

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESTRICCIÓN PARCIAL DE FLUJO SANGUÍNEO EN PACIENTES DE 20 A 50 AÑOS POST OPERADOS DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR



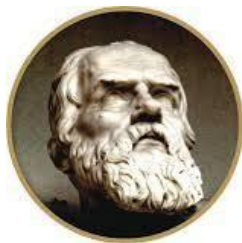
Que Presenta

Jose Pablo García Castellanos

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Mayo 2024



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESTRICCIÓN PARCIAL DE FLUJO SANGUÍNEO EN PACIENTES DE 20 A 50 AÑOS POST OPERADOS DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR



Tesis profesional para obtener el Título de Licenciado en
Fisioterapia

Que Presenta

Jose Pablo García Castellanos

Ponente

LFT. Diana Paola Rojas Gómez

Director de Tesis

Licenciada María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. Mayo 2024

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Jose Pablo García Castellanos
Director de Tesis	LFT. Diana Paola Rojas Gómez
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Saban



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revelación en la Educación

Guatemala, 16 de marzo 2024

Estimado alumno:
Jose Pablo García Castellanos

Presente.

Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

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

Atentamente,

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Lic. Ana Lucía Deras
García
Secretario

Lic. Jose Carlos
Ochoa Pineda
Presidente

Lic. Flor de María
Molina Ortiz
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

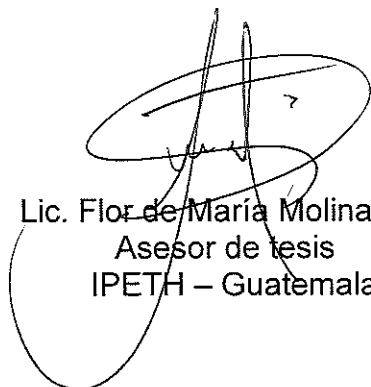
Guatemala, 25 de noviembre 2022

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

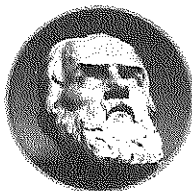
Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **"Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior"** del alumno Jose Pablo García Castellanos

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. Flor de María Molina Ortiz
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 28 de noviembre 2022

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **Jose Pablo García Castellanos** de la Licenciatura en Fisioterapia, culmino su informe final de tesis titulado: **"Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior"** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



**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: Licenciada Diana Paola Rojas Gómez
Nombre del Estudiante: Jose Pablo García Castellanos
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior
Fecha de realización: Otoño 2022

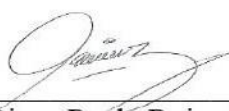
Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesis del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

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

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

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución


 Licenciada Diana Paola Rojas Gómez

**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: Licenciada María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Jose Pablo García Castellanos
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior
Fecha de realización: Otoño 2022

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESIS

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

e.	Párrafos con estructura correcta.	X		
f.	Sin uso de gerundios (ando, iendo)	X		
g.	Correcta escritura numérica.	X		
h.	Oraciones completas.	X		
i.	Adecuado uso de oraciones de enlace.	X		
j.	Uso correcto de signos de puntuación.	X		
k.	Uso correcto de tildes.	X		
l.	Empleo mínimo de paréntesis.	X		
m.	Uso del pasado verbal para la descripción del procedimiento y la presentación de resultados.	X		
n.	Uso del tiempo presente en la discusión de resultados y las conclusiones.	X		
3.	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		
4.	Formato referencias	Si	No	Observaciones
a.	Correcto orden de contenido con referencias.	X		
b.	Referencias ordenadas alfabéticamente.	X		
c.	Correcta aplicación del formato APA 2016.	X		
5.	Marco Metodológico	Si	No	Observaciones
a.	Agrupó, organizó y comunicó adecuadamente sus ideas para su proceso de investigación.	X		
b.	Las fuentes consultadas fueron las correctas y de confianza.	X		
c.	Seleccionó solamente la información que respondiese a su pregunta de investigación.	X		
d.	Pensó acerca de la actualidad de la información.	X		
e.	Tomó en cuenta la diferencia entre hecho y opinión.	X		
f.	Tuvo cuidado con la información sesgada.	X		
g.	Comparó adecuadamente la información que recopiló de varias fuentes.	X		
h.	Utilizó organizadores gráficos para ayudar al lector a comprender información conjunta.	X		
i.	El método utilizado es el pertinente para el proceso de la investigación.	X		
j.	Los materiales utilizados fueron los correctos.	X		
k.	El estudiante conoce la metodología aplicada en su proceso de investigación.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Licenciada María Isabel Díaz Sabán

DICTAMEN DE TESINA

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

Los C.C

Director de Tesina
Función

LFT. Diana Paola Rojas Gómez

Asesor Metodológico
Función

Mtra. María Isabel Díaz Sabán

Coordinador de Titulación
Función

Lic Emanuel Alexander Vásquez Monzón

Autorizan la tesina con el nombre

Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior

Realizada por el Alumno:

Jose Pablo García Castellanos

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

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

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

García Castellanos

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Revisión bibliográfica de los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior**

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

Fecha **22 de Noviembre del 2022**

Jose Pablo García Castellanos
Nombre completo


Firma de cesión de derechos

Dedicatoria

A mis padres que son un pilar fundamental en mi vida, además de ser mi mayor ejemplo de superación ya que, poniendo a Dios por delante de todo, con trabajo duro, constancia, paciencia, dedicación y fe, se pueden lograr grandes cosas. A mis hermanos que estuvieron conmigo en los momentos más difíciles, brindándome su apoyo y sacándome una sonrisa. A mi novia por acompañarme en todo momento. A mis abuelos por enseñarme a trabajar duro para luchar por mis metas y sueños. Y a toda mi familia por creer en mí, además de apoyarme también en todo momento, a todos ustedes les digo orgullosamente: ¡lo logramos!

Jose Pablo García Castellanos

Agradecimientos

A Dios por darme la oportunidad de estudiar esta carrera tan bonita y humana, permitiéndome tener sabiduría y muchas fuerzas para lograr alcanzar todas mis metas trazadas. A mis padres Estuardo García Carrera y Cindy Aida Castellanos Gutiérrez por siempre brindarme su apoyo incondicional, amor, consejos y acompañarme en todo momento, motivándome siempre a ser una mejor persona cada día. A mis hermanos Tomás Estuardo García Castellanos y José Rodrigo García Castellanos por escucharme y sacarme risas en los días de estrés, mejorando mis días. A mi Abuela María Noemí Gutiérrez Valenzuela por ser mi motivación dándome también su apoyo incondicional y estar al pendiente con mi madre en las madrugadas cuando viajaba a la universidad. A mi abuelo Tomas Olegario Castellanos Morales quien me brindo su ayuda y motivarme a luchar por mis sueños. A Daniela María Estrada Villalta por darme amor, apoyarme y estar a mi lado en los días buenos y malos sin ninguna condición teniéndome paciencia y motivándome a tener siempre sueños grandes. A mis grandes amigos Mildred Fabiola Flores Rivera y Guillermo Arturo Doblado Blanco por acompañarme en tantas bonitas experiencias y demostrarme que una amistad tan pura como la de ellos vale tener mucho en la vida. A toda mi familia por creer siempre en mí y estar orgullosos de la persona que soy. Al Lic. Alfredo Gonzales Roca ya que fue el que me motivo a seguir esta profesión tan bonita y enseñarme lo importante que es la fisioterapia en la vida de las personas. A mis asesores por apoyarme y guiarme durante este trabajo de investigación y también, por último, a todos los licenciados que estuvieron brindándome sus consejos, apoyo y sabiduría durante toda mi carrera universitaria.

Jose Pablo García Castellanos

Palabras Clave

BFR

Kaatsu

Ligamento cruzado anterior

LCA

Reconstrucción LCA,

Entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo

Mecanismo de lesión LCA

ACL injury.

Índice

Portadilla	i
Investigadores responsables	ii
Carta Galileo aprobación de examen privado	iii
Carta Galileo aprobación asesor de tesis.....	iv
Carta Galileo aprobación revisor lingüístico.....	v
Listas de cotejo director de tesis	vi
Lista de cotejo asesor metodológico	viii
Dictamen de tesis	x
Hoja de titular de derechos	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimientos	xiii
Palabras Clave.....	xiv
Índice	xv
Índice de figuras	xix
Índice de tablas	xx
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
Marco teórico.....	2
1.1 Antecedentes Generales.....	2

1.1.1 Descripción de la problemática.....	2
1.1.2 Superficies articulares de la rodilla.....	3
1.1.3 Meniscos	5
1.1.4 Bolsas serosas de la rodilla	6
1.1.5 Cápsula Articular.	7
1.1.6 Ligamentos de la rodilla	7
1.1.7 Músculos de la rodilla.....	8
1.1.8 Biomecánica de la rodilla.....	10
1.1.9 Rangos de movimiento articular de la rodilla	13
1.1.10 Anatomía del ligamento cruzado anterior.	14
1.1.11 Histología del ligamento.	15
1.1.12 Biomecánica del ligamento cruzado anterior.	15
1.1.13 Rotura de ligamento cruzado anterior.	16
1.1.14 Etiología.....	17
1.1.15 Cuadro Clínico.....	18
1.1.16 Fisiopatología.....	18
1.1.17 Factores de riesgo.	20
1.1.18 Epidemiología	21
1.1.19 Diagnóstico.	21
1.1.20 Estudios de imagen.	23

1.1.21 Tratamiento quirúrgico.	24
1.1.22 Tratamiento farmacológico.	26
1.1.23 Rehabilitación postoperatoria del LCA.....	27
1.2 Antecedentes Específicos.....	28
1.2.1 Historia del Entrenamiento por restricción de flujo sanguíneo.....	28
1.2.2 Concepto.	29
1.2.3 Materiales utilizados para el entrenamiento.....	30
1.2.4 Aplicaciones.....	32
1.2.5 Efectos fisiológicos del entrenamiento por restricción de flujo sanguíneo.....	33
1.2.6 Indicaciones	34
1.2.7 Contraindicaciones	35
Capítulo II.....	36
Planteamiento del problema.....	36
2.1 Planteamiento del problema.....	36
2.2 Justificación	38
2.3 Objetivos	40
2.3.1 Objetivo General.....	40
2.3.2 Objetivos específicos	40
Capítulo III.....	42
Marco metodológico	42

3.1 Materiales.....	42
3.2 Métodos	44
3.2.1 Enfoque de investigación.	44
3.2.2 Tipo de estudio.....	44
3.2.3 Método de estudio.....	45
3.2.4 Diseño de investigación.	45
3.2.5 Criterios de selección.....	45
3.3 Variables	47
3.3.1 Variable independiente	47
3.3.2 Variable dependiente	47
3.3.3 Operacionalización de variable.....	47
Capítulo IV	49
Resultados	49
4.1 Resultados	49
4.2 Discusión	65
4.3 Conclusiones	67
4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas.....	68
Referencias.....	70

Índice de figuras

Figura 1. Huesos de la rodilla	4
Figura 2. Anatomía de los meniscos	5
Figura 3. Bolsas serosas de la articulación de la rodilla	6
Figura 4. Movimientos de flexión y extensión de rodilla	12
Figura 5. Puntos de contacto de la rótula sobre el fémur	13
Figura 6. Anatomía normal del LCA	15
Figura 7. Mecanismo de lesión del LCA	17
Figura 8. Test de Lachman.....	22
Figura 9. Test de cajón anterior	23
Figura 10. Postura seiza	29
Figura 11. Tipos de dispositivo de manguito.....	30
Figura 12. Anchura de manguitos de presión	31
Figura 13. Gráfica de datos utilizados	43

Índice de tablas

Tabla 1. Músculos de rodilla.....	9
Tabla 2. Rangos articulares de la rodilla.....	13
Tabla 3. Protocolo de rehabilitación LCA	27
Tabla 4. Factores de oclusión de flujo sanguíneo	31
Tabla 5. Fuentes utilizadas.....	43
Tabla 6. Criterios de selección.....	46
Tabla 7. Operacionalización de variables	47
Tabla 8. Resultados	49

Resumen

La postoperación del ligamento cruzado anterior (LCA) es un resultado que se obtiene del procedimiento quirúrgico artroscópico que se realiza para recuperar la estabilidad y evitar que se realicen traslaciones anteriores en la articulación femorotibial, presentando signos clínicos como dolor, inflamación, atrofia y debilidad muscular. Por consiguiente, se puede utilizar el entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo como tratamiento rehabilitador después de la cirugía del LCA.

