

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla postoperatorios en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años

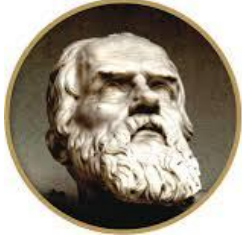


Que Presenta

Diego Fernando Santizo Melgar

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 202%



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

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



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla postoperatorios en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años



Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

Diego Fernando Santizo Melgar

Ponente

Lic. Klgo. José Gerardo Huentecura Marchant

Director de Tesis

Licda. María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, 202

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Diego Fernando Santizo Melgar
Director de Tesis	Lic. Kigo. José Gerardo Huentecura Marchant
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 02 de octubre del 2021

Estimado alumno:
Diego Fernando Santizo Melgar

Presente.

Respetable alumno:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura de ligamento cruzado anterior de rodilla postoperatorios en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años”** 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

Mtra. María Isabel Díaz
Sabán
Secretario

Lic. Flor de María
Molina Ortiz
Presidente

Lic. Arturo Contreras
Amaro
Examinador



Guatemala, 11 de mayo 2020

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

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura de ligamento cruzado anterior de rodilla postoperatorios en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años”** del alumno: **Diego Fernando Santizo Melgar.**

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

Atentamente

Lic. Arturo Contreras Amaro
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala

Guatemala, 13 de mayo 2020

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **Diego Fernando Santizo Melgar** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura de ligamento cruzado anterior de rodilla postoperatorios en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación.
Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente



Lic. Diego Estuardo Jiménez Rosales
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



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

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

Nombre del Director: Lic. Klgo. José Gerardo Huentecura Marchant
Nombre del Estudiante: Diego Fernando Santizo Melgar
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas de 20 a 35 años.
Fecha de realización: Primavera 2020

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

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

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

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución


J. Gerardo Huentecura Marchant

Nombre y Firma Del Director de Tesis



IPETH INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESIS
ASESOR METODOLÓGICO

Nombre del Asesor: Licda. María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Diego Fernando Santizo Melgar
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas de 20 a 35 años
Fecha de realización: Primavera 2020

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

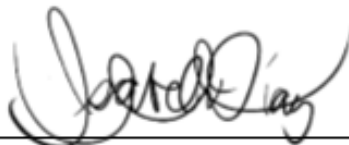
ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1	Formato de Página			
a.	Hoja tamaño carta.	X		
b.	Margen superior, inferior y derecho a 2.5 cm.	X		
c.	Margen izquierdo a 3.5 cm.	X		
d.	Orientación vertical excepto gráficos.	X		
e.	Paginación correcta.	X		
f.	Números romanos en minúsculas.	X		
g.	Página de cada capítulo sin paginación.	X		
h.	Inicio de capítulo centrado, mayúsculas y negritas.	X		
i.	Número de capítulo estilo romano a 8 cm del borde superior de la hoja.	X		
j.	Título de capítulo a doble espacio por debajo del número de capítulo en mayúsculas.	X		
k.	Times New Roman (Tamaño 12).	X		
l.	Color fuente negro.	X		
m.	Estilo fuente normal.	X		
n.	Cursivas: Solo en extranjerismos o en locuciones.	X		
o.	Texto alineado a la izquierda.	X		
p.	Sangría de 5 cm. Al iniciar cada párrafo.	X		

q.	Interlineado a 2.0	X		
r.	Resumen sin sangrías.	X		
s.	Uso de viñetas estándares (círculos negros, guiones negros o flecha.	X		
t.	Títulos de primer orden con el formato adecuado 16 pts.	X		
u.	Títulos de segundo orden con el formato adecuado 14 pts.	X		
v.	Títulos de tercer orden con el formato adecuado 12 pts.	X		
2.	Formato Redacción	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y medido.	X		
d.	Continuidad en los párrafos.	X		
e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		
h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
l.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
m.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
n.	Continuidad de párrafos: sin embargo, por otra parte, al respecto, por lo tanto, en otro orden de ideas, en la misma línea, asimismo, en contraste, etcétera.	X		
o.	Indicación de grupos con números romanos.	X		
p.	Sin notas a pie de página.	X		
3.	Formato de Cita	Si	No	Observaciones
a.	Empleo mínimo de citas.	X		
b.	Citas textuales o directas: menores a 40 palabras, dentro de párrafo u oración y entrecomilladas.	X		
c.	Citas textuales o directas: de 40 palabras o más, en párrafo aparte, sin comillas y con sangría de lado izquierdo de 5 golpes.	X		
d.	Uso de tres puntos suspensivos dentro de la cita para indicar que se ha omitido material de la oración original. Uso de cuatro puntos suspensivos para indicar cualquier omisión entre dos oraciones de la fuente original.	X		
e.	Uso de corchetes, para incluir agregados o explicaciones.	X		

4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente en su bibliografía.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó y organizó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Reunió información a partir de una variedad de sitios Web.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Revisó su búsqueda basado en la información encontrada.	X		
e.	Puso atención a la calidad de la información y a su procedencia de fuentes de confianza.	X		
f.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
g.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
h.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
i.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
j.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
k.	Comunicó claramente su información.	X		
l.	Examinó las fortalezas y debilidades de su proceso de investigación y producto.	X		
m.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
n.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
o.	El marco metodológico se fundamenta en base a los elementos pertinentes.	X		
p.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Licenciada María Isabel Díaz Sabán

DICTAMEN DE TESINA

Siendo el día 16 del mes de Junio el año 2020

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

Los C.C

Director de Tesina Función	Lic. Klgo. José Gerardo Huentecura Marchant
Asesor Metodológico Función	Licda. María Isabel Díaz Sabán
Coordinador de Titulación Función	Licda. Itzel Dorantes Venancio



Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en pacientes futbolistas masculinos de 20 a 35 años.

Realizada por el Alumno:

Diego Fernando Santizo Melgar

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

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

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios debido a que él me ha brindado las fuerzas y las oportunidades necesarias para emprender este camino dándome sabiduría, conocimiento y paciencia, junto a la mujer que lo ha dado todo por mí, apoyándome a lo largo de este proceso, estando siempre conmigo en todo momento y formando la persona que soy hasta este momento, a mi querida madre Karla Melgar.

A mis tíos Mohahmmedd Johnston y Magaly Melgar por aconsejarme, acompañarme y apoyarme a lo largo de mi carrera.

A mi familia por siempre darme palabras de aliento para que siguiera adelante y siempre fuera perseverante, para así crecer como persona y profesional.

Por último, a mis amigos y catedráticos a quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, tiempo y alegrías.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme la oportunidad de poder cumplir esta meta tan importante en mi formación profesional. A mi familia por su paciencia y amor durante este camino, apoyándome siempre en cada decisión y proyecto. A mis amigos y compañeros por brindarme el apoyo necesario durante la carrera y realización de esta tesis. Por último y no menos importante a mis catedráticos, asesora y director de tesis quienes me enseñaron y formaron para llegar hasta este momento.

PALABRAS CLAVE

Ligamento Cruzado Anterior

Ejercicios pliométricos

Ruptura de LCA

Futbolistas

Masculinos

Efectos terapéuticos

Fase de reintegración

ÍNDICE

Portadilla.....	i
Investigadores responsables.....	ii
Hoja de autoridades y terna examinadora.....	iii
Carta aprobación asesor.....	iv
Carta aprobación del revisor.....	v
Lista de cotejo director.....	vi
Lista de cotejo asesor metodológico.....	viii
Hoja de dictamen de tesis.....	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimientos.....	xiii
Palabras clave.....	xiv
Resumen.....	1
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Generales.....	1
1.1.1 Osteología de la rodilla.....	1
1.1.2 Artrología de rodilla.....	4
1.1.3 Miología de la rodilla.....	11
1.1.4 Biomecánica de la rodilla.....	15
1.1.5 Rotura de ligamento cruzado anterior.....	17
1.1.6 Fisiopatología de la rotura del ligamento cruzado anterior.....	18
1.1.7 Clasificación de la rotura del ligamento cruzado anterior.....	20

1.1.8	Etiología de la rotura del ligamento cruzado anterior.....	21
1.1.9	Factores de riesgo de la rotura del ligamento cruzado anterior	22
1.1.10	Epidemiología de la rotura del ligamento cruzado anterior	24
1.1.11	Diagnóstico de la rotura del ligamento cruzado anterior	25
1.1.12	Ejercicios pliométricos.....	26
1.2	Antecedentes Específicos.....	27
1.2.1	Ejercicios pliométricos.....	27
CAPÍTULO II		30
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		30
2.1	Planteamiento del Problema.....	30
2.2	Justificación	33
2.3	Objetivos	35
2.3.1	Objetivo general.....	35
2.3.2	Objetivos particulares.....	35
CAPÍTULO III.....		31
MARCO METODOLÓGICO		31
3.1	Materiales y métodos	31
3.1.1	Materiales.....	31
3.1.2	Variables	37
3.2	Enfoque de investigación	39
3.3	Tipo de estudio.....	40
3.4	Método de estudio.....	40
3.5	Diseño de investigación	41
3.6	Criterios de inclusión y exclusión.....	42

CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS	37
4.1 Resultados	37
4.2 Discusión.....	48
4.3 Conclusiones	50
4.4 Perspectivas.....	52
REFERENCIAS	53
Figura 1. Artículos seleccionados.....	31
Tabla 1	5
Tabla 2	7
Tabla 3	11
Tabla 4	13
Tabla 5	37
Tabla 6	41
Tabla 7	42
Tabla 8	37
Tabla 9	46
Tabla 10	47

RESUMEN

Los atletas futbolistas son propensos a muchas lesiones ya que es un deporte de alto rendimiento físico en el cual se tiene contacto con otros jugadores y también porque se realizan movimientos rápidos y con mucha fuerza.

De las principales lesiones producidas en el futbol es la ruptura del ligamento cruzado anterior las cuales son ocasionadas por diferentes mecanismos de lesión, una de ellas es la ejecución de un movimiento de manera incorrecta, de la misma forma se puede producir por un contacto directo con la rodilla o una hiperextensión de rodilla.

