1.1 Variables

Tipo	Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Fuente
Independiente	Tratamiento fisioterapéutico	Pueden ser el resultado de adaptaciones periféricas (fortalecimiento de los músculos), adaptaciones centrales (reprogramación motora), o ambas cosas (entrenamiento de las habilidades asociadas con adaptaciones centrales y aprendizaje motor).	Según el tiempo de evolución de la lesión o la intervención quirúrgica en días, a través de escalas de dolor y la dosificación del ejercicio.	Gutiérrez Mozo, (2014)
Dependiente	Ligamento cruzado anterior	Uno de los principales ligamentos que proporciona estabilidad a la articulación de la rodilla.	Por medio del grado de esguince dónde se divide en tres según la gravedad de la lesión, pruebas diagnósticas manuales y pruebas de imagen.	Margaret Nordin (2004)

### **3.2 Enfoque de la Investigación**

En el enfoque de la investigación es de tipo cualitativo. Según Sampieri (2014) el enfoque cualitativo de la investigación es aquel que “se enfoca en comprender los fenómenos, explorando desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto.” También refiere que “se selecciona cuando el propósito es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados.” En base a lo anteriormente expuesto nuestra investigación se enfoca en la compilación, interpretación y descripción sobre la información obtenida de fuentes bibliográficas en la ruptura de ligamento cruzado anterior con el objetivo de comprender la o las causas por las cuales se presenta en los atletas de rugby, además de realizar el mismo método científico en la evidencia sobre su abordaje en propiocepción para la rehabilitación de este.

### **3.3 Tipo de Estudio**

Según Sampieri (2014), un estudio descriptivo es aquel que “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.” Además, menciona que su objetivo no es indicar una relación, sino que “pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren.”

El presente trabajo de grado pretende exponer la importancia entre el abordaje fisioterapéutico sobre propiocepción en una fase postquirúrgica de ligamento cruzado anterior, identificando las causas por las cuales se manifiesta esta lesión en el atleta de rugby

y la evidencia científica que existe detrás de este método de intervención en fisioterapia, con la finalidad de analizar y describir el valor o importancia que posee en la reintegración de dichos atletas al rugby profesional.

### **3.4 Método de Estudio**

Como lo menciona Sampieri (2014):

- La revisión de la literatura implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar nuestro problema de investigación.

El método de estudio se basa en el método teórico análisis y concreción donde en la revisión documental se exponen diferentes conceptos referentes del ligamento cruzado anterior, su postcirugía y su tratamiento fisioterapéutico. Se recopila información de artículos científicos relevantes a la fecha en diferentes bases de datos como Pubmed, PEDro, EBSCO, Elsevier, SciELO, Lilacs y de otras fuentes bibliográficas como libros de anatomía y de kinesiología, de tesis de grado con 5 años a la fecha de preferencia u otras fuentes de consulta en páginas web puedan proporcionarnos datos estadísticos o de referencia para la investigación, con el principal objetivo de generar un tratamiento fisioterapéutico para la reintegración del atleta de Rugby al deporte.

### **3.5 Diseño de investigación**

Según Sampieri (2014) entre el diseño de investigación “no experimental” dos tipos de investigación, uno de ellos es el “tipo transeccional o transversal” donde “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único... Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede.”

Sin embargo, entre el tipo de investigación transversal existen otros 3 diseños, uno de ellos son los “diseños correlacionales-causales” donde según Sampieri (2014) “describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado.” Además de ello menciona que “las causas y los efectos ya ocurrieron en la realidad (estaban dados y manifestados) o suceden durante el desarrollo del estudio, y quien investiga los observa y reporta.”