La lesión del ligamento cruzado anterior es el sexto procedimiento quirúrgico más frecuente que ocurre en los servicios de traumatología y ortopedia presentando más de 200,000 desgarros o rupturas al año. La tasa de éxito en esta operación quirúrgica es relativamente alta siendo del 75% al 97% en algunos pacientes. La lesión del LCA es bastante común en pacientes adultos, teniendo una prevalencia mayor en el género masculino que en el femenino, siendo todo un desafío reintegrar toda la fuerza, potencia, estabilidad y funcionalidad a la articulación de la rodilla post la cirugía.

Para el desarrollo de la presente investigación se toma en cuenta el diseño de investigación no experimental de corte transversal, tomando en cuenta que se tomaron referencias bibliográficas que se obtuvieron por las diferentes palabras clave, para comprender la relación de las variables tanto independiente como dependiente.

Al concluir la investigación se demostró que utilizando el Entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo entre 4 a 8 semanas, se puede obtener efectos terapéuticos beneficios como aumento de fuerza muscular, hipertrofia y disminución del dolor aumentando la funcionalidad de la articulación de la rodilla.

Capítulo I

Marco teórico

Para entender la patología y el tratamiento propuesto se describen los elementos anatómicos, fisiológicos, biomecánicos, etiológicos, epidemiológicos, así como el diagnóstico de la rotura del ligamento cruzado anterior y la prescripción del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo como tratamiento rehabilitador en esta patología.

1.1 Antecedentes Generales

Leyes y Forriol en 2017 definen la rotura del ligamento cruzado anterior como la pérdida de continuidad parcial o completa de tejido conectivo que conecta el hueso de la tibia con el fémur. Siendo el LCA uno de los ligamentos más importantes que garantiza la funcionalidad y estabilidad a la articulación de la rodilla. Además, es considerado el primer estabilizador en la traslación anterior de la tibia sobre el fémur y un estabilizador secundario de las rotaciones.

1.1.1 Descripción de la problemática. La rodilla es la segunda articulación más afectada por las lesiones ligamentarias. Afirman que el 75% de las lesiones del LCA son por situaciones sin contacto y el otro 25% son por contacto directo. En Estados Unidos 1 de cada 3,000 personas sufre esta lesión y anualmente se gasta 1,000 millones de dólares en

reconstrucciones del LCA. Esta patología representa una importancia epidemiológica de primer orden en traumatología y ortopedia (Pons, 2019).

Guamán et al en 2018 mediante un estudio mencionan que el predominio masculino en esta patología es mayor que el género femenino, obteniendo el 63.3% para el género masculino y el 36.7% para el género femenino. Esto se debe que el género masculino está más relacionado a participar en más deportes de contacto como lo son el futbol, baloncesto y el esquí. Por lo tanto, la práctica deportiva demostró ser el parámetro en el cual más se lesiona el LCA siendo menos frecuente los accidentes de tráfico o laboral.

1.1.2 Superficies articulares de la rodilla. Según Barreno en 2014 menciona que la rodilla es una de las articulaciones más complejas en el cuerpo humano y está compuesta por 3 superficies óseas descritas a continuación:

1.1.2.1 Superficie distal del Fémur. El fémur es uno de los huesos más largos del cuerpo humano. La superficie distal del fémur está dividida por dos grandes eminencias articulares denominadas cóndilos femorales. Los dos cóndilos femorales están separados mediante una escotadura intercondílea donde se insertan los ligamentos cruzados. Además, los cóndilos externo e interno se unen por delante para formar una superficie articular para que se sitúe la rótula (Barreno, 2014).

1.1.2.2 La rótula. La rótula o patela es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo humano, es de forma triangular localizada por delante del fémur. Una de las funciones más importantes de la rótula es ayudar en el mecanismo de extensión de la rodilla. De hecho, este hueso presenta un extremo proximal que se denomina base que es el lugar de inserción del tendón cuadricipital y un extremo distal angostado que se le denomina vértice y es el origen del ligamento rotuliano. De la misma forma presenta una superficie posterior conteniendo 2

carillas articulares que son para el cóndilo medial y la otra para el cóndilo lateral del fémur (Tortora y Derrickson, 2011).

1.1.2.3 Superficie proximal de la tibia. Es el segundo hueso más largo del cuerpo humano. La superficie proximal comprende dos cavidades glenoideas que se encuentran separadas por tuberosidades intercondíleas tibiales que son los sitios de origen de los ligamentos cruzados. De hecho, las cavidades glenoideas contienen a los meniscos, interno y externo que amortiguan el peso del cuerpo humano. Por último, en la parte anterior se presenta la tuberosidad anterior de la tibia que es lugar de inserción del ligamento rotuliano (Marquet, 2018).

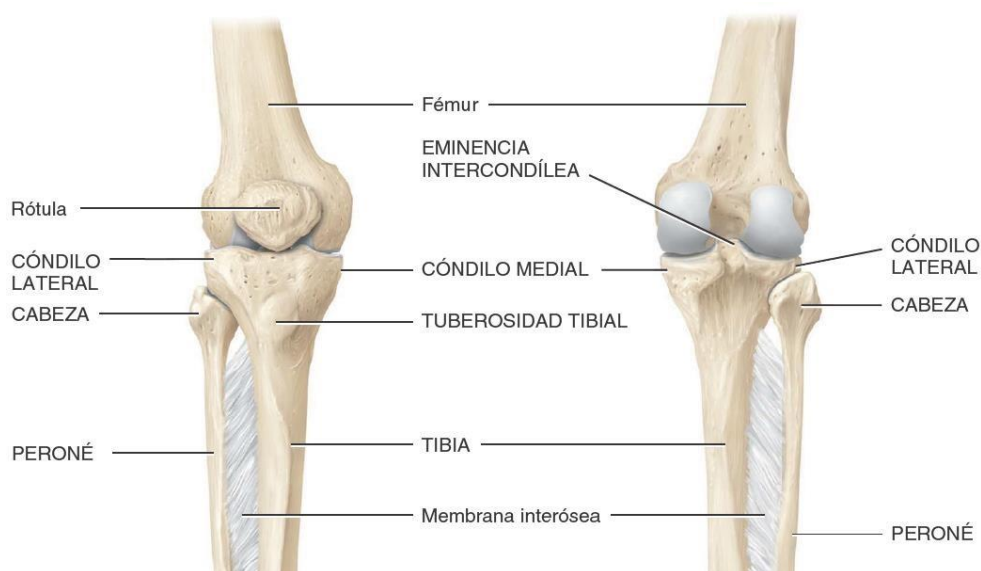


Figura 1. Huesos de la rodilla

(Tortora y Derrickson, 2011)

1.1.3 Meniscos. Torrez et al en 2011 explican que los meniscos son una estructura anatómica importante en el complejo articular de la rodilla, ya que son láminas semilunares de fibrocartílago y se encuentran entre la epífisis distal del fémur y la epífisis proximal de la tibia. Por lo tanto, una de las funciones es absorber las cargas que pasan a través de esta articulación, el menisco lateral tiene una forma circular y este es el más expuesto a lesiones traumáticas. Por otra parte, el menisco interno tiene una forma de C y está fijado a la tibia por medio del ligamento coronario.

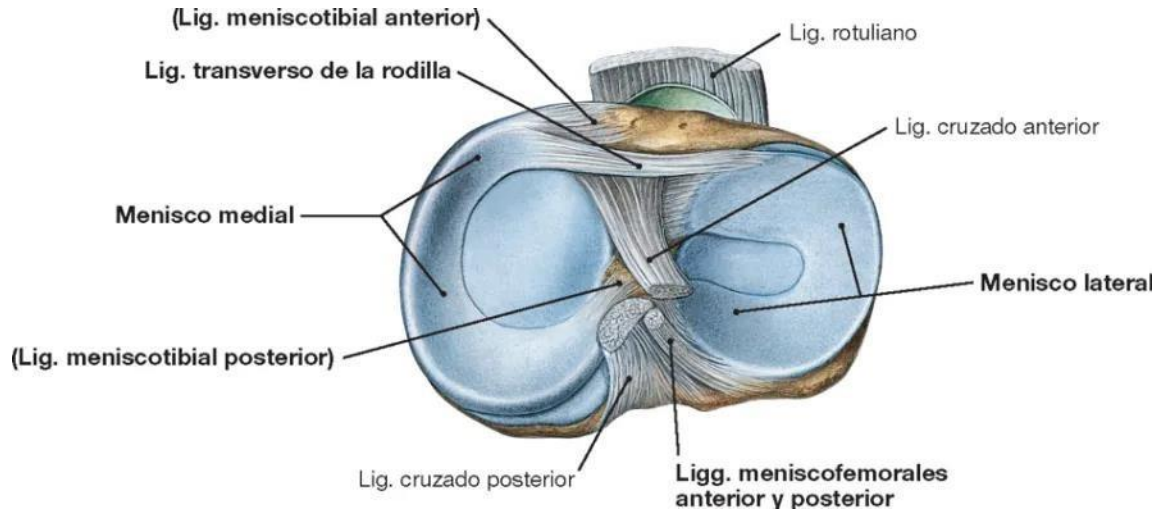


Figura 2. Anatomía de los meniscos

Fuente: <https://www.trescuatrotres.com/lesion-menisco-interno/>

1.1.4 Bolsas serosas de la rodilla. Díaz y Castro en 2019 mencionan que la articulación de la rodilla contiene más de 12 bolsas serosas, estas pequeñas bolsas están llenas de líquido, teniendo como función amortiguar las fricciones entre las diferentes estructuras de la rodilla. Sin embargo, las principales bolsas de la rodilla son la bolsa suprarrotuliana, bolsa subcutánea prerrotuliana, bolsa profunda infrarrotuliana y la bolsa subcutánea infrarrotuliana.