La ruptura del ligamento cruzado anterior es diagnosticada por una serie de pruebas que buscan los movimientos anómalos que esta lesión produce. La intervención quirúrgica es la única manera de cómo se puede tener una reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

De este modo, posterior a 4 meses de la cirugía, en la fase de reintegración postquirúrgica es donde ya la musculatura y el ligamento están listos para un fortalecimiento más intenso ya que está en un proceso de maduración volviendo a su forma normal, dando lugar a iniciar con los ejercicios pliométricos.

El entrenamiento pliométricos son ejercicios de alta intensidad combinando fuerza y velocidad. Con la correcta dosificación el paciente obtendrá los resultados deseados sobre el ligamento, brindando no solo masa sino fuerza. Mejorando también el porcentaje de producción de lesiones nuevas o reagudización de la ya producida.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describe de una manera específica como es que está compuesta la articulación de la rodilla incluyendo la anatomía y biomecánica. Se da a conocer la forma en que la ruptura del ligamento cruzado anterior es provocada y como de esta manera los ejercicios pliometricos en una fase de reintegración son aplicados.

1.1 Antecedentes Generales

La rodilla es la mayor y la más compleja de las articulaciones del cuerpo humano. Desde un punto de vista funcional ha de conjugar dos objetivos casi excluyentes entre sí, como son la gran estabilidad y resistencia al peso que tiene que soportar y la movilidad suficiente para trasladarlo. Desde un punto de vista estructural, la rodilla está constituida por dos articulaciones reunidas por una cápsula común: la femorotibial dividida, a su vez, en un compartimiento interno y otro externo y la femorrotuliana, situada en la parte anterior del complejo articular (Rattoo, 2013).

1.1.1 Osteología de la rodilla

La articulación de la rodilla está conformada por 3 huesos:

1.1.1.1 El fémur

Es el hueso más pesado y largo del cuerpo y transmite el peso corporal desde el hueso coxal hasta la tibia cuando la persona se encuentra en bipedestación. Su longitud es la cuarta parte de una persona consta de tres divisiones, el cuerpo o diáfisis y las dos epífisis que son los dos extremos. En su parte proximal se articula con el hueso coxal específicamente en el acetábulo que es una cavidad en forma de copa en el cual se introduce la cabeza del fémur y por su lado distal se encuentra articulado con la tibia por medio de los cóndilos articulares y de la rótula por medio de la cara rotuliana que es una depresión superficial longitudinal que posee el fémur en su cara anterior (Moore, 2013).

1.1.1.2 La tibia

La tibia es el segundo hueso de mayor tamaño del cuerpo, localizada en el lado anteromedial de la pierna, casi paralela al peroné. Se ensancha hacia afuera en ambos extremos con el fin de dar una mayor superficie para la articulación y la transferencia de peso o cargas.

El extremo proximal se ensancha para formar los cóndilos medial y lateral que forman la meseta tibial, relativamente plana. La meseta tibial es quien se articula a los cóndilos del fémur para así poder formar la articulación de la rodilla junto a la rótula. El cóndilo lateral también presenta una cara articular fibular posterolateralmente, en su parte inferior para la cabeza del peroné. El extremo distal de la tibia es más pequeño que el proximal, ensanchándose solo medialmente, esta se extiende hacia inferior al resto del cuerpo formando el maléolo medial. El extremo distal se articula

con el talus y están cubiertas por el cartílago articular. Inferiormente existe un surco llamado incisura fibular o peronea, que aloja y proporciona inserción fibrosa al extremo distal del peroné (Moore, 2013).

1.1.1.3 La rótula

La rótula es un hueso plano de apariencia redonda u ovalada que se prolonga o alarga por su vértice inferior, está conformada por dos caras. La cara anterior tiene forma convexa y sirve de polea para los tendones del cuádriceps y del rotuliano y la cara posterior que se orienta al interior de la articulación, esta cara tiene dos aspectos, interno y externo que conectan con los cóndilos femorales. Ajustando su forma cóncava dentro de la forma convexa de los cóndilos femorales (Rouviere, 2005).

1.1.1.4 El peroné

El peroné es un hueso largo, delgado y lateral que se encuentra entre la rodilla y el tobillo, respaldado por la tibia. Entre otras funciones, el peroné aporta estabilidad al tobillo, sirve de sujeción a los músculos de la pierna y soporta cierta parte del peso del cuerpo (entre el 6 y el 17%). Formado por un cuerpo prismático circular, con tres caras: externa, interna y posterior, tres bordes: un anterior, lateral medio y lateral externo y dos extremos: superior o cabeza, donde se destaca la apófisis estiloides y el inferior donde se resalta el maléolo lateral (Rouviere, 2005).

1.1.2 Artrología de rodilla

La rodilla está conformada por 2 articulaciones la femorotibial que es la unión del fémur con la tibia la cual es una articulación de tipo condílea, esto quiere decir que tiene movilidad hacia diferentes ángulos y la femororotuliana que es la unión de

la rótula con el fémur que es de tipo troclear. En las articulaciones de la rodilla hay diferentes componentes por las cuales están formadas, a continuación, se nombrarán y describirán (Ratto, 2013).

1.1.2.1 Capsula articular

La cápsula articular de la rodilla consta de una membrana fibrosa externa y una membrana sinovial interna que reviste todas las superficies internas de la cavidad articular que no están recubiertas de cartílago articular. La membrana fibrosa está conformada por partes engrosadas que forman los ligamentos intrínsecos pero su mayor parte es más delgada. La membrana sinovial reviste todas las superficies que rodean la cavidad articular, que es el espacio donde se almacena el líquido sinovial, y no están cubiertas por cartílago articular (Rouviere, 2005).

1.1.2.2 Ligamentos

La articulación de la rodilla consta con una gran cantidad de ligamentos que ayudan a darle estabilidad y soporte a esta misma. Se dividen en dos grupos, los ligamentos extracapsulares y los ligamentos intraarticulares (Moore, 2013). Entre los ligamentos extracapsulares o capsulares que Moore describe en 2013 son:

Tabla 1

Ligamentos extracapsulares de la articulación de la rodilla

Ligamentos extracapsulares	Definición
Ligamento rotuliano	Este ligamento se encuentra en la parte anterior de la rodilla. Es una banda fibrosa,

Ligamentos extracapsulares	Definición
Ligamento rotuliano	gruesa y resistente que va desde el vértice y los bordes adyacentes de la rótula hasta la tuberosidad de la tibia.
Ligamento colateral fibular	Este ligamento es similar a un cordón muy resistente. Se extiende desde el epicóndilo lateral del fémur hasta la cara lateral de la cabeza de la fíbula. El tendón del bíceps femoral queda dividido en dos partes por este ligamento.
Ligamento colateral tibial	Este ligamento es una banda resistente y aplanada que se extiende desde el epicóndilo medial del fémur hasta el cóndilo medial y la parte superior de la cara firmemente en el menisco medial. Es propenso a lesiones.
Ligamento poplíteo oblicuo	Este ligamento se origina posterior al cóndilo medial de la tibia y discurre superolateralmente hacia el cóndilo lateral del fémur.
Ligamento poplíteo arqueado	Este ligamento se encuentra en la parte anterior de la rodilla. Es una banda fibrosa,

Ligamentos extracapsulares	Definición
	y los bordes adyacentes de la rótula hasta la tuberosidad de la tibia.

Ligamentos de la articulación de la rodilla, elaboración propia con información tomada del autor Moore (2013).

Entre los ligamentos intraarticulares que Moore describe en el año 2013 están los ligamentos cruzados se entrecruzan dentro de la capsula, pero fuera de la cavidad sinovial. Se localizan en el centro de la articulación de rodilla y se cruzan formando una X. durante el movimiento de rotación medial de la tibia sobre el fémur los ligamentos cruzados se enrollan uno sobre otro y por ello este movimiento está limitado a unos 10 grados.

Debido a la orientación oblicua de los ligamentos cruzados siempre hay uno de ellos o parte de ellos en tensión no importando la posición en que se encuentre la articulación de la rodilla. Estos ligamentos también están encargados de mantener el contacto entre las superficies articulares femorales y tibiales durante la flexión de rodilla. Los ligamentos cruzados son dos.

Tabla 2

Ligamentos intraarticulares de la articulación de la rodilla

Ligamentos intraarticulares	Definición
Ligamento Cruzado Anterior	El ligamento cruzado anterior es el más débil de los dos, se origina en la región intercondílea anterior de la tibia, justo posterior a la inserción del menisco medial. Su irrigación es pobre. Este limita el movimiento de rodamiento posterior de

Ligamentos intraarticulares	Definición
Ligamento Cruzado Anterior	<p>los cóndilos femorales sobre la meseta tibial durante la flexión y lo convierte en un giro sin desplazamiento. También evita el desplazamiento hacia posterior de fémur sobre la tibia y la hiperextensión de rodilla. Cuando la rodilla se encuentra en un ángulo recto no se puede traccionar la tibia hacia anterior ya que el ligamento cruzado anterior la está sujetando.</p>
Ligamento Cruzado Posterior	<p>Este ligamento es el más resistente de los dos. Se origina en la parte posterior de la región intercondílea de la tibia, sigue un trayecto superior y anterior sobre el lado medial del ligamento cruzado anterior y se inserta en la parte anterior de la cara lateral del cóndilo medial del fémur. Limita el rodamiento anterior del fémur sobre la meseta tibial durante la extensión y lo convierte en un giro. También evita la hiperflexión y el desplazamiento anterior del fémur sobre la tibia o el desplazamiento</p>

Ligamentos intraarticulares	Definición
Ligamento Cruzado Posterior	posterior de la tibia sobre el fémur. Cuando la rodilla se encuentra en flexión y sostiene el peso corporal, el ligamento cruzado posterior es el principal estabilizador del fémur
Ligamentos Coronarios	Son porciones de la cápsula articular que se extienden entre los márgenes de los meniscos y la mayor parte de la periferia de los cóndilos tibiales.
Ligamentos Transverso de la Rodilla	Une los bordes anteriores de los meniscos cruzando el área intercondílea anterior para mantenerlos sujetos entre si durante los movimientos de la rodilla

Ligamentos intraarticulares de la articulación de la rodilla, elaboración propia con información tomada del autor Moore (2013)

1.1.2.3 Meniscos

Los meniscos de la articulación de rodilla son placas semilunares de fibrocartílago que se sitúan sobre la cara articular de la tibia para absorber impactos que recibe la rodilla. Son gruesos en sus bordes externos y va disminuyendo hasta llegar a sus bordes internos. Se insertan firmemente por sus extremos en el área intercondílea de la tibia y sus bordes externos se insertan en la capsula articular de la rodilla (Rouviere, 2005).