### 3.6 Criterios de selección

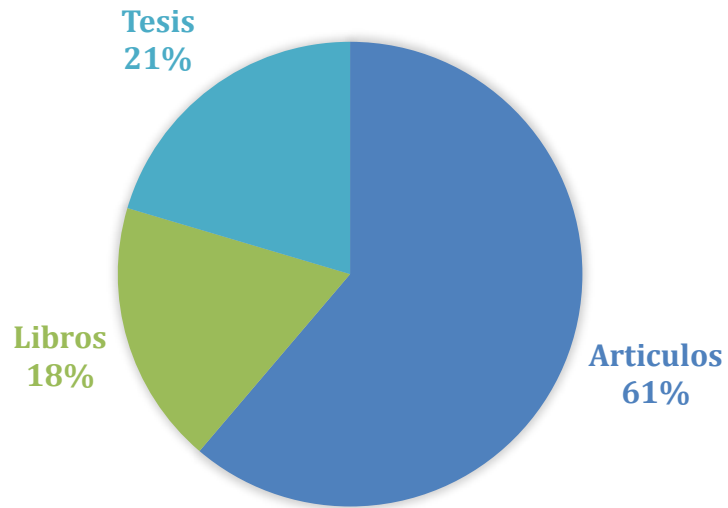
Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos científicos sobre ligamento cruzado anterior.</li><li>• Artículos científicos entre los 5 años a la fecha de preferencia.</li><li>• Artículos científicos sobre rehabilitación en propiocepción y en medicina.</li><li>• Población que se encuentren entre los 20 a 25 años o un rango aproximado.</li><li>• Población masculina.</li><li>• Artículos sobre lesión de ligamento cruzado anterior en atletas de rugby o en su defecto de fútbol.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Artículos científicos que no abarquen la propiocepción.</li><li>• Población que se encuentran fuera del rango aproximado entre los 20 a 25 años.</li><li>• Población femenina.</li></ul>

#### 3.6.1 Palabras clave

Fisioterapia, LCA o ligamento cruzado anterior, rehabilitación, cirugía en LCA, dolor, propiocepción, injerto con tendón de cuádriceps.

Se consultaron 83.33% artículos científicos, 11.11% libros de anatomía y de biomecánica, y 5.56% tesis referente al tema de investigación. Datos representados en la siguiente gráfica:

## MATERIALES



Materiales			
Bases de datos (Artículos y Tesis)	Cantidad	Materiales utilizados	Total
Pubmed	9	Artículos Científicos	30
EBSCO	8	Libros	9
Google Académico	18	Tesis	10
SciELO	6		49

## **CAPÍTULO IV**

### **4.1 Resultados**

En la compilación de artículos científicos se encontraron varios estudios sobre rehabilitación y entrenamiento de propiocepción en conjunto con otras modalidades puestas en práctica y en evidencia posterior a la cirugía de ligamento cruzado anterior siendo dominantes los resultados encontrados en el idioma inglés, continuando los artículos en español y por último en portugués.

En base Rodríguez Revilla (2017), el tiempo de la recuperación completa abarca las 38 semanas las cuales se verán divididas por 4 fases, donde la propiocepción se debe trabajar desde la primera fase hasta el final de la recuperación.



Durante el análisis de la información recolectada, se hallaron las causas donde según Mejías, 2014, los factores pre disponentes son déficits propioceptivos, Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016, los describe en deportes de contacto como el Rugby, y Engstrôm, 2012, describe que puede presentarse recaídas de la misma lesión. Por último, en los estudios sobre el tratamiento fisioterapéutico donde se plantea la intervención de ejercicios de propiocepción según Gutierrez Mozo, 2014, se hallaron resultados positivos en donde se mencionan la efectividad de los mismos en la reintegración de cualquier deportista al entrenamiento y cómo estos ayudan a prevenir la reincidencia de una posterior lesión.

En base a referencias de Jiménez Calvo (2013), Un tratamiento de fuerza siempre debe complementarse con un tratamiento propioceptivo, siendo ambos incompletos para la correcta recuperación en su uso individual y se confirma la estrecha relación existente entre la mejora de las capacidades neuromusculares y el tratamiento propioceptivo tras reconstrucción del LCA.

Según Álvarez Medina y Murillo Lorente (2015), los efectos del entrenamiento propioceptivo aumentan la activación muscular, reducción de los tiempos de reflejo a la reacción del estiramiento, mejora la coordinación inter-muscular, del equilibrio y conciencia del cuerpo para reducir la susceptibilidad a la lesión.

Los trabajos en superficies inestables aumentan la sensibilidad de los husos musculares, mejorando sus prestaciones para responder a fuerzas perturbadoras aplicadas sobre la articulación. (Álvarez Medina y Murillo Lorente, 2015).

Según Ávalos Ardilla y Berrio Villegas (2007), el entrenamiento propioceptivo mejora “nuestros movimientos en el espacio y tiempo durante una determinada situación” ... se eliminan “pequeñas alteraciones del equilibrio mediante la tensión refleja muscular que nos hace desplazarnos rápidamente a la zona de apoyo estable”.

## **4.2 Discusión**

Identificando los principales factores de riesgo en atletas se conoce que el sexo femenino es predominante en sufrir mayor porcentaje de lesión en el LCA como indica Sinclair, 2019, en su estudio.