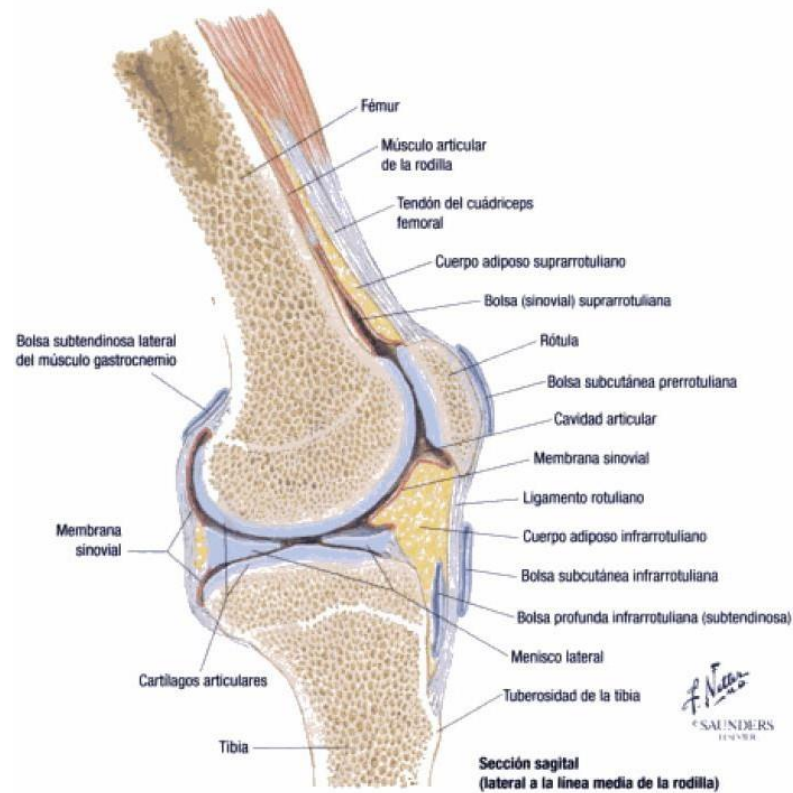


Figura 3. Bolsas serosas de la articulación de la rodilla

(Netter, 2015)

1.1.5 Cápsula Articular. Auso en 2015 menciona que la cápsula articular consta de una membrana fibrosa externa con espesor que envuelve la superficie inferior del fémur, recubriendo los cóndilos y la superficie superior de la tibia. También cuenta con una membrana sinovial interna que reviste todas las superficies de la cavidad articular. Además, esta membrana sinovial contiene 2 tipos de células, que son las tipo I que funcionan como macrófagos envolviendo a los agentes patógenos como bacterias y las tipo II como síntesis de formación de líquido sinovial ayudando a reducir las fricciones entre los huesos.

1.1.6 Ligamentos de la rodilla.

1.1.6.1 Ligamentos intracapsulares. Lucendo et al en 2012 menciona que los ligamentos intracapsulares están ubicados dentro de la articulación y son los siguientes:

- *Ligamento cruzado anterior:* se encuentra ubicado en la parte posterior de la superficie medial del cóndilo lateral del fémur hasta la superficie preespinal y su función es limitar la movilidad de la tibia sobre el fémur cuando la rodilla está extendida.
- *Ligamento cruzado posterior:* Se extiende desde la superficie lateral del cóndilo medial a la superficie retroespinal. Su función es limitar la hiperflexión de la rodilla y previene el desplazamiento del fémur sobre la tibia.

1.1.6.2 Ligamentos extracapsulares. Según Moore en 2015 indica que los ligamentos extracapsulares están compuestos por 5 ligamentos que refuerzan a la cápsula articular y los describe a continuación:

- *Ligamento patelar:* es una gruesa y resistente banda fibrosa que va desde el vértice y los bordes adyacentes de la patela hasta la tuberosidad de la tibia.

- *Ligamento colateral fibular:* se extiende inferiormente desde el epicóndilo lateral del fémur hasta la cara lateral de la cabeza del peroné, de este modo el tendón del bíceps femoral queda dividido en dos partes por este ligamento.
- *Ligamento colateral tibial:* es una banda resistente y aplanada, que se extiende desde el epicóndilo medial del fémur hasta la parte superior de la cara medial y cóndilo medial de la tibia, por último, sus fibras profundas se insertan firmemente en el menisco medial.
- *Ligamento poplíteo oblicuo:* se origina posterior al cóndilo medial de la tibia y discurre superior y lateral, hacia el cóndilo lateral del fémur para fusionarse con la porción central de la cara posterior de la cápsula articular.
- *Ligamento poplíteo arqueado:* se origina en la cara posterior de la cabeza del peroné, pasa superomedialmente sobre el tendón del poplíteo y se expande por encima de la cara posterior de la articulación de la rodilla, ayuda a la estabilidad posterolateral de la rodilla.

1.1.7 Músculos de la rodilla. Panesso en 2008 menciona que diferentes grupos musculares de la rodilla son estabilizadores dinámicos como lo son el cuádriceps y los isquiosurales. Por lo tanto, estos músculos proporcionan fuerza, potencia y soporte a la articulación. De hecho, los músculos que tienen efecto en la rodilla se dividen en 4 extensores y 7 flexores, algunos de estos son biarticulares.

Tabla 1. Músculos de rodilla

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Recto anterior	Espina iliaca anteroinferior justo por encima del acetábulo	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Extensión de la rodilla, el recto anterior también flexiona cadera
Vasto lateral	Porción proximal, trocánter mayor, tuberosidad glútea y línea áspera	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Extensión de la rodilla
Vasto medial	Mitad distal de la línea intertrocantérea y línea áspera	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Extensión de la rodilla
Vasto intermedio	Superficie anterior y externa de los dos tercios proximales del fémur	Base de la rótula y mediante el tendón rotuliano de la tuberosidad de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Extensión de la rodilla
Grupo flexor				
Semimembranoso	Tuberosidad del isquion	Cara postero interna de la meseta interna de la tibia	Ciático (L4, L5, S1, S2)	Flexión y Rotación interna de la rodilla y extiende la cadera
Semitendinoso	Tuberosidad del isquion	Superficie proximal e interna del cuerpo de la tibia	Ciático (L4, L5, S1, S2)	Flexión y Rotación interna de la rodilla y extiende la cadera
Bíceps femoral cabeza larga	Tuberosidad del isquion	Cara lateral de la cabeza del peroné y meseta externa de la tibia	Ciático Rama tibial (L5, S1, S2, S3)	Flexión y Rotación externa de la rodilla y extiende la cadera
Bíceps femoral cabeza corta	Línea áspera, dos tercios proximales de la línea supracondílea	Cara lateral de la cabeza del peroné y meseta externa de la tibia	Ciático Rama peronea (L5, S1, S2, S3)	Flexión y Rotación externa de la rodilla y extiende la cadera

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Recto interno o grácil	Mitad inferior de la sínfisis púbica y reborde interno de la rama del pubis	Cara interna de la tibia, por la diáfisis de la tibia	Obturador (L2, L3)	Aducción de la cadera, flexión y rotación interna de rodilla
Sartorio	Espina iliaca anterosuperior	Porción proximal de la superficie interna de la tibia	Crural (L2, L3, L4)	Flexión, abducción y rotación externa de cadera y Flexión de la y rotación interna de la rodilla
Gastrocnemio cabeza lateral	Cóndilo externo y superficie posterior del fémur	Parte media de la superficie posterior del calcáneo	Tibial (S1, S2)	Flexión plantar de tobillo y flexión de rodilla
Gastrocnemio cabeza medial	Proximal y posterior del cóndilo interno del fémur	Parte media de la superficie posterior del calcáneo	Tibial (S1, S2)	Flexión plantar de tobillo y flexión de rodilla
Plantar	Porción distal de la línea supracondílea externa del fémur	Parte posterior del calcáneo	Tibial (L4, L5, S1, S2)	Flexión plantar de tobillo y flexión de rodilla
Poplíteo	Porción anterior del cóndilo externo del fémur	Proximal a la línea del soleo sobre la superficie posterior de la tibia	Tibial (L4, L5, S1)	Flexión y rotación interna de la rodilla

Fuente: Elaboración propia con información del libro (Kendall's 2007).

1.1.8 Biomecánica de la rodilla. Neumann en 2007 menciona que el movimiento de la articulación de la rodilla se produce en dos planos que permiten la flexión y extensión en el plano sagital y se encuentra como segundo plano un movimiento accesorio de rotación interna y externa en el plano horizontal, pero este movimiento solo se puede realizar en flexión, ya que los cóndilos femorales bloquean las rotaciones cuando se encuentra en extensión.

Según Nordín en 2004 la articulación de la rodilla es de las más amplias y complejas del cuerpo humano compuestas por la articulación femoropatelar y femorotibial. Se sitúan entre los brazos de palanca más largos del cuerpo, soportando fuerzas y estabilizando la articulación a través de estabilizadores activos que son los músculos esqueléticos y pasivos que serían los ligamentos.

Kapandji en 2012 menciona que el movimiento de extensión se da cuando se aleja la cara posterior del muslo y la cara posterior de la pierna. El estado del miembro inferior se encuentra en su máximo estado de extensión, pero se puede realizar un movimiento pasivo de 5° a 10° de extensión recibiendo el nombre de hiperextensión de rodilla o *genu recurvatum*. Por lo tanto, el movimiento de flexión se da cuando la cara posterior del muslo y la cara posterior de la pierna se acercan. La flexión activa de la rodilla puede llegar a los 120° de flexión, pero si la cadera se encuentra flexionada puede llegar a los 140° de flexión gracias a la inhibición de los isquiosurales.

1.1.8.1 Articulación femorotibial. Esta articulación está formada por la superficie distal del fémur y la superficie proximal de la tibia, siendo los movimientos principales de la articulación la flexo-extensión y rotaciones interna y externa. Debido a la plasticidad articular se pueden realizar movimientos muy escasos de aducción y abducción solo de forma pasiva. Durante los movimientos de flexión y extensión los cóndilos femorales ruedan hacia adelante y deslizan a la vez sobre los cóndilos tibiales y cuando se realiza la extensión pasa lo contrario. Además, cuando la rodilla se encuentra en flexión se añade una rotación asociada, siendo imposible de realizar estas rotaciones en el movimiento de extensión (Ratto et al 2013).

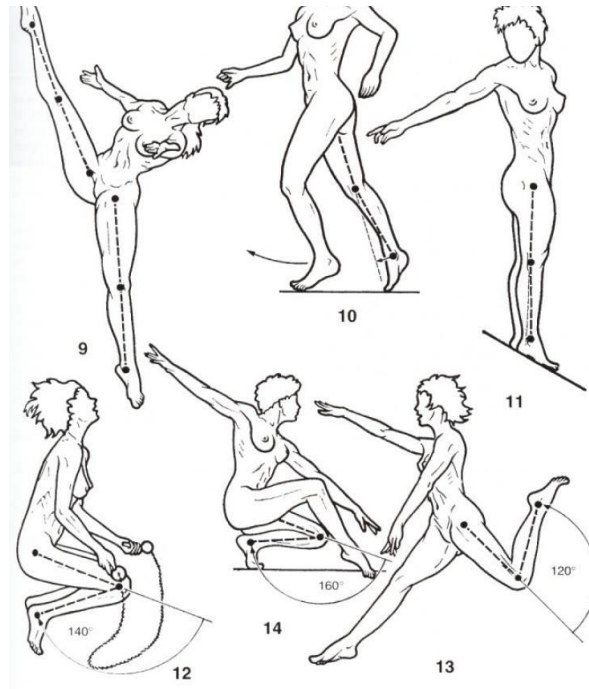


Figura 4. Movimientos de flexión y extensión de rodilla
(Kapandji 2012)

1.1.8.2 Articulación femoropatelar. Se realiza una conexión entre la cara articular de la rótula y el surco troclear del fémur, siendo el cuádriceps uno de los estabilizadores más importantes de esta articulación. Mientras la rodilla se flexiona y se extiende la superficie de la rótula se desliza en el surco troclear del fémur. Por consiguiente, el mayor punto de contacto de la rótula sobre el fémur es cuando se encuentra en 90° de flexión. No obstante, cuando la articulación se encuentra en extensión completa la rótula descansa sobre el surco troclear contra la bolsa serosa suprarrotuliana (Neumann, 2007).