Los meniscos que Rouviere (2005) describió son dos:

✓ Menisco medial

Tiene forma de C y es más ancho de su lado posterior que anterior. Su extremo anterior se inserta en el área intercondílea anterior de la tibia, anterior a la inserción del ligamento cruzado anterior. Su extremo posterior se inserta en el área intercondílea posterior de la tibia. Su movilidad sobre la meseta tibial es menor que la del menisco lateral.

✓ Menisco lateral

Es casi circular tiene más movilidad que el menisco medial y es más pequeño. Una resistente tira tendinosa denominada ligamento menisco femoral posterior une el menisco lateral al ligamento cruzado posterior y al cóndilo medial del fémur.

1.1.2.4 Membrana sinovial

Constituye un revestimiento interno de la capsula fibrosa, secreta un líquido transparente semejante a la clara de huevo, denominado liquido sinovial, cuya función es lubricar la articulación, de esta manera la fricción entre las superficies articulares queda reducida a un mínimo debido a la acción del cartílago articular y membrana sinovial.

1.1.2.5 Superficies articulares

Los cóndilos femorales, convexos en dirección anteroposterior y transversal, están recubiertos por un cartílago articular que se interrumpe en los límites con la fosa intercondílea que los separa y con las regiones epicondíleas orientadas hacia los lados. El cóndilo externo es más largo que el interno, pero la convexidad del contorno anteroposterior es mayor que el cóndilo externo. Las carillas glenoideas de la tibia son ligeramente cóncavas

en dirección transversal, al igual que la glenoide interna que se dirige en dirección anteroposterior, la externa es plana o, incluso, ligeramente convexa. Por delante, ambos cóndilos femorales se unen mediante otra carilla articular (Rattoa, 2013).

La rótula se articula con el fémur por su cara posterior. Esta cara presenta una cresta sagital y dos vertientes que se oponen a las correspondientes superficies trocleares del fémur. La vertiente externa es más extensa y la interna está separada, por una cresta menos marcada, de otra pequeña carilla semilunar (García-Porrero, 2005).

1.1.3 Miología de la rodilla

En la articulación de la rodilla hay diversos músculos los cuales se pueden dividir en dos grupos diferentes, los que realizan flexión “flexores” y los que realizan extensión “extensores” (Kendall, 2006).

1.1.3.1 Músculos flexores

Esta musculatura la podemos encontrar en la parte posterior del muslo.

Tabla 3

Músculos extensores de la articulación de la rodilla

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
extensores				
Cuádriceps	Recto anterior: Espina iliaca anteroinferior,	Borde proximal de la rótula y a través del ligamento	Extensión de rodilla.	Crural L2-L4

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
extensores				
	surco del borde del acetábulo	rotuliano hasta tuberosidad		
	Vasto externo: línea intertrocantérea,	anterior de la tibia.		
Cuádriceps	borde anterior e inferior del trocánter mayor, labio externo de la tuberosidad glútea.	Borde proximal de la rótula y a través del ligamento rotuliano hasta tuberosidad anterior de la tibia.	Extensión de rodilla.	Crural L2-L4
	Vasto medio: superficie anterior y externa de los 2/3 proximales del fémur, tercio distal de la línea áspera.			

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
extensores	Vasto interno: mitad distal de la línea intertrocantérea.			

Músculos extensores de la articulación de la rodilla, elaboración propia con información tomada del autor Kendall (2006)

1.1.3.2 Músculos extensores

Esta musculatura la podemos encontrar en la parte anterior del muslo.

Tabla 4

Músculos flexores de la articulación de la rodilla

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
flexores				
Semitendinoso	Tuberosidad del isquion por medio de un tendón común en bíceps femoral.	Superficie interna del cuerpo de la tibia y fascia profunda de la pierna.	Flexión y rotación interna de rodilla.	Ciático, rama tibial L4-S2
Semimembranoso	Tuberosidad del isquion en	Cara posterointerna de la meseta	Flexión y rotación	Ciático, rama tibial L4-S2

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
flexores				
	la porción proximal.	interna de la tibia.	interna de rodilla.	
Sartorio	Espina iliaco anterosuperior.	Superficie superior y anteromedial de la tibia.	Flexión y rotación interna.	Crural L2-L3
Bíceps femoral	Porción larga: porción del ligamento sacro tuberoso y parte posterior del isquion Porción corta: labio externo de la línea áspera, 2/3 proximales de la línea supracondílea.	Porción larga: cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia y fascia profunda de la pierna Porción corta: cara lateral de la cabeza del peroné, meseta externa de la tibia.	Flexión y rotación externa de rodilla.	Porción larga: ciático, rama tibial L5-S1 Porción corta: ciático, rama peronea L5-S1

Músculos flexores	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Recto interno	Borde inferior del pubis.	Porción superior de la superficie media de la diáfisis de la tibia.	Flexión y rotación interna de rodilla	Obturador L2-L3
Poplíteo	Cóndilo lateral del fémur.	Segmento proximal de la tibia.	Flexión y rotación interna de rodilla	Tibial L5-S1

Músculos flexores de la articulación de la rodilla, elaboración propia con información tomada del autor Kendall (2006).

1.1.4 Biomecánica de la rodilla

En la articulación de la rodilla se pueden realizar movimientos en dos planos, el primero de flexo-extensión que se desarrollan en el plano sagital y de rotación los que tienen lugar en un plano frontal. Éstos son los movimientos principales, pero debido a la plasticidad articular y sólo de forma pasiva, la rodilla puede permitir movimientos de muy escasa amplitud en el plano frontal (Kapandji, 2012).

Los movimientos más aparentes de la rodilla son los de flexo-extensión y durante los mismos los cóndilos femorales ruedan y se deslizan a la vez sobre las glenoides tibiales, de tal manera que el eje en torno al cual se realizan, dispuesto

transversalmente entre ambos epicóndilos, varía constantemente de posición y de dirección (O'Connor y Zavatsky, 2015).

Durante la flexión los cóndilos femorales tienden a desplazarse hacia atrás, pero lo hace más el externo, con lo que el eje mecánico rota lateralmente. Durante la extensión sucede lo contrario; los cóndilos ruedan hacia delante y rueda más el externo que el interno, por lo que el eje bicondíleo se desplaza hacia delante y rota medialmente (O'Connor y Zavatsky, 2015).

Como describe Kapandji en el año 2012 partiendo de la posición anatómica, la amplitud de la flexión de la rodilla es de unos 120°, que aumenta hasta 140° con la cadera flexionada y llega a 160° forzando pasivamente el movimiento. Cuando estamos de pie, la tibia se halla ligeramente rotada hacia fuera. Durante los primeros grados de flexión o los últimos de extensión se añade un movimiento alrededor de un eje vertical, llamado rotación asociada, cuyo valor es de 10-15°. Se trata de una rotación externa del fémur al principio de la flexión o una rotación interna al final de la extensión. Esta rotación interna del fémur ayuda a bloquear la rodilla en extensión, de modo que el miembro inferior se transforma en una columna rígida que sostiene el peso del cuerpo. Esto sucede, al ponernos de pie desde la posición sedente.

Así ocurre durante la marcha, cuando el miembro oscilante contacta con el suelo, con lo que, además de rigidez del miembro, se consigue una base de sustentación más amplia. Independientemente de dicha rotación asociada, y solamente cuando la rodilla está flexionada, se pueden realizar los movimientos de rotación independiente. Durante la rotación interna del fémur sobre la tibia el cóndilo femoral interno se desplaza hacia atrás y el externo hacia delante y cada menisco

acompaña al cóndilo femoral correspondiente deformándose y deslizándose sobre la tibia. La amplitud de la rotación interna es de unos 30° y 30- 35° de forma pasiva, mientras que la rotación externa alcanza los 40° y 45-50° pasivamente (Kapandji, 2012).

La articulación de la rodilla trabaja en compresión. Las fuerzas que actúan sobre la parte proximal del fémur se concentran en la gruesa cortical de su diáfisis, pero al llegar a la epífisis distal se difunden en el tejido óseo esponjoso de los cóndilos femorales, que ofrecen una amplia superficie de transmisión, a través de los meniscos, hacia la gran superficie receptora de las glenoides tibiales. El hueso esponjoso subyacente a las glenoides concentra las fuerzas recibidas hacia la cortical diafisaria para que sea transmitida distalmente a lo largo de la tibia. Una fuerza normal, de reacción, de la misma magnitud, actúa en sentido contrario (Repetto, 2015).

Cuando nos encontramos en apoyo bipodal la carga soportada por cada rodilla es la misma y su valor es, aproximadamente, el 43% del peso corporal. Este peso actúa a lo largo de la línea de gravedad del cuerpo que pasa entre ambas rodillas para proyectarse en el triángulo de sustentación. Por el contrario, durante el apoyo unipodal la rodilla está cargada con el 93% del peso del cuerpo, pero estas fuerzas están incrementadas por la acción de la musculatura lateral del muslo, esta fuerza muscular tiene que ser superior a la que ejerce la gravedad sobre el cuerpo, puesto que actúa con un brazo de palanca inferior (Maquet, 2012).

1.1.5 Rotura de ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior es la principal estructura anatómica que previene la traslación anterior de la tibia respecto del fémur. Con frecuencia, en el evento de

rotura del ligamento cruzado anterior se produce una traslación anterior de la tibia con un impacto secundario del tercio medio del cóndilo femoral externo en el aspecto posterior del platillo tibial externo (Resnick, Kang y Pretterkieber, 2017).