Como dice Zertuche, Padilla y Paniagua, 2016, las lesiones son sin contacto y es fundamental optimizar las estrategias de prevención de la lesión, mientras que Molinuevo y Cano, 2012, afirma que la lesión se produce cuando las rodillas se encuentran en valgo o varo forzado y Orizola & Zamorano, 2012, agrega que la pronación del pie y la hiperlaxitud ligamentaria predisponen a una eventual lesión.

Al momento de intervenir el fisioterapeuta con el deportista Gutierrez Mozo, 2014, se debe tomar en cuenta el factor riesgo en los entrenamientos, por lo cual es importante que en el protocolo se practiquen y se enfoquen ciertas técnicas para mejorar las capacidades físicas del deportista como la propiocepción para prevenir futuras lesiones.

Álvarez Medina y Murillo Lorente (2015) concluyen que los trabajos de fuerza general y específica, con especial atención al trabajo excéntrico, junto al control

propioceptivo y la coordinación neuromuscular conforman los pilares en los que se sustenta un plan de prevención de lesiones.

También mencionan que “este tipo de trabajo se centra en la potenciación de todos los mecanismos activos de protección a través de un estímulo sistematizado que obliga al deportista a controlar, pensar e interiorizar sus movimientos lo que le da un mayor control del mismo”.

La reeducación propioceptiva será vital en el proceso de recuperación, actuando sobre las articulaciones y sistemas musculares para un óptimo rendimiento en los posteriores ejercicios físico-deportivos (Romero y Tous, 2010).

### **4.3 Conclusiones**

- En base a nuestras fuentes bibliográficas se concluye que hay resultados de diferentes estudios que respaldan el entrenamiento de la propiocepción en el deportista de rugby durante diferentes fases de la rehabilitación.
- Durante la investigación se encontraron los mecanismos que exponen ante una lesión al ligamento cruzado anterior durante la práctica deportiva del rugby, sin embargo, se sugieren más estudios específicos y de control sobre el entrenamiento de la propiocepción en los diferentes roles de los jugadores participes en el rugby.

- La mayor evidencia científica se enfoca en el entrenamiento de las habilidades asociadas con adaptaciones centrales y aprendizaje motor, por lo que según Gutierrez Mozo, 2014 concluimos que el entrenamiento de la propiocepción es uno de los puntos más importantes en la reintegración al deporte de los atletas de rugby.
- Se necesitan más estudios enfocados en las lesiones del LCA para el sexo masculino que practican rugby.

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

- Se busca que se realicen futuras investigaciones experimentales y de intervención controlada en los deportistas de rugby con el objetivo de lograr la eficiencia y la eficacia en la recuperación del deportista.
- Poner en práctica el entrenamiento de propiocepción en el deportista para así disminuir el riesgo del porcentaje de una lesión e incluso de factores recidivantes.
- Añadir en la base de datos nacionales mayor información sobre la intervención de la fisioterapia en el ámbito deportivo del rugby a través del tratamiento y prevención.

## REFERENCIAS

Álvarez, J., & Murillo, V. (2016). Evolución de la prevención de lesiones en el control del entrenamiento. *Arch Med Deporte*, 33(1), 37–58.

Anderson, M. J., Browning, W. M., Urband, C. E., Kluczynski, M. A., & Bisson, L. J. (2016). A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(3), 1–23. Recuperado de: <https://doi.org/10.1177/2325967116634074>

Ap, S., Ca, G., & JI, G. (2013). El atrapanovias. Una técnica útil, fácil y segura en la toma de autoinjerto de recto interno y semitendinoso en reconstrucción de ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana*, 27(2), 92–96.

Arzac, I., Burgos, E., Reymundez, E., Regazzoni, P., & Ridao, G. (2018). Estudio histopatológico en rotura aguda del ligamento cruzado anterior de rodilla. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol*, 83(1), 20–24. Recuperado de: <https://doi.org/10.15417/705>

Ávalos, C. N., Berrío, J. A., & Mario, A. C. (2007). Evidencia del trabajo propioceptivo utilizado en la prevención de lesiones deportivas. Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/062-evidencia.pdf>

Ayala, J., García, G., & Alcocer, L. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana*, 28(1), 57–67. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2006.09.020>

Barahona-Vásquez, M. (2017). Efecto de un entrenamiento deportivo en el compartimiento angular de la extremidad inferior en niños futbolistas de entre 11 y 12 años. *Acta Ortopédica Mexicana*, 31(3), 128–133. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Beneke, R. (2015). Rugby football: Fascinating sport, exceptional history and developments, immense potential for research. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(6), 673. Recuperado de: <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2015-0439>

Braga, R. (2012). Lesiones ligamentarias de rodilla en el rugby.