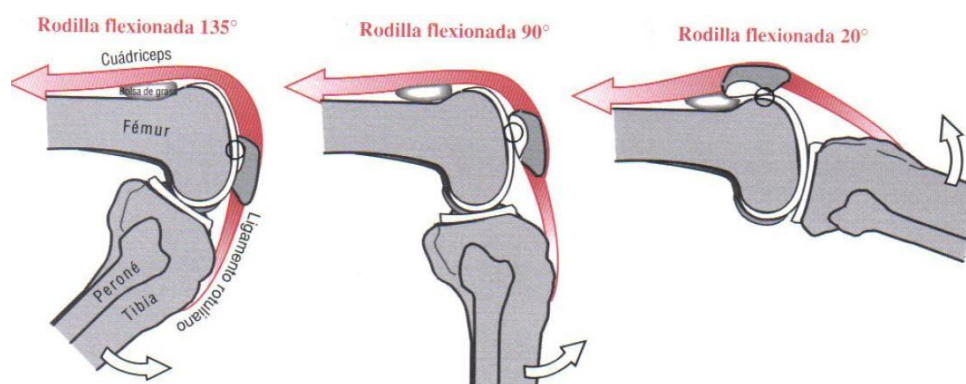


Figura 5. Puntos de contacto de la rótula sobre el fémur

(Neumann, 2007)

1.1.9 Rangos de movimiento articular de la rodilla. La articulación de la rodilla es de tipo bicondílea y tiene 2 grados de libertad. Según la *American Association of Orthopedic Surgeons* (AAOS) indican que los rangos normales de movimiento de flexión son de 0 - 135°, extensión activa de 0° y una extensión pasiva de 10°.

La rodilla también tiene movimientos de rotación, dándose en el eje longitudinal y solo es posible de realizar cuando la rodilla se encuentra en flexión de 90°. Se puede agregar que es un segundo arco en esta articulación, siendo la rotación interna máxima de 30-35° y la rotación externa de 40-50° (Ruano et al., 2018).

Tabla 2. Rangos articulares de la rodilla

Movimiento	Autor o asociación	Rango articular	Plano y eje
Flexión	AAOS	0-135°	Plano sagital y eje trasversal
Extensión	AAOS	0°	Plano sagital y eje trasversal
Extensión pasiva	AAOS	0-10°	Plano sagital y eje trasversal
Rotación interna	Ruano et al	30-35°	Plano transversal y eje longitudinal

Rotación externa	Ruano et al	40-50°	Plano transversal y eje longitudinal
-------------------------	-------------	--------	--------------------------------------

Fuente: Elaboración propia con información de (Ruano et al, 2018).

1.1.10 Anatomía del ligamento cruzado anterior. Según Markatos et al en 2012 mencionan que el ligamento cruzado anterior (LCA) se une medialmente al área intercondílea anterior de la tibia y se mezcla parcialmente al menisco lateral en la zona anterior; asciende posterolateralmente girando sobre sí mismo para unirse a la cara posteromedial del cóndilo femoral lateral.

Siegel et al en 2012 describen que el LCA está formado por 2 fascículos o también llamados haces, que tienen como nombre fascículo posterolateral (PL) y el fascículo anteromedial (AM). El fascículo PL consta de una longitud de 18 mm y el fascículo AM es de 33 mm. Además, el ancho del LCA es de 7 a 17 mm y el área transversal es de 36 mm para las mujeres y 47 mm para los hombres.

Giuliani et al en 2009 encuentran que la principal arteria que suministra sangre al LCA es la arteria genicular media. Dicha arteria nace de la arteria poplítea y se dirige hacia la parte posterior de la cápsula articular y penetrando en la escotadura intercondílea. Además, estas ramificaciones de esta arteria nutren la epífisis femoral distal, la membrana sinovial y la cápsula articular.

Se forman una red de vasos dentro de la sinovial paraligamentosa, ya que las arterias penetran en el ligamento, estos vasos se arborizan hasta formar una red de vasos periligamentosos que envuelven la totalidad del ligamento. Por consiguiente, en la inserción del LCA no existen tantos vasos que penetren dentro del ligamento por lo cual pequeñas ramas

penetran transversalmente en el ligamento para anastomosarse con la red de vasos endoligamentosos, rodeando los haces de las fibras de colágeno (Huamaní, 2016).

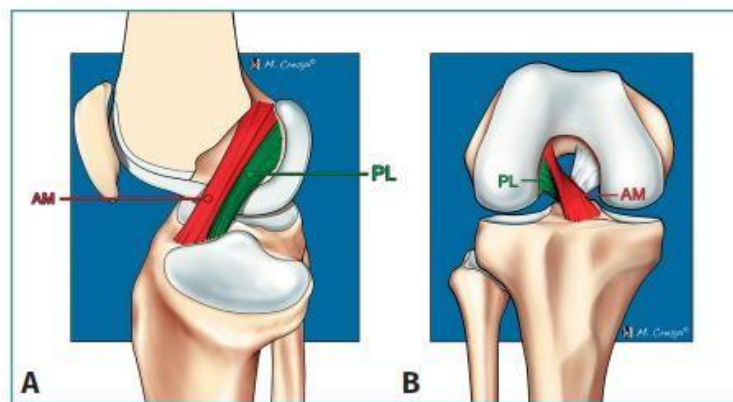


Figura 6. Anatomía normal del LCA

(Cruz et al., 2020)

1.1.11 Histología del ligamento. Saló en 2016 menciona en un estudio que el ligamento este compuesto de 80% de matriz extracelular que consta de sustancia fundamental y componente amorfo (agua) y el otro 30% está compuesto de otras células. Por consiguiente, la proteína más abundante en este tejido conectivo es el colágeno siendo el 75% de su peso seco y el 25% lo tienen otros componentes como proteoglicanos, glucosaminoglicanos, elastina, condroitín sulfato y queratán sulfato. Además, contiene una pequeña cantidad de ácido hialurónico que permite el paso de metabolitos que ayudan actuar como barrera frente a bacterias patógenas.

1.1.12 Biomecánica del ligamento cruzado anterior. Hassebrock et al en 2020 menciona que la principal función del LCA es evitar la traslación anterior de la tibia. Además, es un estabilizador secundario contra la rotación interna y el valgo de la rodilla. Por consiguiente,

cuando la rodilla se encuentra en extensión completa el LCA absorbe el 75% de la carga de traslación anterior y el 85% entre 30° y 90° de flexión.

Markatos et al en 2012 indica que el fascículo AM se tensa en 90 grados de flexión y el fascículo PL se tensa cuando se acerca a la extensión completa. Así mismo el LCA desempeña una importante función propioceptiva por la cantidad de mecanorreceptores y terminaciones nerviosas libres que contiene. De igual modo la estabilidad de la articulación de la rodilla se ve apoyada a través de los estabilizadores dinámicos, como lo es el músculo cuádriceps ayudando así a su función protectora.

1.1.13 Rotura de ligamento cruzado anterior. El ligamento cruzado anterior (LCA) es un ligamento intraarticular que se inserta, distal en el área preespinal de la cara superior de la extremidad proximal de la tibia para terminar en la porción posterior de la superficie interna del cóndilo femoral externo. El LCA absorbe las solicitaciones de tensión durante el arco de movimiento de flexo-extensión de la rodilla (Forriol, 2008).

Alanís en 2012 menciona que el 70% de las roturas del LCA son lesiones que ocurren sin contacto de la rodilla, suceden realizando actividades como frenarse en forma súbita, realizar giros, hacer pivote en una pierna o aterrizar después de un salto. El otro 30% es el resultado de un contacto de la rodilla con otro individuo o con otro objeto.

1.1.13.1 Histología de la lesión aguda del LCA. Arzac et al en 2018 realizaron un estudio histopatológico de la rotura aguda del LCA y observaron tejido conectivo fibroso, tejido adiposo, cambios hialinos del colágeno por la mala organización de las fibras. También, observaron neoformación de vasos capilares, infiltrados linfoides que son los encargados de combatir las infecciones dentro del ligamento. Además, se encontraron focos de calcificación y tejido óseo laminar formado del área de inserción del LCA.

1.1.14 Etiología. Álvarez et al en 2018 mencionan que la ruptura del LCA se presenta por una fuerza que excede la resistencia de estos tejidos y produce su distensión, desgarro o rotura (esguince articular), involucrando no solo la rodilla, sino la posición del cuerpo al momento de la desaceleración pudiéndose dar múltiples mecanismos lesionales como en primer lugar el valgo de rodilla asociada a rotación interna, en segundo el varo de rodilla con rotación lateral o llamado también mecanismo de pivote y por último la hiperextensión o la traslación anterior de la articulación femorotibial.

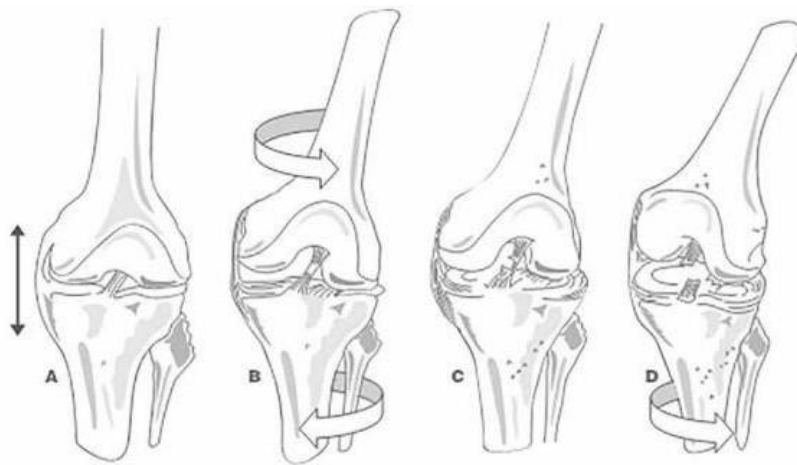


Figura 7. Mecanismo de lesión del LCA

(Álvarez, 2018)

1.1.14.1 Clasificación. Según Díaz en 2015 la clasificación de los grados de un esguince ligamentario son 3 descritos a continuación:

- Grado 1: Elongación del ligamento sin rotura
- Grado 2: Rotura parcial de fibras
- Grado 3: Rotura completa del ligamento

1.1.15 Cuadro Clínico. El cuadro clínico que presenta el paciente es un dolor intenso en la rodilla localizado en la parte posterior, derrame de líquido sinovial, inflamación, pérdida de la amplitud de movimiento y sensación de inestabilidad anteroposterior al soportar peso. Además, el desarrollo de derrame articular esta significativamente relacionado con rotura del LCA (Valderrama, 2017).

1.1.16 Fisiopatología. Cárdenas et al en 2010 afirman que la fisiopatología de la rotura del LCA es explicada a través de la curva esfuerzo-deformación, siendo la fuerza tensil el esfuerzo máximo alcanzado por el ligamento y la deformación el punto de falla o rotura del tejido blando. Esta curva se explica en 3 fases, la primera fase que es la región toe o zona base donde se encuentran las fibras de colágeno del ligamento orientadas en todas direcciones o bien se encuentran en un estado de reposo. La segunda fase es llamada zona lineal, y muestra el comportamiento elástico inicial del ligamento encontrándose dentro del rango fisiológico. Por consiguiente, la tercera fase es la zona de rotura y ocurre cuando el tejido no responde a la carga impuesta, es decir la carga supera el límite fisiológico, produciendo en primer lugar fallas microscópicas y luego ocasionando una falla macroscópica siendo esta la ruptura de las fibras del ligamento.

Los encargados de informar del dolor son las terminaciones nerviosas libres que se encuentran dentro de las fibras de colágeno del LCA. Por la cual estas terminaciones nerviosas envían señales nociceptivas a la asta dorsal de la medula espinal hasta que la articulación está distendida por el hemartros (Huamaní, 2016).