La rotura del ligamento cruzado anterior de la rodilla es una lesión muy frecuente, especialmente en la práctica deportiva, siendo el mecanismo más común de lesión el trauma indirecto, donde habitualmente están involucradas fuerzas de desaceleración, hiperextensión y rotación. En algunos estudios la rotura aislada del LCA representa el 40% del total de las lesiones ligamentosas y, un 35% adicional asociada a lesión de otros ligamentos (Dietz, Wilcox y Montgomery, 2016).

Esta lesión acarrea consigo invalidez, dolor e inestabilidad. La intervención debe practicarse lo más temprano posible -antes de los 10 días-. Si la intervención no es precoz, los fenómenos inflamatorios locales impedirán toda sutura normal y se estará entonces ante laxitudes crónicas graves de la rodilla. Después de la intervención, el miembro operado es colocado en una férula rígida o articulada que permita una movilización temprana de ciertos sectores de movilidad (Xhardes, 2010).

1.1.6 Fisiopatología de la rotura del ligamento cruzado anterior

Los ligamentos se evidencian como bandas densas de tejido conectivo, paquetes de fibras de colágeno orientados de forma paralela, que conectan hueso con hueso. Su inserción en el hueso se conoce como entesis y ocurre de forma directa o indirecta. Las fibras de colágeno del ligamento se conectan a una zona de fibrocartílago no mineralizado, esta continúa con fibrocartílago mineralizado hasta llegar al hueso. El ligamento cruzado anterior este compuesto por dos elementos principales, un componente celular y otro de matriz extracelular. El primero, tiene

en su gran mayoría fibroblastos y una pequeña cantidad de otras células, su función es sintetizar y mantener la matriz extracelular, la cual se caracteriza por ser una estructura organizada y funcional que le confiere al tejido su comportamiento viscoelástico debido a la interacción de sus componentes: proteínas, glicoproteínas y agua (Forriol, Maestro, Vaquero y Martin, 2018).

Los fibroblastos se localizan en la matriz extracelular, se distribuyen de forma separada y se alinean en columnas a lo largo de la dirección de las fibras de colágeno, son células sensibles a la carga mecánica y cumplen la función de organizar y mantener el tejido durante el desarrollo (Forriol, Maestro, Vaquero y Martin, 2018).

El fascículo AM es la parte estructural más anterior y expuesta a traumatismos. Cuando éste se flexiona, la rodilla tensa el fascículo AM y el ligamento rota 90 grados sobre sí mismo. Cuando se extiende la rodilla, se tensa la banda PL y el ligamento se aplana y ensancha. De igual forma, aunque la disposición anatómica de ambos fascículos no está clara, sí parece que al flexionar la rodilla 90 grados, hay estructuras fibrilares que se tensan a medida que se va flexionando la rodilla. Pero cuando esta fuerza mecánica sobrepasa los niveles de resistencia del tejido es cuando se produce una rotura del ligamento (Ayala, García, y Alcocer, 2014).

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

daño al ligamento, debido a que los husos musculares, la cápsula, tendones y articulaciones adyacentes pueden compensar la pérdida sensorial causada directamente por el ligamento cruzado anterior (Lee, Lee, Ahn y Park, 2015).

1.1.7 Clasificación de la rotura del ligamento cruzado anterior

La elongación rápida del ligamento, observado en algunas actividades deportivas, tal como en un movimiento repetitivo de alta frecuencia, puede resultar en su daño o rotura. Este daño o ruptura en los ligamentos se conoce como esguince. Se produce por una elongación máxima de las fibras, que causa ruptura parcial o total de las mismas. De acuerdo con los signos y síntomas clínicos puede clasificarse en tres grados según su complejidad (De Vita y Slaughter, 2007)

1.1.7.1 Grado I

Manifiesta mínima pérdida de la función, mínimo dolor, no hay ruptura de fibras, no hay presencia de equimosis, ni dificultad para soportar el peso, mecánicamente el tejido sufre deformación, sin embargo, se conserva dentro del rango fisiológico de la curva esfuerzo-deformación (Ivins, 2016).

1.1.7.2 Grado II

Presenta ruptura parcial de las fibras, alguna pérdida de la función articular, dolor, equimosis y dificultad para soportar el peso. Esta lesión surge porque la magnitud de la carga es tal que excede el pico de fuerza tensil del ligamento, aunque no siempre alcance su fuerza de rompimiento. Así el ligamento es fuertemente debilitado, en ocasiones permanece físicamente intacto y conserva algo de fuerza mecánica (Nobes, Ryles y Foreman, 2010).

1.1.7.3 Grado III

Presenta ruptura completa de las fibras, gran pérdida de la función articular, dolor e inflamación severos, equimosis y siempre hay dificultad para soportar el peso.³³ En esta lesión la carga excede el pico de fuerza tensil del ligamento hasta alcanzar su fuerza de rompimiento (Ivins, 2016). Según Scott (2006) los esguinces de III grado se pueden subdividir a su vez:

- ✓ Rotura grado I -media-
< 0,5 cm de apertura entre las superficies articulares.
- ✓ Rotura grado II -moderada-
0,5 – 1 cm de apertura entre superficies articulares
- ✓ Rotura grado III -grave-
> 1 cm de apertura entre las superficies articulares

1.1.8 Etiología de la rotura del ligamento cruzado anterior

Más del 70% de las lesiones del ligamento cruzado anterior ocurren sin contacto en la rodilla. Se producen como resultado del aterrizaje de un salto y maniobras de corte lateral que pueden ocurrir en diferentes actividades atléticas como el fútbol. El déficit en el control neuromuscular activo dinámico se manifiesta como cargas excesivas en las articulaciones y conduce al estrés del ligamento cruzado anterior, produciendo una rotura parcial o completa (Willems, Witvrouw, Verstuyft, et al. 2012).

La hiperextensión de la rodilla, el segundo mecanismo más frecuente de lesión provoca el desgarro del ligamento cruzado anterior, con desgarros asociados del menisco en el 30% de los pacientes. La hiperextensión extrema es rara. (Scott, 2006).

1.1.9 Factores de riesgo de la rotura del ligamento cruzado anterior

Debemos conocer los factores de riesgo de las lesiones del ligamento cruzado anterior en el fútbol ya que es de gran importancia para poder desarrollar medidas preventivas. Las lesiones deportivas son el resultado de la interacción de factores intrínsecos y extrínsecos (Llana et al., 2010).

1.1.9.1 Factores intrínsecos

Según Romero y Tous (2007) nos indica que existen diversos factores internos que podrían ser lesivos o empeorar una lesión recidivante. Estos pueden ser complejos de corregir, por otro lado, están los que son modificables por medio de un programa de prevención.

- ✓ Historia lesiva: Esto se refiere a las lesiones previas y a su rehabilitación inadecuada.
- ✓ Factores inherentes al deportista: Género, edad, predisposición genética, factores fisiológicos -nivel de estrógenos-, características de la musculatura, extremidad dominante o no dominante y etnia del deportista.
- ✓ Factores morfológicos: Alteraciones de la postura o alteraciones posturales localizadas como hiperpronación del pie y aumento del ángulo Q, dimensión de la escotadura intercondílea y el tamaño o grosor del ligamento cruzado anterior.
- ✓ Cualidades físicas y factores relacionados: Alteración propioceptiva, falta de fuerza, capacidad de coordinación, gran laxitud articular, inestabilidad articular, falta de extensibilidad muscular, desequilibrios

musculares agonistas o antagonistas, fatiga muscular, aumento del retraso electromecánico.

- ✓ Nivel deportivo: inexperiencia del deportista y categoría federativa.
- ✓ Factores psicológicos: Autoestima o personalidad del deportista.

1.1.9.2 Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos son aquellos que son externos a las personas, de igual manera, pueden ser o no modificables (Bahr y Maehlum, 2017). Estos pueden ser:

- ✓ El entrenamiento inadecuado: Los antecedentes completos del entrenamiento suelen revelar que la lesión es el resultado de cambios producidos en este. Los cambios en la rutina de entrenamiento, así como el exceso de intensidad y su carga pueden ser causa de lesiones.
- ✓ El cambio de equipo o entrenador: El equipo nuevo puede producir un cambio en el patrón de carga, que por sí mismo o por la combinación con otros factores puede desencadenar en una lesión.
- ✓ El equipamiento deportivo: El uso de calzado deportivo adecuado, así como las protecciones necesarias pueden disminuir el riesgo de sufrir una lesión.
- ✓ Climatología: Un clima frío es un factor de riesgo para la producción de lesiones.
- ✓ Superficies de juego: Un terreno duro o resbaladizo pueden ser una causa de riesgo lesivo.

1.1.10 Epidemiología de la rotura del ligamento cruzado anterior

En Estados Unidos la incidencia de lesión de ligamento cruzado anterior oscila entre 80 mil y 250 mil casos por año, de los cuales aproximadamente 100 mil son sometidos a una cirugía reconstructiva de rodilla y se estima que genera un gasto de 1,000 millones de dólares al año (Mei, Ao, Wang, Zhang, et al., 2013).

En Guatemala se calculó un total de aproximadamente 60 cirugías del ligamento cruzado anterior en los establecimientos de Obras Sociales del Hermano Pedro y el IGSS.

Se presenta en diferentes grupos de edad de entre 8 y 63 años, de los cuales 70.68% son pacientes masculinos y 29.32% femeninos, 14.05% atletas de alto rendimiento. Con respecto al mecanismo de trauma en la ruptura de ligamento cruzado anterior alrededor de 35.82% de los casos son lesiones de rodilla en valgo seguidas de 11.21% provocadas por lesión de rodilla en varo, 8 la causa principal de ruptura de ésta son las lesiones deportivas. Aproximadamente 7.92% de las lesiones están asociadas a otras lesiones de ligamentos, de las cuales 2.69% son rupturas del ligamento cruzado posterior, 5.81% lesiones de ligamento colateral medial y 0.57% lesiones de ligamento colateral lateral (Mei, Ao, Wang, Zhang, et al., 2013).