Brotzman, S. B., & Wilk, K. E. (2010). *Rehabilitación Ortopédica Clínica*. Memphis, Tennessee: Elsevier.

C, M.-T., -García, P., -Berumen, L., C, L.-C., & E, B.-N. (2013). [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx) *Plastía de ligamento cruzado anterior con técnica de «U-Dos»*. *Acta Ortopédica Mexicana*, 27(3), 142–148. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(97\)00563-5](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00563-5)

Calvo, C. J. (2013). *Beneficios de la propiocepción en roturas de ligamento cruzado anterior*. Universidad de Navarra.

Cases Cases, M.; Guillén García, P.; Fernández Jaén, T. (2012). *Estudio de la plastia de ligamento cruzado anterior autólogas vs heterólogas*. *Universidad Catolica San Antonio UCAM*, 35–37.

Cl, A. (2015). *Una técnica quirúrgica pionera repara el ligamento cruzado lesionado utilizando el propio tejido*. *Noticias.Cun*, 16–19.

Clark, N., Forshey, T., Mulligan, I., & Kindel, C. (2019). *Knee mechanics during a change of direction movement in division I athletes following full return to sport from anterior cruciate ligament reconstruction*. *Physical Therapy in Sport*, 35, 75–78. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.11.008>

Czuppon, S. Racette, B. K. S. H.-H. M. (2014). *Variables Associated With Return to Sport Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review*. *Br J Sports Med*, 48(5), 356–364. Recuperado de: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091786.Variables>

Díaz, J. (2014). *Valoración Manual*. Barcelona, España: Elsevier.

Diez, E. (2014). *La Propiocepción como Método de Prevención de Lesiones*. Recuperado de: [https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/4207/DIEZ\\_GALÁN.pdf?sequence=1](https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/4207/DIEZ_GALÁN.pdf?sequence=1)

Gans, I., Retzky, J. S., Jones, L. C., & Tanaka, M. J. (2018). *Epidemiology of Recurrent Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Collegiate Athletic Association Sports: The Injury Surveillance Program, 2004-2014*. *Orthopaedic Journal of Sports*

Medicine, 6(6), 232596711877782. Recuperado de:  
<https://doi.org/10.1177/2325967118777823>

Garín, D. E., Reyes, E., & Penagos, A. (2016). Lesión del ligamento cruzado anterior. Opciones actuales de tratamiento en el deportista. *Orthotips*, 12(2), 88–95. Recuperado de:  
<https://doi.org/10.1002/anie.201402435>

Gokeler, A., Benjaminse, A., Hewett, T. E., Paterno, M. V., Ford, K. R., Otten, E., & Myer, G. D. (2013). Feedback techniques to target functional deficits following anterior cruciate ligament reconstruction: Implications for motor control and reduction of second injury risk. *Sports Medicine*, 43(11), 1065–1074. Recuperado de:  
<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0095-0>

Góngora-García, L. H., Rosales-García, C. M., González-Fuentes, I., & Pujals-Victoria, N. (2003). Articulación de la rodilla y su mecánica articular. *Medisan*, 7(2), 100–109. Recuperado de: [https://doi.org/DOI: 10.1016/0167-6105\(95\)00021-6](https://doi.org/DOI: 10.1016/0167-6105(95)00021-6)

Grevnerts, H. T., Fältström, A., Sonesson, S., Gauffin, H., Carlford, S., & Kvist, J. (2018). Activity demands and instability are the most important factors for recommending to treat ACL injuries with reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(8), 2401–2409. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00167-018-4846-1>

Hanzlíková, I., Richards, J., Hébert-Losier, K., & Smékal, D. (2019). The effect of proprioceptive knee bracing on knee stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Gait and Posture*, 67, 242–247. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.026>

Jurado Bueno, A., Medina Porqueres, I. (2002). *Manual De Pruebas Diagnósticas en Traumatología & Ortopedia*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00042-X](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00042-X)

Kapandji, A. (2010). *Fisiología Articular (Tomo 2)*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Kariya, H., Kawasaki, Y., Sasaki, H., Sato, F., Watanabe, K., & Sugitani, M. (2017). Process Robustness against Photoresist Outgassing in Single-Wafer High-Energy Implanters. *Proceedings of the International Conference on Ion Implantation Technology*, 24(2), 105–108. Recuperado de: <https://doi.org/10.1109/IIT.2016.7882904>

Kendall, F. (2007). *Kendalls Musculos Pruebas Funcionales Postura y Dolor*. Madrid, España: MARBÁN LIBROS, S.L.