Esta rotura de LCA puede conducir a una falta de aferencia sensorial debido a que los distintos mecanorreceptores se ven afectados en esta lesión. En LCA los 2 tipos de mecanorreceptores que se encuentran son los corpúsculos de Ruffini y corpúsculos de Pacini y

están dentro de la estructura del colágeno, así como alrededor del tejido conectivo. Por lo tanto, estos mecanorreceptores informan al sistema nervioso central de la velocidad, aceleración y dirección del movimiento en la que se encuentra la rodilla, por lo cual, cuando el ligamento sufre la rotura, se informa a través de las vías aferentes que existe una inestabilidad y una sensación de traslación anterior de la articulación (Valderrama, 2017).

Thomopoulos en 2014 menciona que luego de sufrir una lesión grado III de ligamento se inician las fases de cicatrización, constando de 3 fases descritas a continuación:

- *Fase de inflamación:* En esta fase existe un aumento de llegada de sangre y células inflamatorias, principalmente macrófagos con la función de sintetizar productos esenciales para el proceso de curación, aumentando la temperatura y enrojecimiento en la zona lesionada. Además, las plaquetas forman coágulos y ayudan a la formación de la fibrina para estabilizar los extremos del ligamento lesionado.
- *Fase de proliferación:* Esta fase consiste en que los fibroblastos sintetizan colágeno tipo III que es un tipo de colágeno inmaduro y conforme va pasando el tiempo es sustituido por colágeno tipo I depositando grandes cantidades de este tipo de colágeno en la zona lesionada (Valverde, 2016).
- *Fase de maduración:* es la fase más larga del proceso de cicatrización del ligamento. Además, en esta fase se reducen el número de fibroblastos, macrófagos, también reduciendo el contenido de agua. Por lo tanto, la orientación de las fibras comienza alinearse para lograr el objetivo que es la restauración principal de la función del ligamento (Cameron, 2013).

1.1.17 Factores de riesgo. Alanís et al en 2012 mencionan que el género femenino se ve más afectado por los factores de riesgo que el género masculino, ya que predisponen más a una ruptura del LCA, siendo los factores ambientales, anatómicos, hormonales y neuromusculares descritos a continuación:

1.1.17.1 Factores ambientales. La fricción entre los materiales, la temperatura de las superficies y el diseño de las suelas pudieran ser un factor de riesgo para las rupturas del LCA sin existir evidencia de que incrementen la incidencia de las lesiones sin contacto.

1.1.17.2 Factores anatómicos. Las diferencias anatómicas entre hombres y mujeres pudieran ser un factor que contribuya a un incremento en el riesgo de lesión del LCA. Como el ancho de la escotadura intercondílea si es más angosto predispone a una ruptura del LCA. Por otro lado, la medición del ángulo Q es muy importante, ya que en las mujeres es mayor debido a que la cadera es más ancha y el fémur más corto, aumentando el estrés en los ligamentos cruzados siendo esto un gran factor de riesgo para el género femenino.

1.1.17.3 Factores hormonales. Diferentes estudios indican que las hormonas sexuales en el género femenino permiten que la articulación de la rodilla aumente su laxitud, siendo la fase folicular donde se reduce hasta un 40% la síntesis de colágeno y aumenta la secreción de niveles de estrógenos (Zunino, 2008).

1.1.17.4 Factores neuromusculares. Los factores neuromusculares que afectan en la lesión del LCA se deben por patrones de movimiento y activación muscular alterados debido a una fuerza muscular inadecuada, ya que no hay una buena relación entre grupos musculares. Esta predominancia es mayor en la contracción del cuádriceps sobre los isquiosurales, produciendo una mayor traslación anterior de la tibia sobre el fémur, y esta mala relación entre grupos musculares se observa más cuando se realizan movimientos bruscos de cambios de

dirección o ejercicios de aterrizajes cuando realizan saltos. Por consiguiente, otro factor que afecta al LCA es la fatiga que se produce en los deportes produciendo efectos negativos en el control neuromuscular de los músculos estabilizadores (Viñao, 2016).

1.1.18 Epidemiología. Alves et al en 2016 afirman que en Brasil tienen una incidencia de lesión de 3,49 por 100,000 habitantes. Además, los hombres representaron el 82% de los procedimientos y el 18% las mujeres, considerando que los grupos de edad que presentaron esta lesión fue mayor entre los 21 a 41 años. También, indican que los días de hospitalización estaban entre 1 a 2 días y que el costo tiene una media entre US\$1,145 por cirugía de LCA.

En Guatemala no se encuentran datos específicos de los resultados clínicos de la reconstrucción de la rotura del LCA que se puedan comparar con los reportados en otros países. Sin embargo, Rosales en 2017 realizó una investigación en el Hospital Roosevelt tomando datos del año 2013 y 2016 indicando que 87 pacientes fueron sometidos a la reconstrucción de LCA, teniendo un promedio de 30 años. Siendo 56% de género masculino y 44% de género femenino. Los mecanismos de lesión fueron 82.3% para pacientes que realizan deporte, 11.7% accidentes de tránsito y 5.8% sin causa aparente. El 75% de las lesiones fueron por contacto y el 25% restante fue sin contacto.

1.1.19 Diagnóstico. Se debe basar en una anamnesis y exploración física además se debe excluir inmediatamente otras causas de dolor e inestabilidad anterior de rodilla como puede ser una meniscopatía, lesión en los ligamentos colaterales mediales y laterales o el ligamento cruzado posterior.

1.1.19.1 Exploración física. Barandiarán, en 2017 menciona que el examen físico más preciso es el que se hace cuando ocurre la lesión, ya que con forme pasa el tiempo aparecen

signos clínicos como inflamación, dolor y protección muscular haciendo que la exploración física sea más difícil. Las pruebas diagnósticas más recomendadas son las siguientes:

- *Test de Lachman:* paciente en decúbito supino y el fisioterapeuta se coloca bípodo de frente a la rodilla a estudiar. El fisioterapeuta sitúa la rodilla a evaluar entre una extensión completa y una flexión de rodilla de 15°. El fisioterapeuta colocará una mano en la parte distal y anterior del fémur y la otra mano en la parte posterior y proximal de la tibia. Con la mano que está en la tibia realizará un empuje hacia anterior, y en el caso de que el ligamento esté bien este movimiento será mínimo. El test es positivo si se aprecia de una traslación anterior anormal o excesiva de la tibia y la sensación final es blanda (Jurado, 2002).



Figura 8. *Test de Lachman*

(Jurado, 2002)

- *Test de cajón anterior:* Paciente en decúbito supino con una flexión de cadera de 45° y una flexión de rodilla de 90°. El fisioterapeuta estabiliza en pie del

paciente con su cuerpo y abraza con ambas manos a epífisis proximal tibial y sitúa los pulgares sobre la cara anterior de la interlínea de la tibia para sentir el grado de desplazamiento e induce una traslación o empuje hacia anterior y posterior desde la parte proximal de la tibia. El test es positivo si se aprecia un deslizamiento anterior excesivo del extremo proximal de la tibia respecto a los cóndilos femorales (Jurado, 2002).

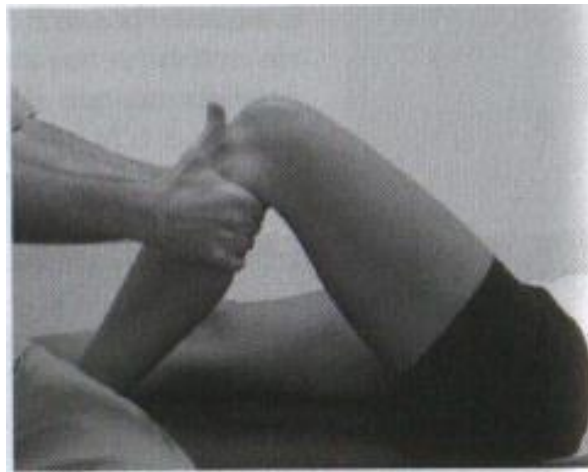


Figura 9. Test de cajón anterior

(Jurado, 2002)

1.1.20 Estudios de imagen. Filbay y Grindem en 2019 afirman que luego de las pruebas diagnósticas se realizan estudios imagenológicos para saber el estado del ligamento y si existe algún tipo de fractura por avulsión por lo que se generan los siguientes estudios de imagen:

- **Radiografía:** Se debe evaluar cada rodilla en la que se sospeche una lesión del LCA en las que se pueden detectar fracturas osteocondrales o avulsiones cerca de la inserción ligamentosa y si existe la sospecha de un aumento de la inclinación de la meseta tibial en relación con el eje de la diáfisis tibial.

- *Resonancia magnética:* Es el método de imagen de elección para el diagnóstico de lesiones del LCA, permitiendo descartar, además, lesiones asociadas de ligamentos, meniscos, cartílagos y estructura ósea.

1.1.21 Tratamiento quirúrgico. Villalba en 2019 indica que la mayoría de los cirujanos recomienda realizar el tratamiento quirúrgico en pacientes que presenten rotura completa del LCA y que manifiesten inestabilidad de rodilla. Además, el indicador más importante para optar por este tratamiento son los pacientes que llevan a cabo un nivel de práctica deportiva alto, para recuperar adecuadamente el nivel, previo a sufrir la lesión. Por otro lado, también se realiza este procedimiento con los pacientes que no realizan deporte y quieren recuperar el nivel óptimo para realizar sus actividades de la vida diaria.

1.1.21.1 Artroscopia. Según la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatológica (SECOT) la artroscopia es una técnica quirúrgica que permite abordar problemas articulares de manera mínimamente invasiva obteniendo como principal ventaja una recuperación más rápida y menos dolorosa luego del postoperatorio.

1.1.21.2 Tipos de injerto. Gualotuña en 2020 menciona que existen 2 opciones de plastias para el LCA siendo los autoinjertos y los aloinjertos que se describen a continuación:

- *Autoinjerto:* es la sustitución del LCA con tejido obtenido de otra parte del cuerpo.
- *Aloinjerto:* se obtiene a partir de donantes cadavéricos y tiene la ventaja de no presentar morbilidad en el sitio donante.

Ayala et al en 2015 considera que para un injerto idóneo debe cumplir características importantes que permitan una fijación rígida y resistente para las cargas cíclicas. Además, no

tiene que sufrir movimiento dentro del túnel y lo más importante es que se integre rápidamente.

1.1.21.3 Elección del injerto. Los injertos más utilizados para la reconstrucción de este ligamento son el tercio central del tendón rotuliano llamado hueso-tendón-hueso (HTH), es utilizado en pacientes con niveles altos de actividad física. Por el contrario, el otro tipo de injerto es extraído de los músculos isquiotibiales específicamente del semitendinoso, es utilizado en pacientes que no requieren una mayor elasticidad articular o bien no tiene tanta demanda deportiva (Calvo, 2017).

1.1.21.4 Realización de los túneles. Según Orellana en 2017 menciona que la posición de los túneles es uno de los principales factores en el éxito de la cirugía para no obtener complicaciones luego de la plastia de LCA. Actualmente se distinguen 2 tipos de técnicas para la realización de los túneles descritas a continuación:

- *Monotúnel:* se realiza ambos túneles con relación de uno con el otro, esta técnica controla bien el desplazamiento anterior de rodilla, pero no restaura por completo la cinemática normal en la rodilla. Además, presenta cambios degenerativos con el transcurso del tiempo (Lobos, 2021).
- *Bifascicular o bitúnel:* Esta técnica requiere de una localización precisa de las inserciones del LCA. De igual forma se debe tener en cuenta en casos de atletas que exijan una importante implicación de fuerzas de pivote, giro y contacto que están relacionadas con deportes de alto impacto como lo son el fútbol, basquetbol o esquí. Por otro lado, también se debe tener en cuenta realizar esta técnica cuando exista una lesión periférica asociada (Orellana, 2017).