En algunos estudios la rotura aislada del ligamento cruzado anterior representa el 40% del total de las lesiones ligamentosas y, un 35% adicional asociada a lesión de otros ligamentos, con mayor frecuencia a la del ligamento colateral medial (Resnick, Kang y Pretterklieber, 2017).

1.1.11 Diagnóstico de la rotura del ligamento cruzado anterior

Para comprobar la integridad del ligamento cruzado anterior existen diversas pruebas de utilidad. Deben emplearse pruebas diferentes en las rodillas con lesión aguda y en las que presenta una inestabilidad crónica, pues algunas de estas pruebas precisas una flexión de 90 grados o una posición de flexión de la rodilla y un valgo que puede no ser tolerado por el derrame y por el dolor agudo (Scott, 2006).

Según Scott (2006) las pruebas apropiadas deben buscar movimientos anómalos de la rodilla. Deben evaluar la función del ligamento cruzado anterior; para ello, examine la tibia en relación con el fémur cuando la articulación está en tensión. Deberá comparar el movimiento del miembro afectado con el del miembro no afectado. Se considera anómala una diferencia de movimiento entre ambos que sea superior a 3 mm. Entre las pruebas de actividad del ligamento cruzado anterior destacan las siguientes:

1.1.11.1 Prueba de Lachman

Es la de cajón anterior con una flexión de 30 grados de la rodilla y verifica la integridad de ligamento cruzado anterior, sobre todo su haz posteroexterno. Esta es la principal prueba para realizar en una rodilla con lesión aguda, puesto que el paciente suele ser incapaz de flexionar la articulación más allá de 30 grados sin experimentar importantes molestias. Se considera positiva en cuanto exista un ligero aumento en el desplazamiento anterior de la tibia comparando con la rodilla contralateral.

1.1.11.2 Prueba de cajón anterior

Se realiza con el pie en rotación neutra, aplicando una fuerza anterior sobre la tibia proximal. Esta prueba de ligamento cruzado anterior valora sobre todo en su haz anterointerno. Se considera positiva si hay una subluxación de la tibia por detrás del fémur como de forma que se produzca un desplazamiento y salto palpable.

1.1.12 Ejercicios pliométricos

Según Piedrahit (2009), los ejercicios pliométricos capacitan a un músculo para alcanzar su máximo nivel de fuerza, en un corto período de tiempo; son ejercicios que unen fuerza y velocidad en el movimiento para producir potencia. Con este tipo de ejercicios pliométricos el músculo logra alcanzar su máximo potencial, en el menor tiempo posible, estos están diseñados para reproducir movimientos rápidos, explosivos y potentes, mejoran sensiblemente el rendimiento de los deportistas.

Según Bedoya (2014) para jóvenes sugiere que el entrenamiento pliométrico debe completarse dos días por semana durante 8-10 semanas durante la práctica de fútbol con un período de descanso de 72 horas entre los días de entrenamiento. El número inicial de contactos con el suelo debe ser el 50-60 por sesión y el aumento de no más de 80 a 120 contactos con el suelo por sesión de este grupo de edad para prevenir lesiones por uso excesivo. Un total de 3-4 ejercicios pliométricos se debe realizar 2-4 series de 6-15 repeticiones por sesión de entrenamiento.

1.2 Antecedentes Específicos

1.2.1 Ejercicios pliométricos

Los ejercicios pliométricos se originan en Europa llamándose ejercicios de multisaltos. El termino pliometría viene de dos palabras de origen griego *Plio* = aumento y *Metrics* = longitud que significa Aumentar Longitud.

El principal objetivo de estos ejercicios son acortar el tiempo de contracción excéntrica -elongación- y el inicio de la contracción concéntrica -acortamiento- aplicando la mayor fuerza posible en el menor tiempo posible y se le conoce también con el nombre de ciclo estiramiento acortamiento (Piedrahit, 2009).

La pliometría toma varias formas diferentes pero la actividad fundamental se basa en saltos, saltos con un solo pie y rebotes para la parte inferior del cuerpo. La clave para el entrenamiento pliométrico es emplear la fuerza de forma tan rápida y energética como sea posible. También es un entrenamiento ideal para desarrollar explosividad y mejora la rapidez. Se recomienda poco peso o simplemente con su peso corporal para desarrollar la fuerza rápida (Piedrahit, 2009).

Aunque todos los ejercicios pliométricos son adecuados para aumentar la potencia muscular gracias a la explosividad que debemos desarrollar en su práctica, de igual manera actúan sobre los ligamentos fortaleciendo, respondiendo a la carga teniendo como resultado un incremento del tamaño de las estructuras existentes y remodelación de las proteínas de las cuales está constituido el tejido. Esto sugiere que los estímulos mecánicos pueden llegar a ser favorables durante la etapa de remodelación del ligamento (Park, Kim, Lee, et al., 2006). De igual manera, Benani y Cols en 2008 evidenciaron que el ejercicio diario moderado genera síntesis de

colágeno y deposición del factor de crecimiento TGF- α , mejorando el proceso de reparación del tejido mediante la formación de una nueva red de colágeno más homogénea y densa. Esto contribuyó a la organización del tejido y estimuló la diferenciación y migración de los fibroblastos, así, los ligamentos desarrollaron una estructura apropiada para resistir esfuerzos, mejorando su viscoelasticidad debido a la interacción de sus componentes. También son ideales si queremos trabajar el equilibrio y coordinación en general. Asimismo, mejora significativamente la aceleración y velocidad, como resultado del fortalecimiento, cualidades básicas para desenvolverse de una mejor manera en deportes de alto rendimiento como lo es el fútbol. Por otro lado, se realizan estos ejercicios para evitar lesiones futuras, siempre con la correcta dosificación (Chaouachi, Granacher, Makhlouf et al, 2017).

Cuando el movimiento articular es totalmente restringido, los fibroblastos no pueden adquirir su fenotipo y sintetizan componentes inapropiados de matriz extracelular, lo que resulta en la reincidencia de esguince bajo esfuerzos menores. En cambio, los resultados clínicos demuestran que el ejercicio pliométrico reduce el dolor y permite retornar más tempranamente al trabajo e incrementa en un 50% la carga de falla del tejido (Hammer, 2008).

1.2.1.1 Principios del ejercicio pliométrico

Cuando se inician a realizar los ejercicios pliométricos y a optimizar su entrenamiento, se indican las pautas metodológicas para trabajar la pliometría: (Verkhoshansky, 2006).

- ✓ Aplicar gran fuerza en cada impacto contra el suelo, ya que cuanto mayor fuerza apliquemos mayor tensión muscular y por lo tanto

mejores efectos conseguiremos en el salto y en el entrenamiento en general.

- ✓ Intentar disminuir el tiempo de contacto de las zapatillas o manos en el suelo para conseguir un mayor tiempo de vuelo y la capacidad de poder hacer más impulsos contra el suelo en un espacio determinado.
- ✓ Descansar un minuto de 2-3 minutos entre serie.
- ✓ Para que se produzca una máxima activación de fibras de contracción rápida, la intensidad del ejercicio siempre debe ser máxima, a excepción de los ejercicios pliométricos de calentamientos.
- ✓ Empezar con una baja cantidad de ejercicios pliométricos, para gradualmente incrementar el número y el volumen del entrenamiento.
- ✓ Es necesario tener una óptima de fuerza y de adaptación, mediante el entrenamiento de fuerza y velocidad, antes de la inmersión en el entrenamiento explosivo.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente apartado se da a conocer porque la ruptura de ligamento cruzado anterior se considera como un problema ante la reinserción de los pacientes al deporte que practican y como los ejercicios pliométricos pueden beneficiar a una mejor y pronta recuperación.

2.1 Planteamiento del Problema

Los atletas futbolistas suelen ser propensos a muchas lesiones por el contacto que tienen con los demás jugadores o a veces movimientos que realicen de una manera incorrecta.

Dentro de las lesiones que encontramos en los futbolistas está la rotura del ligamento cruzado anterior, esta lesión afecta la función de la rodilla y a menudo fuerza al paciente a disminuir su nivel de actividad y a cambiar de estilo de vida. Según Yu y Kirkendall (2004) cuando es una rotura completa puede generar muchos problemas crónicos de la rodilla provocando inestabilidad, lesiones de los meniscos y de la superficie cartilaginosa y osteoartritis.

De igual manera, la rotura del ligamento cruzado anterior altera la propiocepción provocando afectación en la respuesta neuromuscular a la traslación del tibial anterior y a su vez hay una atrofia de la musculatura periarticular (Ingersoll y Grindstaff, 2008)

Dos tercios de los pacientes con ruptura completa del ligamento cruzado anterior tratados conservadoramente quedan con inestabilidad crónica de la rodilla y daño secundario de los meniscos o del cartílago articular.

Según Griffin. LY en el año 2006 esta lesión también origina problemas importantes psicológicos y económicos. Anualmente se gasta cerca de un millardo de dólares en reconstrucciones del ligamento cruzado anterior (cálculo hecho sobre la base de 50 mil reconstrucciones a 17 mil dólares cada una).

La ruptura del ligamento cruzado anterior es la segunda en importancia detrás del esguince medial y es la lesión más frecuente dentro de las lesiones ligamentarias quirúrgicas de rodilla en deportistas (Rivera García. A et al, 2010). Se sabe que uno de los principales factores de riesgo externo es la fricción y la resistencia aumentada entre el calzado y el suelo en lugares con pasto alto o pasto artificial. La lesión radica en un desplazamiento hacia adelante de la tibia provocando una laxitud que va a dañar el cuerno posterior del menisco interno o externo, y por mecanismo de cizallamiento del cartílago (Valderrama-Treviño. A et al, 2017).

La lesión del ligamento cruzado anterior afecta entre un 4 y 5% de la población que practica fútbol principalmente en aquellos que lo hacen ocasionalmente, oscila entre los 80 mil y 250 mil casos por año, de los cuales aproximadamente 100 mil son sometidos a una cirugía reconstructiva de rodilla, anualmente en los Estados Unidos (Griffin. LY, 2006). Se recopiló información que indica que en el Hospital Obras Sociales del Hermano Pedro de Antigua Guatemala se realizaron 19 cirugías de reconstrucción de ligamento cruzado anterior en el año 2019 y en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) con un total de 36 pacientes por año aproximadamente desde el 2014.