Królikowska, A., Sikorski, Ł., Czamara, A., & Reichert, P. (2018). Effects of Postoperative Physiotherapy Supervision Duration on Clinical Outcome, Speed, and Agility in Males 8 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Medical Science Monitor*, 24, 6823–6831. Recuperado de: <https://doi.org/10.12659/MSM.912162>

Laible, C., & Sherman, O. H. (2014). Laible\_Risk Factors\_SCL. *Bulletin of the Hospital for Joint Diseases*, 72(1), 70–75.

Latarjet, M., & Ruiz Liard, A. (1999). *Anatomía Latarjet 3º Edición - Tomo I.pdf*. (A. Alcocer & M. T. de Alvear, Eds.). Madrid: Editorial Médica Panamericana. S. A.

Lodewijks, P. C. A. M., Delawi, D., Bollen, T. L., Dijkhuis, G. R., Wolterbeek, N., & Zijl, J. A. C. (2018). The lateral femoral notch sign: a reliable diagnostic measurement in acute anterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 0(0), 0. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5214-x>

López, Á., & Lorenzo, G. (2015). Lesiones del ligamento cruzado anterior Injuries in the anterior crutiante ligament. *Archivo Medico Camagüey*, 19, 91.

Martínez Villanueva, J. V., Troncoso, L., & Román Ponce, G. (2017). Comparación de sistemas de fijación en reconstrucción de ligamento cruzado anterior en el Hospital Nacional de la Policía. *Anales de La Facultad de Medicina*, 78(2), 39–42. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6113288.pdf%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=6113288>

Molinuevo, D. J. S., & Cano, D. S. P. (2012). Análisis Del Mecanismo De Producción De Lesión De Los Participantes Postoperados Del Ligamento Cruzado Anterior En El Hospital Clínico De San Carlos. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 1(400), 129–134. Recuperado de: <http://www.reefd.es/index.php/reefd/article/view/564/526>

Mozo, A. G. (2014). Fisioterapia en la prevención de la lesión de LCA en futbolistas. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*, 6(3), 210–255.



Nordin, M. (2004). *Biomecánica Básica del Sistema Musco esquelético*. New York, New York: McGraw Hill. Recuperado de: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0711/00065519-d.html>

Nyland, J., Mattocks, A., Kibbe, S., Kalloub, A., & Caborn, D. N. M. (2016). OAJSM-72332-acl-reconstruction--rehabilitation-and-return-to-play--2015-\_022416. Dovepress, 21–32. Recuperado de: <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S72332>

Orizola, A., & Cl, H. (2012). CLC mecanismos de lesión LCA, 23(3), 319–325.

Pérez, A. (2014). Universidad técnica de Ambato facultad de ciencias de la salud carrera de terapia física. Universidad Técnica De Ambato. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010789>.

Rodríguez, B. (2017). Readaptación físico-deportiva de una jugadora de rugby tras la reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA).

Rosales, J. (2018). Resultados de la Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior.

Sampietro, M. (2012). Desarrollo de la Estabilidad Estática y Dinámica. Relación con Aceleración, Desaceleración y Cambios de Dirección. Taller Teórico Práctico de Entrenamiento de Estabilidad y Propiocepción, (pp. 1–29).

Santisteban, E. F., Enrique, J., Valdivia, L., & José, R. (2015). Reconstrucción del ligamento cruzado anterior asistida por artroscopia, evolución a los 2 años Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament Arthroscopically Assisted, a Two Year Evolution Reconstruction du ligament croisé antérieur guidée par. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*, 29(1), 88–102.

Satora, W., Królikowska, A., Czamara, A., & Reichert, P. (2017). Synthetic grafts in the treatment of ruptured anterior cruciate ligament of the knee joint. *Polymers in Medicine*, 47(1), 55–59. Recuperado de: <https://doi.org/10.17219/pim/76819>

Sociedad Mexicana de Ortopedia. (2002). *Acta ortopédica mexicana*. *Acta Ortopédica Mexicana*, 28(1), 57–67. Recuperado de: <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

Taboadela, C. (2007). *Goniometría*. Buenos Aires, Argentina: ASOCIART SA ART.

Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina., C., Valencia, C. E., García, H. I. G., Agudelo, L. H. L., & Mesa, G. S. (1988). *Iatreia*. *Iatreia*, 26(4), 467–475. Recuperado de: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/13662/14494>

Velasquez, ML; Martinez, Jp; Pérez, AG, Gómez, F. (2016). Factores de riesgo y frecuencia de rerrupturas del ligamento cruzado anterior en adultos Velázquez-Rueda. *Acta Ortopédica Mexicana*, 30(2), 61–66.