1.1.21.5 Fijación del injerto. Según Vaquero en 2008 menciona que la fijación presenta un punto de vista biomecánico débil en las primeras semanas luego de la reconstrucción del LCA, debido a que se tiene que obtener una correcta cicatrización e integración en el interior del túnel óseo. Además, si el injerto queda muy suelto la laxitud articular anormal no desaparecerá en la articulación. Por el contrario, si el injerto se encuentra muy tenso tendrá graves consecuencias, ya que existirá destrucción del injerto, pobre vascularización, degeneración mixoide y propiedades mecánicas inadecuadas.

1.1.21.6 Integración del injerto. El proceso de una integración de un injerto pasa por procesos biológicos de necrosis en la parte central del injerto, luego una revascularización, proliferación de fibroblastos y remodelación. Por lo tanto, los tendones y los ligamentos tienen capacidad de adaptarse a nuevas condiciones de trabajo, a este proceso se le llama ligamentación y esta adaptación funcional del injerto tendinoso y se obtiene 30 semanas después del postoperatorio para convertirse en el nuevo ligamento al que sustituye (Sánchez y Forriol, 2012).

1.1.22 Tratamiento farmacológico. La reparación del LCA causa dolor moderado severo durante los primeros 2- 3 días luego del postoperatorio, especialmente asociado al movimiento durante la rehabilitación. Así pues, el proceso que provoca más dolor es cuando se repara el ligamento a través del autoinjerto (López et al., 2012).

El dolor postoperatorio no cumple ninguna finalidad fisiológica, por lo que se deben utilizar los medios destinados a disminuir este síntoma. Además, el control del dolor ayuda a disminuir la morbilidad, facilita la deambulación precoz y acorta la convalecencia. Por lo tanto, se administran opioides como lo son el tramadol o lidocaína, para disminuir este síntoma. (Mariano et al., 2007).

Fortis et al en 2019 recomiendan administrar una hora antes de la cirugía pregabalina en dosis de 150 mg para disminuir el dolor postoperatorio y una segunda dosis después de 60 minutos posterior a la cirugía, demostrando que este fármaco se utiliza como método preventivo para la analgesia en el postoperatorio.

Coronado en 2017 afirma que el uso de antiinflamatorios no esteroideos (AINES) es utilizado para el manejo de lesiones en tejidos blandos de rodilla como en la lesión del LCA para ayudar a disminuir la inflamación y el dolor. Por lo tanto, el uso de los AINES es benéfico en casos agudos de la post operación, ya que el paciente presenta edema e inflamación que no responden a medidas de tratamiento iniciales como la crioterapia, el vendaje, reposo y elevación de la extremidad.

1.1.23 Rehabilitación postoperatoria del LCA. Rodríguez en 2017 menciona que el objetivo general de la rehabilitación postoperatoria es conseguir un mejor nivel funcional en el paciente para evitar tener riesgos de recaer en una nueva lesión. De igual manera el fin de la rehabilitación es eliminar la inestabilidad anterior de la rodilla, recuperar los rangos fisiológicos de movimiento, recuperar la fuerza muscular, aumentar la hipertrofia muscular y mejorar las capacidades físicas previas a la lesión.

Yáñez en 2018 propone un programa de rehabilitación postoperación de LCA descrito a continuación:

Tabla 3. Protocolo de rehabilitación LCA

Fases del tratamiento	Periodo de rehabilitación	Tratamiento propuesto
Fase 1	Semana 1	Crioterapia durante 5 minutos sobre la rodilla lesionada, contracciones isométricas del cuádriceps, movimientos

		pasivos de rodilla hasta 90°, desplazamiento mínimo con ayuda de muletas
Fase2	2 a 3 semanas	Movilizaciones de rótula, entrenamiento de la marcha, ejercicios activos de flexión de rodilla hasta la limitación del dolor, ejercicio aeróbico en cicloergómetro
Fase 3	3 a 5 semanas	Ganar rango articular de flexión de rodilla pasivamente, ejercicios en cadena cinética cerrada para cuádriceps e isquiosurales y ejercicios de equilibrio y propiocepción.
Fase 4	5 a 10 semanas	Conseguir rango de movimiento fisiológico 120° de flexión, trote suave, ejercicios de habilidad.
Fase 5	A partir de la 10 semana	Recuperar todo el rango de movimiento ejercicios específicos de actividad deportiva realizada
Fase 6	3er mes	Intensificar el ejercicio de fuerza, ejercicio aeróbico de carrera, cambios de aceleración y desaceleración
Fase 7	4to y 6to mes	Retorno a la actividad deportiva

Fuente. Elaboración propia con información de (Yáñez, 2018).

1.2 Antecedentes Específicos

1.2.1 Historia del Entrenamiento por restricción de flujo sanguíneo. Slys en 2016 menciona que el entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo (ERFS) o también conocido como entrenamiento *Kaatsu*, fue iniciado por Yoshiaki Sato en Japón en la década de 1970. Este tipo de entrenamiento se dio a conocer ampliamente en 1980 combinando el ejercicio con la isquemia tisular.

Sato en 2005 indica que el ERFS lo descubrió mientras asistía a un memorial budista encontrándose en posición *seiza*. Sato percibió una sensación de entumecimiento y tensión en los músculos de la pantorrilla debido a la posición mantenida. Esta sensación la asocio a la congestión muscular que se percibe tras realizar ejercicio de levantamiento de talones con alto peso sobre los hombros hasta llegar a la fatiga. Por consiguiente, este suceso lo llevo a corroborar su hipótesis.



Figura 10. Postura seiza

Fuente: <https://www.agr.org.pe/posturas-para-meditar/>

Actualmente esta intervención se ha extendido a nivel mundial tanto clínico como a nivel deportivo. En 2018 la Asociación Americana De Fisioterapia (APTA) reconoció este entrenamiento como parte de la práctica profesional del fisioterapeuta. Bleda et al en 2020 menciona que la práctica de este método proporciona fuerza muscular en el paciente levantando cargas más livianas, reduciendo el estrés en la extremidad que se está trabajando.

1.2.2 Concepto. El entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo, también llamado *Kaatsu training* o *Blood flow restriction training (BFR)*, es un método de entrenamiento que consiste en disminuir el flujo sanguíneo mediante la aplicación de un dispositivo neumático externo, este dispositivo se coloca en la parte proximal de la extremidad que se quiere trabajar con el paciente. Por consiguiente, el manguito proporciona compresión mecánica y restringe parcialmente el flujo arterial y venoso (Giles et al., 2017).

1.2.3 Materiales utilizados para el entrenamiento.

1.2.3.1 Tipos de manguito. Picón en 2018 indica que en la actualidad para restringir el flujo sanguíneo en la extremidad existen 2 tipos de dispositivos, ambos tienen el mismo objetivo que es restringir el riego sanguíneo en la extremidad a entrenar. Siendo A) bandas elásticas y b) manguitos neumáticos inflables. Además, los manguitos neumáticos son los más recomendables de utilizar, ya que permiten un control individualizado de la presión que se puede aplicar a la extremidad del paciente.



Figura 11. Tipos de dispositivo de manguito

(Picón, 2018)

1.2.3.2 Ancho del manguito. La anchura de los manguitos de presión para el ERFS son variables en distintas marcas que realizan los dispositivos. Sin embargo, como medida estándar se utilizan manguitos angostos en el miembro superior siendo de 3 a 12 cm y para el miembro inferior manguitos anchos que van de 5.5 a 18.5 cm (Fahs et al., 2012).



Figura 12. Anchura de manguitos de presión
(Elaboración propia)

1.2.3.3 Presión de hinchado del manguito. Según Loenneke et al en 2012 la presión que se utiliza para restringir el flujo sanguíneo oscila entre los 160 mmHg a 200 mmHg. No obstante, en el miembro superior se utilizan presiones más bajas a comparación del miembro inferior dependiendo del diámetro de la extremidad del paciente. Además, Bradner en 2014 indica que se debe tener en cuenta la presión sistólica y diastólica para la dosificación de la presión.

1.2.3.4 Factores de oclusión de flujo sanguíneo. La anchura del manguito es muy importante, ya que a mayor anchura menor será la presión que se necesite para la extremidad. Por el contrario, si el diámetro del miembro es mayor la presión que se genere, va a ser mayor para ocluir el riego sanguíneo (Bleda et al., 2020).

Tabla 4. Factores de oclusión de flujo sanguíneo

Factores que afectan a la presión de oclusión	Presión necesaria para ocluir el flujo
Mayor diámetro del miembro	Mayor
Menor diámetro del miembro	Menor
Mayor anchura del manguito	Menor
Menor anchura del manguito	Mayor

Fuente: Elaboración propia con información de (Bleda et al., 2020).

1.2.3.5 Ubicación del manguito. La ubicación del manguito de presión será situada en la parte proximal de la extremidad a entrenar restringiendo el flujo sanguíneo a los músculos de del brazo, antebrazo, muslo y pierna (Loenneke et al., 2011).

1.2.3.6 Intensidad del ERFS. Scott et al en 2015 mencionan que el entrenamiento se combina con restricción de flujo sanguíneo en la extremidad con ejercicios de baja carga a una intensidad de 20 a 30% de la repetición máxima (1 RM). Esta intensidad logra un estímulo metabólico similar a un entrenamiento tradicional de alta carga de 70 a 80% de 1RM.

1.2.3.7 Dosificación del ERFS. Bahamondes et al en 2020 sugieren tener en cuenta en el ERFS las sesiones semanales, la cadencia del entrenamiento, el tiempo de descanso, la presión del manguito, tiempo de inflado del manguito y la carga de trabajo.

1.2.4 Aplicaciones. Loenneke et al en 2012 propone un modelo de aplicación para el ERFS que consiste en 4 fases de rehabilitación para el paciente que ha pasado por un largo periodo de inmovilización descritas a continuación:

- *Fase I:* El paciente se encuentra con la extremidad inmovilizada y no genera ningún tipo de movimiento en las articulaciones. Se aplica la restricción de flujo sanguíneo en la extremidad manteniendo el manguito inflado por 5 minutos y 3 minutos desinflado, repitiendo 3 a 5 veces el procedimiento. Cuando el paciente ya pueda caminar se progresa a la fase II.
- *Fase II:* Consiste en aplicar el ERFS con ejercicio aeróbico de bajo impacto, como caminata o bicicleta a una baja intensidad a una intensidad del 40% del VO2Max. La progresión a la fase III es el entrenamiento con bajas cargas.

- *Fase III:* mientras el paciente no pueda entrenar con altas cargas se utilizará el ERFS con bajas cargas a un 30% de la 1RM. Cuando el paciente pueda levantar cargas altas se progresa a la fase IV.
- *Fase IV:* el paciente ya se encuentra en condiciones de movilizar cargas más pesadas, se combina el ERFS 2 veces por semana, con el entrenamiento con alta carga 1 vez por semana. Por consiguiente, el objetivo en esta fase es ir introduciendo progresivamente el entrenamiento de alta intensidad.

1.2.5 Efectos fisiológicos del entrenamiento por restricción de flujo sanguíneo.

1.2.5.1 Respuesta cardiovascular. Pope et al en 2013 afirma que el uso del ERFS aumenta el flujo sanguíneo en las extremidades a entrenar, así como también aumenta las enzimas oxidativas, la densidad capilar y las reservas de glucógeno. Se manifiesta una reducción del volumen sistólico y un aumento de la frecuencia cardíaca obteniendo un incremento del factor de crecimiento vascular endotelial que conjunto a la hipoxia aumenta la angiogénesis en los vasos sanguíneos. Así pues, resulta una alternativa para personas con enfermedades cardíacas o con bajo acondicionamiento físico.

1.2.5.2 Respuesta ósea. El estímulo que se genera por la combinación de ejercicio de fuerza con ERFS, se observa un aumento de la fosfatasa alcalina específica del hueso que ayuda a la actividad osteoblástica mejorando la formación ósea. Además, es evidente que se genera un efecto sobre el metabolismo óseo disminuyendo la resorción ósea (Cunalema y Galarza, 2022).