El retorno a la actividad y a la estabilidad a largo plazo esperada, después de reconstrucción del ligamento cruzado anterior, está entre 75- 95%. La proporción de fracaso actual es de 8% que puede atribuirse a inestabilidad recurrente, fracaso del injerto o artrofibrosis (García, J. Chávez, D. 2005).

Las pruebas más utilizadas para detectar una posible rotura del ligamento cruzado anterior son la prueba del cajón anterior (con una sensibilidad del 9% al 93%), la prueba de Lachman (con una sensibilidad del 60% al 100%) y la prueba de desplazamiento del pivote (cuya sensibilidad oscila del 27% al 95%). La prueba de Lachman y la artroscopia son los métodos más significativos para el diagnóstico del ligamento cruzado anterior (Marin, C. Gómez, C. 2010)

El método de tratamiento de los pacientes con rupturas parciales del ligamento cruzado anterior depende del porcentaje de afectación. Se ha descrito una gran variedad de técnicas quirúrgicas para estabilizar la rodilla con insuficiencia del ligamento cruzado anterior. Se utilizan procedimientos extraarticulares (más limitados), intraarticulares y la combinación de ambos. La cirugía se lleva a cabo cuando el tejido esté blando y suave, el arco de movimiento sea normal, y se haya restaurado la coordinación neuromuscular en toda la extremidad. Algunos pacientes logran esto en una semana, mientras que otros requieren de 6 a 8 semanas. Al intervenir una rodilla rígida se asegura la misma condición en el postoperatorio (Cascio et al, 2004).

Luego de haber realizado el proceso quirúrgico correspondiente se inicia el protocolo de tratamiento, la presente investigación se enfoca únicamente en la fase de reintegración. En esta fase es posible iniciar los ejercicios pliométricos. Estos comenzarán con una fase de contracción concéntrica, seguida por otra de contracción excéntrica. Para empezar, es

posible implementar ejercicios simples, como subir y bajar escalones pequeños mediante saltos con ambas extremidades (Cascio et al, 2004).

Utilizar estos ejercicios en los protocolos de tratamiento en la fase de reintegración puede ayudar, ya que es el momento indicado para preparar y fortalecer aún más, tanto al paciente, como al injerto de ligamento, pues está madurando y volviendo a su forma normal, ganando no solo masa, sino fuerza. De esta manera el ligamento se irá adaptando nuevamente a ciertos movimientos que realizaba anteriormente, tales como correr, saltar y patear. Por lo tanto, se logrará que el paciente gane confianza y la pérdida del miedo al regresar a sus actividades, en este caso deporte. Por lo siguiente se formula la siguiente pregunta, ¿Cuáles son los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años?

2.2 Justificación

Ayala, J. et al (2014) refiere que una rotura de ligamento es una lesión traumática que afecta principalmente a pacientes jóvenes. Para lograr un resultado satisfactorio en el tratamiento es necesario el conocimiento de su anatomía, clasificación y el tipo de injerto a emplea

Esta lesión no solo produce episodios de inestabilidad, sino también una alteración de la mecánica de la articulación de la rodilla. La incidencia de rupturas del ligamento cruzado anterior varía ampliamente, dependiendo del tipo de población, se ha calculado que es de 1/3 mil en la población general de los Estados Unidos, cada año ocurren en este país por lo

menos 100 mil casos de lesiones del ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes, típicamente entre los 15-25 años (Márquez, 2009).

La presente revisión bibliográfica se enfoca en reconocer la efectividad de los ejercicios pliométricos en futbolistas en fase de reintegración, como tratamiento para rotura de ligamento cruzado anterior. Los ejercicios pliométricos tienen una gran ventaja sobre todos los demás tratamientos fisioterapéuticos, porque es bastante completo. Cuando se realiza un ejercicio pliométrico no solo se ganará masa, sino mayor fuerza y estabilidad del ligamento, al emplear el propio peso del atleta en diferentes tipos de saltos y actividades.

Este tratamiento de ligamento cruzado anterior tiene como resultado el beneficio terapéutico de los ejercicios pliométricos, siempre que realice una correcta dosificación considerando la importancia de la fase de reintegración, porque sin la intensidad adecuada, la rodilla del jugador no se repondría totalmente.

La característica general del método pliométrico es un paso rápido del estiramiento a la contracción muscular en condiciones elevadas de sobrecarga externa. Los miembros inferiores de los futbolistas están sometidos a diferentes cargas externas, que no sólo someten al tejido muscular, sino también a tendones, ligamentos, cápsulas articulares y estructuras óseas generando cambios fisiológicos. La pliometría es un factor que estimula la capacidad del sistema nervioso central para emitir potenciales de acción sobre la placa mioneural, teniendo como resultado mayor reclutamiento de fibras musculares, que constituye una condición fundamental para aumentar la capacidad de generar fuerza muscular explosiva (Gaviria, G. Victoria, M. et al, 2002).

Por lo tanto, se busca contribuir a evitar las complicaciones que implican la falta de tratamiento o el tratamiento incorrecto en los pacientes, lo que suprimiría la dificultad por discapacidad para realizar distintas tareas laborales o en la sociedad (Gaviria, G. Victoria, M. et al, 2002).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Comprender en base a una revisión bibliográfica los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años.

2.3.2 Objetivos particulares

Identificar los efectos fisiológicos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años.

Describir, mediante consulta bibliográfica, la dosificación de los ejercicios pliométricos en músculos de la extremidad inferior en futbolistas masculinos de 20 a 35 años en postoperatorio de ruptura de ligamento cruzado anterior de rodilla en fase de reintegración.

Explicar los beneficios terapéuticos que generan los ejercicios pliométricos sobre los músculos de la extremidad inferior para acelerar la reparación del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se mostrarán las diferentes herramientas y bases de datos utilizadas para la realización de la presente investigación y la metodología utilizada.

3.1 Materiales y métodos

3.1.1 Materiales

Es una recopilación de información y datos que se requieren para realizar una investigación (Sampieri, et al 2014). En este proceso se tomó en cuenta la información de artículos científicos, libros y revistas. La siguiente figura muestra los artículos seleccionados en esta investigación.

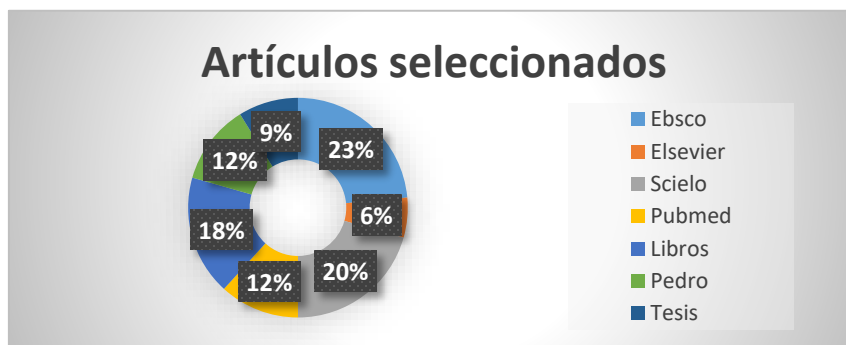


Figura 1. Artículos seleccionados

3.1.2 Variables

Tabla 5

Variables dependiente e independiente

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Independiente	Ejercicios pliométricos	Son movimientos rápidos y potentes que involucran el pre-estiramiento del musculo y activa el ciclo de elongar y acortar la fibra para producir subcutáneamente una contracción concéntrica más fuerte.	Los ejercicios pliométricos son ejercicios que, en una fase de reintegración, postquirúrgica de ruptura del ligamento cruzado anterior, podría ayudar a fortalecerlo y así hacerlo más firme para que vuelva y realice sus AVD.	(Cascio et al, 2004)

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Dependiente	Reparación de ligamento cruzado anterior	La reparación del ligamento cruzado anterior es por medio de una cirugía en la cual reconstruyen o reparan dicho ligamento con un injerto o trasplante. La intervención debe practicarse lo más temprano posible -antes de los 10 días-. Si la intervención no es precoz, los fenómenos inflamatorios locales impedirán toda sutura normal y se estará entonces ante laxitudes crónicas graves de la rodilla. Después de la intervención, el miembro operado es	La reparación del ligamento cruzado anterior en la fase de reintegración se realiza con ejercicios pliometricos en los cuales se mezclaran una serie de ejercicios de saltos de potencia y velocidad fortaleciendo de esta manera al ligamento y dándole mayor elasticidad.	(Xhardes. Y, 2010)

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Dependiente	Reparación de ligamento cruzado anterior	colocado en una férula rígida o articulada que permita una movilización temprana de ciertos sectores de movilidad.		(Xhardes. Y, 2010)

Las variables dependiente e independiente, elaboración propia con información tomada de los diferentes autores citados.

3.2 Enfoque de investigación

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema. El enfoque cualitativo que según Arias se define como características o atributos que se expresan de forma verbal (no numérica), es decir mediante palabras (Hernández. R, 2014). El enfoque de la presente investigación es de tipo cualitativo ya que se guía por áreas o temas significativos de investigación. En este enfoque pueden desarrollar preguntas e hipótesis durante todo el proceso de recolección de datos o información y análisis de los mismos. Estas actividades sirven primero para descubrir cuáles son las preguntas más importantes de la investigación para así luego perfeccionarlas, responderlas y así encontrar nuevas interrogantes para continuar con el proceso.

3.3 Tipo de estudio

Para poder llevar a cabo la siguiente investigación se utilizó el tipo de estudio descriptivo el cual consiste en describir sucesos, situaciones, problemas y fenómenos. En este tipo de estudio toda la información debe ir detallada especificando las propiedades, características, perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. La información recolectada es de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (Hernández. R, 2014).

3.4 Método de estudio

La siguiente investigación se llevó a cabo a través de los procedimientos análisis-síntesis, el cual se define según Roberto Hernández Sampieri en 2014: se contraponen en cierto momento del proceso, pero en otro se complementa, se requieren; uno sin el otro no puede existir. Por tanto, se analizaron artículos científicos, documentos y libros donde muestran los diferentes ejercicios pliométricos para la fase 1 de postoperatorios de ruptura de ligamento cruzado anterior partiendo de conceptos generales desarrollados en la descripción anatómica, fisiológica y biomecánica.

Tabla 6

Ecuación de búsqueda

Ecuación de búsqueda	Resultados	Fuente
1. Ligamento cruzado anterior	1. 9 artículos	Ebsco
2. Futbolistas	2. 4 artículos	Elsevier
3. Ruptura de LCA	3. 3 artículos	Scielo
4. Fase de reintegración	4. 5 artículos	Pubmed
5. Ejercicios pliometricos	5. 2 artículos	Pedro
	6. 6 libros	Tesis
	7. 3 Tesis	Libros

Ecuación de búsqueda, elaboración propia.

3.5 Diseño de investigación

La investigación no experimental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (Hernández. R, 2014). Durante esta investigación se recopilaron datos de diferentes fuentes como libros, revistas y artículos científicos para así posteriormente

organizarla y lograr una interpretación más detallada y responder a los objetivos propuestos. Por lo tanto, la siguiente investigación se presenta como no experimental, porque no hubo manipulación alguna de las variables.

3.6 Crterios de inclusión y exclusión

Recopilación de datos que se tomaron en cuenta para realizar esta investigación.

Tabla 7

Crterios de inclusión y exclusión

Crterios de inclusión	Crterios de exclusión
Artículos científicos no mayores a 5 años exceptuando los que contienen información valiosa para la investigación.	Artículos sin evidencia científica y mayores a 5 años
Libros no mayores a 10 años	Libros mayores a 10 años
Artículos científicos, libros y revistas en idioma inglés y español	Artículos, libros y revistas en idioma portugués, chino, japonés
Futbolistas de 20 a 35 años	Futbolistas de 10 a 20 años
Futbolistas masculinos	Futbolistas femeninas profesionales
Ruptura del ligamento cruzado anterior	Ruptura del ligamento cruzado posterior
Futbolistas postquirúrgicos por ruptura de ligamento cruzado anterior	Futbolistas con fractura de tibia y peroné

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Beneficios terapéuticos de los ejercicios pliometricos	Efectos fisiológicos de los ejercicios pliometricos
Ejercicios pliometricos en fase de reintegración	Ejercicios pliometricos en fase inicial
Biomecánica y anatomía de rodilla	Biomecánica y anatomía de hombro

Criterios de inclusión y exclusión, elaboración propia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

El presente estudio basado en una revisión bibliográfica de la efectividad de los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos sobre la ruptura del ligamento cruzado anterior en postoperatorio en una fase de reintegración, se explica y demuestra en este capítulo por medio de los resultados y estudios realizados por los diferentes autores citados.

4.1 Resultados

En esta investigación se presentan tres objetivos particulares de los cuales se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 8

Resultados del objetivo particular 1

Objetivo 1: Identificar los efectos fisiológicos de los ejercicios pliométricos para acelerar la reparación de ruptura del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años.

Autor	Año	Resultado
Chaouachi, Granacher, Makhlouf et al.	2017	Aunque todos los ejercicios pliométricos son adecuados para aumentar la potencia muscular gracias a la explosividad que debemos desarrollar en su práctica, de igual manera actúan sobre los ligamentos fortaleciendo y mejorando su extensibilidad. También son ideales si queremos trabajar el equilibrio y coordinación en general. Asimismo, mejora significativamente la aceleración y velocidad, como resultado del fortalecimiento, cualidades básicas para desenvolverse de una mejor manera en deportes de alto rendimiento físico como lo es el fútbol. Por otro lado, se realizan estos ejercicios para evitar lesiones futuras, siempre con la correcta dosificación
Markovic	2010	La pliometría es una modalidad de entrenamiento seguro y eficaz para mejorar la función de los músculos de las extremidades inferiores y el desempeño funcional de los individuos sanos. Para la mejora del rendimiento y la prevención de lesiones en los deportes de competición, y debe formar parte todo programa de acondicionamiento físico bien diseñado y específico de cada deporte.

Resultados de objetivo 1, elaboración propia con información tomada de los diferentes autores citados.

De acuerdo con lo recabado durante la investigación se encontró que los beneficios terapéuticos de los ejercicios pliométricos actúan de manera positiva sobre la lesión mencionada anteriormente, de igual manera se mejora también el rendimiento de las

estructuras aledañas como la musculatura. Se recomienda la utilización de esta técnica ya que mejora significativamente la lesión y previene lesiones futuras.

Tabla 9

Resultados del objetivo particular 2

Objetivo 2: Describir, mediante consulta bibliográfica, la dosificación de los ejercicios pliométricos en músculos de la extremidad inferior en futbolistas masculinos de 20 a 35 años en postoperatorio de ruptura de Ligamento Cruzado Anterior de rodilla en fase de reintegración.

Autor	Año	Resultado
Piedrahit	2009	La pliometría toma varias formas diferentes pero la actividad fundamental se basa en saltos, saltos con un solo pie y rebotes para la parte inferior del cuerpo. La clave para el entrenamiento pliométrico es emplear la fuerza de forma tan rápida y energética como sea posible. Se recomienda poco peso o simplemente con su peso corporal para desarrollar la fuerza rápida.
Verkhoshansky	2006	Se debe de aplicar gran fuerza en cada impacto contra el suelo, ya que cuanto mayor fuerza apliquemos mayor tensión muscular y por lo tanto mejores efectos conseguiremos en el salto y en el entrenamiento en general y descansar de 2-3 minutos entre serie

Resultados de objetivo 2, elaboración propia con información tomada de los diferentes autores citados.

Se encontró que con una correcta dosificación de ejercicio y descansos, el trabajo pliométrico garantiza excelentes resultados con el avance o progreso de las lesiones del ligamento cruzado anterior en una fase de reintegración.

Tabla 10

Resultados del objetivo particular 3

Objetivo 3: Explicar los beneficios terapéuticos que generan los ejercicios pliométricos sobre los músculos de la extremidad inferior para acelerar la reparación del ligamento cruzado anterior de rodilla en postoperatorio en fase de reintegración en futbolistas masculinos de 20 a 35 años.

Autor	Año	Resultado
Piedrahit	2009	Los ejercicios pliométricos son ejercicios que unen fuerza y velocidad en el movimiento para producir potencia. El principal objetivo de estos ejercicios es acortar el tiempo de contracción excéntrica -elongación- y el inicio de la contracción concéntrica -acortamiento- aplicando la mayor fuerza posible en el menor tiempo posible. Con este tipo de ejercicios pliométricos el músculo y ligamentos logran alcanzar su máximo potencial, en el menor tiempo posible, estos están diseñados para reproducir movimientos rápidos, explosivos y potentes, mejoran sensiblemente el rendimiento de los deportistas.

Autor	Año	Resultado
Ferrin	2014	La aplicación del ejercicio pliométrico como parte del tratamiento fisioterapéutico posterior a una ruptura de ligamento cruzado anterior en la fase de reintegración, evitará la presencia de recidivas, reagudizaciones de la lesión e inestabilidad tanto estática como dinámica de la rodilla, ayudando así la pronta recuperación total y su re inserción a la sociedad en sus actividades de la vida diaria y volver a desempeñar el deporte que practica.

Resultados de objetivo 3, elaboración propia con información tomada de los diferentes autores citados.

De acuerdo a la información recabada para esta investigación se encontró que la aplicación de los ejercicios pliométricos sobre los deportistas en una fase de reintegración es totalmente efectiva ya que la totalidad de pacientes en los cuales se realizan este tipo de ejercicios logran una pronta y rápida recuperación no solo a sus actividades de la vida diaria sino que también al deporte que desempeñan.

4.2 Discusión

La importancia de los beneficios terapéuticos que brindan los ejercicios pliométricos para la recuperación del ligamento cruzado tras una ruptura en una fase de reintegración en futbolistas se centra en el fortalecimiento y mejora de la extensibilidad del mismo. El principal objetivo de los ejercicios pliométricos es acortar el tiempo de contracción excéntrica-elongación y el inicio de la contracción concéntrica-acortamiento aplicando la mayor fuerza posible en el menor tiempo posible (Piedrahit, 2009) combinando fuerzas

para acelerar el tiempo de recuperación y así volver lo antes posible a la práctica del deporte que desempeña en este caso el fútbol.

De este modo, según Ferrin (2014) sugiere que los ejercicios pliométricos son efectivos utilizarlos como parte del tratamiento fisioterapéutico en pacientes con la lesión del ligamento cruzado anterior a los cuatro meses de la cirugía ya que en ese momento el ligamento ya se encuentra listo para un fortalecimiento más intenso. Realizó un estudio en un periodo de 4 meses con un grupo de 15 jóvenes deportistas entre 25 a 30 años en un centro de rehabilitación indicando que el 97% de los jóvenes obtuvieron una mejoría significativa eliminando la debilidad muscular, inestabilidad articular y ligamentosa, eliminando el porcentaje de recidivas y reagudizaciones de la lesión en la estructura afectada.

De la misma manera Berenguer (2017) realizó un estudio en el cual participaron 47 jugadores de fútbol postquirúrgicos de ruptura del ligamento cruzado anterior, la población tomada realizó los ejercicios pliométricos en la arena provocando que haya más resistencia al dar el salto, fortaleciendo más el ligamento y musculatura de la rodilla. Los resultados fueron positivos ya que todos los jugadores mejoraron significativamente permitiendo así el regreso a las actividades deportivas sin ninguna molestia o recidiva.

Por otro lado, Jurado et al. (2014) realizaron un estudio con el objetivo de comparar el entrenamiento pliométrico en tierra y el entrenamiento pliométrico acuático para la mejora del salto vertical. En este estudio participaron un total 65 hombres estudiantes de educación física, los cuales se dividieron en 3 grupos: entrenamiento pliométrico acuático, entrenamiento pliométrico y grupo control. Los sujetos fueron entrenados durante un

tiempo de 10 semanas y una constancia de 2 días por semana. El volumen de las sesiones se vio incrementado durante el transcurso del entrenamiento desde 10 series de 10 repeticiones a 10 series de 55 repeticiones. El rendimiento de los 10 sujetos se midió con los test de counter movement jump y squat jump en una plataforma de Bosco. Se llegó a la conclusión de que el entrenamiento pliométrico acuático puede ser otro método alternativo al entrenamiento pliométrico en tierra, ya que se obtienen mejoras equivalentes y además se reduce el estrés realizado por el tren inferior.