1.2.5.3 Respuesta neuromuscular. El ERFS se observa un reclutamiento de fibras musculares tipo II y una mayor actividad muscular, Este reclutamiento se debe a la activación de las fibras aferentes del grupo III que responden a contracciones sostenidas y el grupo IV

que responden a estímulos de presión e isquemia muscular debido al ambiente hipóxico que se encuentra en el músculo en este método de entrenamiento. Además, se crean adaptaciones neuronales similares a las del entrenamiento de alta carga generando ganancias de fuerza e hipertrofia muscular (Picón, 2018).

1.2.5.4 Respuesta metabólica. Debido a la restricción de flujo sanguíneo en el entrenamiento se genera una acumulación de metabolitos que logra aumentar una mayor cantidad de líquido entre las células, por lo que estas incrementan su volumen. Además, esta acumulación induce a un mayor reclutamiento de unidades motoras y produce un aumento de niveles de lactato en la sangre. Como consecuencia se generará una disminución de la actividad muscular debido a la fatiga que se genera por el estrés metabólico (Teixeira et al., 2017).

1.2.5.5 Respuesta endocrina. Según Blade et al en 2020 afirma que existen diferentes hormonas que juegan un papel fundamental en la aplicación del ERFs. Se observa que la principal hormona que se incrementa en este método de entrenamiento es la hormona del crecimiento (GH) debido a la isquemia que se produce en el músculo. También existe un incremento de síntesis proteica, además, de la activación y proliferación de las células satélite que provoca un aumento de las miofibrillas musculares generando la hipertrofia. Por consiguiente, se genera una disminución de los niveles de miostatina que es una proteína que inhibe el crecimiento muscular.

1.2.6 Indicaciones. Bleda et al en 2020 indica que este abordaje es una perfecta alternativa para reducir el estrés mecánico en la articulación y lograr efectos similares al entrenamiento convencional. Las principales indicaciones para ERFs son:

- Dolor articular crónico

- Tendinopatías
- Rotura del tendón de Aquiles
- Lesiones ligamentosas, cartilaginosas, articulares o meniscales
- Fracturas Oseas
- Lesiones en ligamentos cruzados
- Artritis reumatoide
- Artrosis de rodilla
- Síndrome femoropatelar

1.2.7 Contraindicaciones. Sarmiento en 2021 describe una serie de contraindicaciones absolutas que se deben tener en cuenta para el ERFS con los pacientes, las cuales son:

- Antecedentes de tromboembolismo pulmonar
- Antecedentes de evento cerebrovascular
- Hipertensión inestable
- Enfermedades que causen mala circulación sanguínea
- Antecedentes de síndrome compartimental
- Heridas abiertas en la extremidad
- Injertos de piel
- Tabaquismo
- Dislipidemia
- Embarazo
- Fármacos Anticonceptivos
- Medicamentos que aumentan el riesgo de coagulación sanguínea

Capítulo II

Planteamiento del problema

En esta investigación se describen los diferentes aspectos tanto fisiológicos, anatómicos, epidemiológicos para tener una referencia de la post operación del ligamento cruzado anterior y la aplicación del entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo como tratamiento rehabilitador y aplicarlo en los pacientes de 20 a 50 años que es el grupo que se ve afectado en la patología.

2.1 Planteamiento del problema

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las distensiones del aparato capsulo ligamentoso de la articulación femorotibial provocada por un movimiento forzado más allá de los propios límites fisiológicos. En algunos casos el LCA puede ocasionar una fractura por avulsión, es decir cuando un fragmento óseo se arranca del tejido. (Díaz, 2015)

Según Jaramillo et al en 2017 mencionan que la reconstrucción del LCA es un procedimiento quirúrgico en el cual se restaura el ligamento a través de dos haces separados, con el objetivo de formar 2 túneles, uno femoral y otra transtibial. Posteriormente se coloca

dentro de estos túneles un injerto tendinoso comúnmente obtenido del tendón del músculo semitendinoso o el tendón rotuliano.

La reconstrucción del LCA es uno de los procedimientos quirúrgicos más comunes presentando más de 200,000 desgarros o rupturas al año. La tasa de éxito en esta operación quirúrgica es relativamente alta siendo del 75% al 97% en algunos pacientes. El otro 25% obtuvo una tasa de éxito inferior a lo que se espera post la cirugía teniendo complicaciones en la articulación de la rodilla. Comúnmente los pacientes que se encuentran en esta situación postoperatoria no se encuentran asesorados de una manera eficiente, además en el proceso de rehabilitación no se obtienen resultados efectivos en beneficio a la recuperación del paciente. (Wilde, 2014)

Telfer en 2019 menciona que la cirugía del LCA es bastante común en pacientes adultos, ya que es todo un desafío reintegrar toda la fuerza, potencia, estabilidad y funcionalidad a la articulación de la rodilla post la cirugía. La mayoría de los pacientes presentan debilidad muscular y atrofia muscular de los miembros inferiores hasta 12 meses después de la operación. Esta debilidad puede estar asociada a un mayor riesgo de nueva lesión o también se puede generar un problema crónico como lo es la osteoartritis de rodilla.

Tajdini et al en 2021 menciona que la kinesiofobia es muy frecuente y juega un papel psicológico muy importante en la fase postoperatoria, ya que se encuentra presente después de 6 meses de la post operación del LCA. Esta es una razón muy importante de que el paciente no pueda volver a realizar actividad física que se realizaban previamente a la cirugía del LCA. Distintos pacientes indican sentir debilidad en los miembros inferiores y una baja funcionalidad en la articulación de la rodilla.

La *American Collage of Sport Medicine* menciona que el entrenamiento con alta carga a un 70% de la repetición máxima (1 RM) ayuda a contrarrestar la atrofia y debilidad muscular en esta patología, pero los pacientes post operados no la aceptan de la mejor manera, ya que tienen miedo de volverse a lesionar por la alta carga que están manejando y debido a esto se genera un corto estímulo de entrenamiento no produciéndose una tensión mecánica, ni los efectos favorables del entrenamiento así incrementando los días de rehabilitación en el paciente.

Se requieren otras técnicas para la rehabilitación de los pacientes post operados de LCA, ya que presentan importantes manifestaciones clínicas como lo son la debilidad en los miembros inferiores, dolor, atrofia y una disminución de la funcionalidad de la rodilla por lo que se propone la ejecución del entrenamiento de restricción parcial de flujo sanguíneo.

Por lo cual en la investigación se formula la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos terapéuticos del entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes adultos de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior?

2.2 Justificación

Gualotoña menciona en 2021 que el principal tratamiento para abordar esta patología es el quirúrgico, ya que tiene como principal objetivo reconstruir el LCA y volver a restaurar la estabilidad de la articulación femorotibial. A su vez, el procedimiento se lleva a cabo colocando un autoinjerto biológico entre el fémur y la tibia. Teniendo en cuenta que el autoinjerto es obtenido de otra parte del cuerpo, es decir, los tendones rotulianos, los semitendinosos y los gráciles.

Correa et al en 2017 menciona que en Estados Unidos se realizan más de 150,000 reconstrucciones del LCA al año, siendo el sexto procedimiento ortopédico más frecuente. Como resultado de ello, se obtiene una tasa de éxito del 75% al 95%, siendo el 5 a 25% fallas de la cirugía y el 5 al 9% fallas por yatrogenia. De manera que este tipo de lesión presenta mayor prevalencia en mujeres que hombres, debido a que el género femenino presenta una laxitud ligamentaria superior al género masculino.

Según Krause et al en 2018 a través de un estudio mencionan las diferentes manifestaciones clínicas que se generan después de la post operación de LCA, dando a conocer que la inestabilidad anteroposterior de la articulación de la rodilla afecta del 8 al 50% de los casos después del tratamiento quirúrgico. A su vez, la disminución de la función de la articulación afecta al 17% de los pacientes, los cuales tratan de regresar a las actividades de la vida diaria (AVD). Por otra parte, en este grupo de personas, la calidad de vida se ve reducida obteniendo un puntaje de 54 a 77 puntos evaluado por el cuestionario *Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score: Quality of Life* (KOOS QOL). Además, si no se tiene en cuenta la atrofia muscular en el miembro inferior y la disminución de la fuerza puede volver a caer en una nueva lesión y tener otras complicaciones como la osteoartritis de rodilla.

Para el tratamiento postoperatorio de LCA se han sugerido diferentes abordajes como: la aplicación de corrientes analgésicas como el *TENS* convencional y la CIF como lo menciona Coronado en 2017, este tipo de corrientes mejoran significativamente el dolor en procesos crónicos y agudos. Con respecto a los abordajes de fuerza muscular se encuentra el entrenamiento de alta carga. Sin embargo, Jessee et al en 2018 menciona que este tipo de entrenamiento produce estrés mecánico a los tejidos por una mayor carga externa, pudiéndose generar una mala adaptación y riesgo de re-lesión. Ahora bien, el entrenamiento con

restricción

parcial de flujo sanguíneo, es una técnica que está actualmente en auge, ya que se puede combinar con diferentes técnicas fisioterapéuticas como el ejercicio aeróbico, ejercicio de fortalecimiento y resistencia muscular. De manera que se puede aplicar en diferentes individuos como pacientes sin previo entrenamiento, pacientes en procesos de inmovilización para prevenir la atrofia por desuso y atletas de alto rendimiento.

Ramos y Domínguez en 2014 mencionan que el entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo es un tipo de entrenamiento que consiste en ocluir el retorno venoso con un manguito de oclusión en la parte proximal de las extremidades. Ahora bien, este tipo de entrenamiento es utilizado en pacientes que se encuentran en recuperación de alguna lesión que los ha llevado a un largo tiempo de inmovilización y en pacientes de la tercera edad. Por consiguiente, se obtiene los efectos de reclutamiento de fibras musculares tipo II e incremento de la hormona de crecimiento.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

- Determinar por medio de diferentes fuentes bibliográficas los efectos terapéuticos del entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior.

2.3.2 Objetivos específicos

- Identificar a través de una revisión bibliográfica las manifestaciones clínicas características en los pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior que afectan la funcionalidad de la rodilla.

- Enunciar por medio de una revisión bibliográfica la dosificación y parámetros del entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo para el tratamiento post cirugía de ligamento cruzado anterior en pacientes de 20 a 50 años para mejorar la funcionalidad de la articulación de la rodilla.
- Explicar los mecanismos fisiológicos que genera el entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes adultos de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior para mejorar la funcionalidad de la articulación de la rodilla.

Capítulo III

Marco metodológico

En este capítulo se conoce el enfoque, el tipo, el método y diseño de la investigación, se enlista los buscadores que fueron empleados para recolectar la información de la investigación y así posterior realizar la revisión bibliográfica de los artículos, libros, tesis de pregrado y tesis de doctorados que brinden información sobre la rotura del LCA y todos los factores que desencadenan la patología, para luego dar resolución al problema de investigación. De igual manera se presentan criterios de inclusión y exclusión para delimitar la búsqueda de información, logrando obtener información de utilidad, adecuada y de calidad para poder alcanzar los objetivos de la presente investigación.

3.1 Materiales

Para la siguiente investigación se tomaron en cuenta artículos científicos de las siguientes bases de datos: Google académico, Scielo, PubMed, Elsevier. Se incluyen tesis de pregrado de diferentes universidades de España, Ecuador, Perú, Guatemala y páginas webs oficiales. Estas fuentes proporcionan información acerca del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo en la patología de la post cirugía del ligamento cruzado anterior como método rehabilitador.