4.3 Conclusiones

En base a las revisiones bibliográficas los autores coinciden en que los efectos terapéuticos de los ejercicios pliométricos como parte del tratamiento postquirúrgico de ruptura del ligamento cruzado anterior son efectivos brindando el fortalecimiento de las bandas de tejido fibroso del ligamento, tensando las estructuras fibrilares a medida que se va flexionando la rodilla, y al mismo tiempo proporcionando una mayor viscoelásticidad debido a la interacción de sus componentes: proteínas, glicoproteínas y agua. De este modo el movimiento de la articulación de la rodilla mejora significativamente y al mismo tiempo previniendo lesiones futuras.

Al realizar estos ejercicios según los estudios se pudo evidenciar que también son ideales si queremos trabajar el equilibrio y coordinación en general aportándole al paciente seguridad y calidad de movimiento.

Como resultado del fortalecimiento de la musculatura aledaña y de las bandas del tejido fibroso del ligamento cruzado anterior, efectuados por medio de los ejercicios pliométricos aplicados, cabe mencionar que hay un restablecimiento de las cualidades básicas como lo es

la velocidad y aceleración desenvolviéndose de manera óptima en deportes de alto rendimiento físico como lo es el fútbol. Así mismo es importante resaltar que la propiocepción aguda de la rodilla no está influenciada directamente por el daño al ligamento, debido a que los husos musculares, la cápsula, tendones y articulaciones adyacentes pueden compensar la pérdida sensorial causada directamente por el ligamento cruzado anterior.

En general, la mejor manera de realizar los ejercicios pliométricos es con una carga leve, sin embargo se puede optar simplemente con la masa corporal propia realizando así saltos o movimientos rápidamente permitiendo la alineación de las fibras de colágeno del ligamento cumpliendo la función de organizar y mantener el tejido durante el desarrollo por medio de los fibroblastos que son sensibles a la carga mecánica de los ejercicios realizados, obteniendo así óptimos resultados.

Se deben tomar de 2 a 3 minutos de descanso entre series permitiendo la restauración del metabolismo aportando el tiempo necesario para que el músculo y ligamentos se recuperen del esfuerzo que se ejerció en la serie anterior de los ejercicios pliométricos y de ese modo sea capaz de realizarlo nuevamente con una intensidad total, para que tengan el efecto deseado y esperado.

Se demuestra que el tiempo indicado para un fortalecimiento muscular y ligamentario avanzado e iniciar la aplicación de los ejercicios pliométricos deben realizarse al 4to mes de una cirugía a causa de que el ligamento no es capaz aun de resistir una carga mecánica intensa o nuevamente se sobrepasaría el margen plástico provocando una lesión.

El uso y aplicación de los ejercicios pliométricos en futbolistas postquirúrgicos de la patología investigada permite una remisión del dolor lo cual incide a una mayor y rápida re inserción a las actividades deportivas y de la vida diaria.

4.4 Perspectivas

Respecto a los avances de esta investigación se tomó en cuenta la dificultad y limitación que padecía cada paciente luego de ser intervenido por una ruptura de ligamento cruzado anterior y la importancia de su rehabilitación en una fase de reintegración. Basado en la evidencia estadística y bibliográfica se demostró que la implementación de los ejercicios pliometricos en los protocolos de tratamiento son eficaces, eficientes y efectivos en dicha patología.

Cabe destacar, que la información recopilada en esta investigación sobre los efectos terapéuticos de los ejercicios pliometricos en una fase de reintegración en postoperados de ruptura de ligamento cruzado anterior permite al paciente reestablecerse totalmente a sus actividades de la vida diaria y volver a desempeñar el deporte que practica.

De igual manera, se debe considerar la elaboración de estudios comparativos y complementarios combinando otras técnicas o métodos terapéuticos con los ejercicios pliometricos con el fin de evaluar si hay una mejor y pronta recuperación en base al tiempo y caracterización de cada paciente.

REFERENCIAS

- Ayala-Mejías, J. García-Estrada, G. y Alcocer Pérez-España, L. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta ortopédica mexicana*, 28(1), 57-67.
- Bedoya, C. (2014). Efecto del entrenamiento pliométrico en fuerzas explosivas en deportes colectivos: un metaanálisis.
- Benani, A. Potti, P. Fauchet, M. Gossard, C. Netter, P. Gillet, P. (2008) How a daily and moderate exercise improves ligament healing. *IRBM.C.* 29(4):267-71.
- Berenguer, M. (2017). Efectividad del ejercicio pliométrico en arena en la lesión del LCA en futbolistas: Protocolo de estudio.
- Cascio, B. M. Culp, L. y Cosgarea, A. J. (2004) Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction. Doi: 10.16/jcsm.2004.03.004
- Chaouachi, M. Granacher, U. Makhlof, I. Hammami, R. Behm, DG. Chaouachi, A. (2017) Within Session Sequence of Balance and Plyometric Exercises Does Not Affect Training Adaptations with Youth Soccer Athletes. *J Sports Sci Med.* Marzo de 16(1):125-36.
- Chu, D. A. (2006). Ejercicios pliométricos (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
- Dalto, C. (2014). Anatomía funcional.
- De Vita, R. Slaughter, WS. (2007). A constitutive law for the failure behavior of medial collateral ligaments. *Biomechan Model Mechanobiol.* 6:189-97.

- Dietz, G. Wilcox, D. Montgomery, J. (2016) Segond tibial condyle fracture: lateral capsular ligament avulsion. *Radiology*; 159: 467-469.
- Ferrín Cedeño, I. A. (2014). Importancia de la aplicación del ejercicio pliométrico como tratamiento fisioterapéutico, en jóvenes adultos de 25-30 años, con plastia de ligamento cruzado anterior, atendidos en el Centro de Rehabilitación Física" Jorge Andrade" de la ciudad de Guayaquil.
- Forriol, F. Maestro, A. Vaquero Martin, J. (2008). El Ligamento Cruzado Anterior: Morfología y Función. *Revista Fundación MAPFRE Trauma*, Vol 19 Supl 1. Madrid.
- García-Porrero, J. A. Hurlé, J. M. y Padilla, G. B. (2005). *Anatomía humana* (pp. 138-144). McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Griffin, LY. Albohm, M. Arendt, EA. Bahr, R. Beynnon, BD. Demaio, M. et al. (2006) Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting.
- Hammer, WI. (2008). The effect of mechanical load on degenerated aoft tissue. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 12:246-56.
- Horcajada González, R. (2018). *Miembro Inferior: Osteología, Miología y Artrología: Muslo, rodilla, pierna y pie. Proporciones y módulos.*
- Ivins, D. (2016). Acute ankle sprain: an update. *American family Physician*. 74(10):1714-20.

- Kapandji, A. I. (2012). Fisiología articular. Médica Panamericana.
- Lee, DH. Lee, JH. Ahn, SE. Park, MJ. (2015) Effect of time after anterior cruciate ligament tears on proprioception and postural stability. PLoS One. 10 (9)
- Leyes, M. Forriol, F. (2017) Historia de la reparación del ligamento cruzado anterior.
- Maquet, P. (2012) Biomechanics of the knee. (2.a ed.). Berlín: Springer Verlag,
- Mei, Y. Ao, YF. Wang, JQ. Ma, Y. Zhang, X. Wang, JN. et al. (2013) Clinical characteristics of 4355 patients with anterior cruciate ligament injury. Chin Med J (Engl). 126(23):
- Nobes, L. Ryles, R. Foreman, K. (2010). A grade II medial collateral knee ligament sprain in a professional football player. Physical Therapy in Sport. 1:42-53.
- O'Connor, J. Zavatsky, A. (2015). ACL function in the normal knee. Biomecánica, 3: 121-132
- Park, SA. Kim, IA. Lee, YJ. Shin, JW. Kim, JK. Yang, YI. (2006) Biological responses of ligament fibroblasts and gene expression profiling on micropatterned silicone substrates subjected to mechanical stimuli. Journal of Bioscience and Bioengineering. 102(5):402-12.
- Piedrahit, O. (2009). Como influye un plan de entrenamiento pliométrico en el salto.
- Rattoa, G. D. Cascalesa, M. Marína, M. Alemánb, A. y Asensia, P. (2013). Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla. Patología Degenerativa de la Rodilla, 1(1), 1-10.

- Renstrom, P. Ljungqvist, A. Arendt, E. Beynon, B. Fukubayashi, T. Garrett, W. (2008)
Non-contact ACL injuries in female athletes: An International Olympic Committee
current concepts statement.
- Resnick D. Kang HS. Pretterklieber ML. (2017). Internal derangement of joints. Second
edition. Philadelphia: Elsevier Inc. 1820-1825.
- Rivera García A. (2010) Tratamiento fisioterapéutico tras reconstrucción del ligamento
cruzado anterior: seguimiento de dos casos clínicos.
- Rohen, J. W. Yokochi, C. Lütjen-Drecoll, E. y García, V. (2007). Atlas de anatomía
humana: estudio fotográfico del cuerpo humano. Barcelona
- Scott, N. (2006). La rodilla, lesiones de ligamento y el mecanismo extensor/diagnósticos y
tratamientos. Nueva York, Estados Unidos: Mosby year book.
- Valderrama, A. Granados, J. Alvarado, R. (2017) Lesión del ligamento cruzado anterior.
- Vaquero Martín J, Calvo Haro J A, Forriol Campos F. (2008) Reconstrucción del ligamento
cruzado anterior.
- Verkhoshansky, Y. (2006). Todo sobre el método pliométrico.
- Willems T. Witvrouw E. Verstuyft J. Vaes P. y De Clercq D. (2012). Proprioception and
muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. J
Athl Train.