También se toman en cuenta libros de autores reconocidos en el campo de la medicina y fisioterapia que incluyen definiciones de la rotura del ligamento cruzado anterior, anatomía, fisiopatología y cuadro clínico.

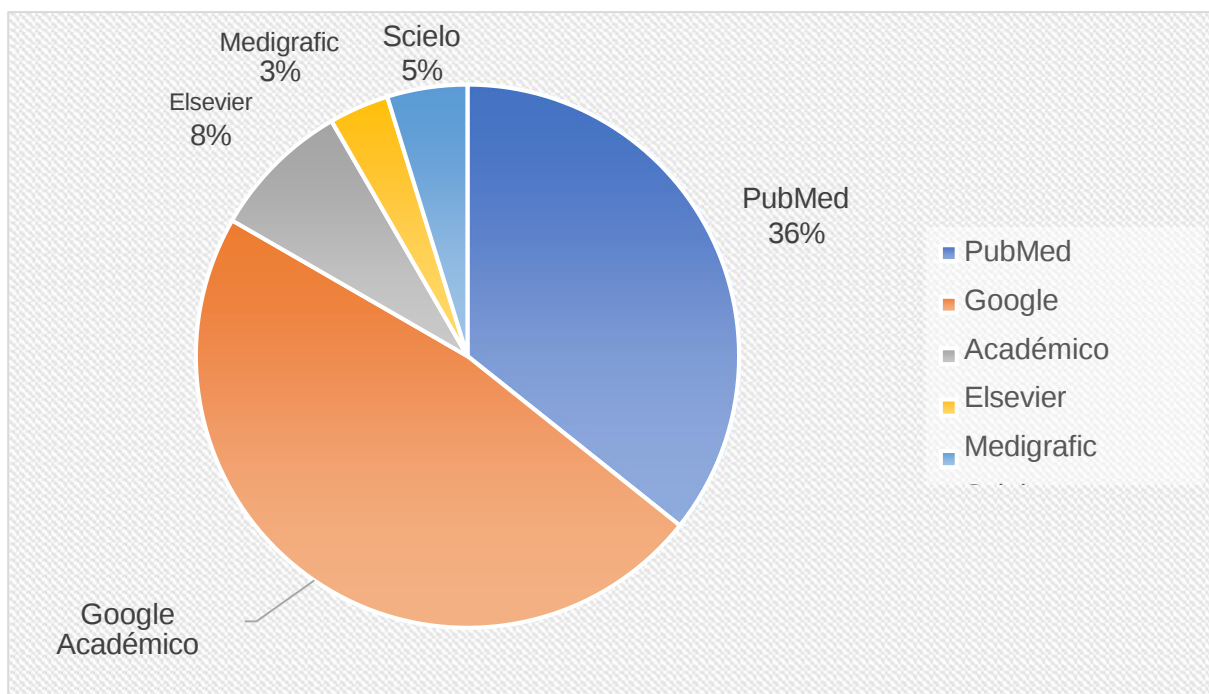


Figura 13. Gráfica de datos utilizados

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Fuentes utilizadas

Fuentes	Cantidad
Artículos científicos	68
Libros	15
Tesis de pregrado, maestrías y doctorado	15
Páginas oficiales	2
Total	100

Fuente: Elaboración propia.

El investigador realiza la recopilación de datos mediante la búsqueda de las siguientes palabras: *BFR*, *Kaatsu*, ligamento cruzado anterior, LCA, Reconstrucción LCA, entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, mecanismo de lesión LCA, *ACL injury*.

3.2 Métodos

Sabino en 1992 menciona que es el procedimiento o conjunto de procedimientos que se utilizan para obtener conocimientos científicos, conocer el modelo de trabajo o secuencia lógica que orienta la investigación científica.

3.2.1 Enfoque de investigación. Esta investigación tiene un enfoque cualitativo. Es aquel que utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación (Hernández, 2014).

La investigación es cualitativa, ya que las variables fueron obtenidas de fuentes primarias para comprender y analizar la relación entre la variable independiente que es el entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo y la variable dependiente siendo la post cirugía del ligamento cruzado anterior.

3.2.2 Tipo de estudio. El trabajo cumple con un estudio de tipo descriptivo. Este busca especificar características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo población (Hernández, 2014).

La investigación es de estudio descriptivo, ya que menciona de forma específica la anatomía, fisiopatología, el cuadro clínico y mecanismo de lesión del LCA que pueden presentar en la población de pacientes de 20 a 50 años, describiendo los beneficios terapéuticos del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo.

3.2.3 Método de estudio. El método de estudio utilizado en esta investigación es el de análisis-síntesis y se define como un estudio que asocia uno o varios factores con sus elementos, su enfoque será analizar y comparar factores y avances de la técnica (Hernández, 2014).

El estudio busca comprender como la post cirugía de reconstrucción del LCA actúa en la articulación de la rodilla, que estructuras y funciones afecta, y así para poder integrar el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo de manera positiva en la funcionalidad de la rodilla.

3.2.4 Diseño de investigación. La presente investigación es con base al diseño de investigación no experimental, y de corte transversal. La investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación de variables es decir no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes (Hernández, 2014).

De tipo transversal, ya que la recolección de datos fue en un solo momento, en un tiempo único y describen las variables, analizando su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández, 2014).

Esta investigación es de corte transversal, ya que la información tiene una fecha de inicio y fin siendo esta de agosto a diciembre del año 2022. Se pretende que la investigación permita expresar información ya establecida por autores presentados en fechas que inician del año 2016 al año 2022, permitiendo delimitar los datos presentados para la revisión bibliográfica de las variables establecidas.

3.2.5 Criterios de selección. Para la investigación se tomaron en cuenta criterios de selección que se presentan a continuación:

Tabla 6. *Criterios de selección*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
• Información extraída de fuentes científicas, libros, artículos, etc.	• Artículos que no mencionen pacientes adultos de post cirugía de ligamento cruzado anterior
• Artículos publicados entre 2016 y 2022	• Libros que no estén en el idioma español e ingles
• Artículos en idioma español e ingles	• Artículos que no hablen sobre la fisiopatología, cuadro clínico, tratamiento, dosificación del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo
• Artículos médicos y fisioterapéuticos que incluyan pacientes adultos post cirugía de ligamento cruzado anterior.	• Artículos que no provengan una fuente científica: blogs, periódicos, columna de opiniones, etc.
• Artículos que presenten el entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo	• Artículos que superen los 10 años de antigüedad
• Artículos que incluyan a pacientes de 20 a 50 años post operados del LCA.	• Artículos que incluyan pacientes que tengan más de 50 años
• Tesis de pregrado, maestrías y doctorados que incluyan datos sobre la epidemiología y el tratamiento en la post operación del LCA.	• Tesis que no contengan el enfoque principal en la post cirugía del LCA
• Artículos que presenten propuestas, comparaciones, dosificación y parámetros del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo.	• Artículos que no muestren un enfoque hacia la aplicación del entrenamiento.
• Estudios cualitativos y cuantitativos del Entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo.	• Artículos que hablen sobre tratamientos con agentes físicos
• Estudios que presenten el mecanismo fisiológico del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo	• Artículos que incluyan opiniones de expertos.
• Estudios que presenten los efectos terapéuticos del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo	• Artículos que no sean de un enfoque médico o fisioterapéutico

Fuente: Elaboración propia

3.3 Variables

Bernal en 2010 menciona que una variable es una característica, atributo, propiedad o cualidad que puede estar o no presente en los individuos, grupos o sociedades. Además, puede presentarse en modalidades diferentes o en grados, magnitudes o medidas distintas.

3.3.1 Variable independiente. Es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, siendo la condición antecedente (Hernández, 2014). En este estudio la variable independiente es el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo.

3.3.2 Variable dependiente. Es el resultado o efecto que produce el comportamiento de la variable independiente (Ríos 2017). En este estudio la variable dependiente es la post cirugía de ligamento cruzado anterior.

3.3.3 Operacionalización de variable. Es un proceso que permite transformar las variables abstractas y generales, en variables concretas y específicas. Esto quiere decir que facilita el proceso de medición u observación, siendo más precisa y confiable. Por ende, es necesario para poder llevar a un excelente término de investigación (Bauce et al., 2018).

Tabla 7. Operacionalización de variables

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuentes
Independiente	Entrenamiento de restricción flujo sanguíneo	El entrenamiento de restricción flujo sanguíneo colocando un torniquete alrededor extremidad proximal utilizando una presión de 110 a 240 mm Hg en un intento de mantener	Un tipo de entrenamiento que ocluye el flujo sanguíneo que se utiliza para obtener efectos como aumento de la fuerza muscular e hipertrofia de cualquier extremidad del cuerpo.	(Wortman 2020)

		flujo arterial mientras se restringe el retorno venoso		
Dependiente	Post operación ligamento cruzado anterior	Es un periodo que se cumple luego de la reconstrucción que se realizó por técnica artroscópica, teniendo como objetivo recuperar rangos de movilidad y fuerza para mejorar la funcionalidad de la rodilla.	Fase posterior al procedimiento quirúrgico que se realiza para reconstruir el LCA, presentando signos clínicos como dolor, funcionalidad de la rodilla reducida, atrofia y debilidad muscular.	(Zicaro, 2019)
Fuente: Elaboración propia				

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo se revisan los resultados, respondiendo al objetivo general y a los objetivos específicos, obtenidos mediante la revisión bibliográfica con respaldo científico, basándose en la variable dependiente que es la post cirugía del LCA y la variable independiente que es el entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo. Así como la presentación de la discusión de estos resultados, conclusiones después de analizar la información obtenida y las perspectivas y/o aplicaciones para las futuras investigaciones sobre este método de entrenamiento.

4.1 Resultados

Tabla 8. Resultados

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
Primer objetivo: Manifestaciones clínicas características en los pacientes de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior que afectan la funcionalidad de la rodilla.			
Žargi et al., (2018) <i>Short–Term</i> <i>Preconditioning</i> <i>With Blood Flow</i> <i>Restricted Exercise</i> <i>Preserves</i> <i>Quadriceps Muscle</i> <i>Endurance in</i> <i>Patients After</i> <i>Anterior</i>	El tipo de estudio fue cuasialeatorio prospectivo de un solo centro. Los voluntarios fueron reclutados entre los pacientes programados para una reconstrucción artroscópica del LCA con reconstrucción	Se dividieron en 2 grupos, El primer grupo de 10 pacientes realizaron un protocolo de ejercicios con oclusión, y el segundo grupo de 10 pacientes los realizaron el mismo protocolo solo que con oclusión simulada.	En el estudio se encontraron que los pacientes presentaban manifestaciones clínicas como atrofia muscular en el músculo cuádriceps, además de encontrarse déficits de fuerza y resistencia muscular alterando los patrones de movimiento

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
<i>Cruciate Ligament Reconstruction</i>	autógrafa del LCA ipsilateral de los isquiotibiales. Se reclutaron un total de 24 pacientes, 20 pacientes terminaron el estudio: 16 hombres y 4 mujeres con una edad media de 31.5 años.	El objetivo del estudio era evaluar el deterioro de la resistencia muscular en el periodo postoperatorio.	en la extremidad afectada.
Harput et al., (2018) <i>Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial</i>	El artículo es un estudio controlado aleatorizado. Se incluyeron un total de 48 pacientes con una edad media de 29.5 años de edad y un índice de masa corporal de 26.1 kg. Todos los pacientes fueron sometidos a una artroscopia unilateral con autoinjerto de tendón isquiotibial, y la lesión del LCA fue de mecanismo sin contacto.	Se dividieron en 3 grupos: a. contracción concéntrica 16 pacientes b. contracción excéntrica 16 pacientes c. control 16 pacientes. Los 2 grupos A y B. Realizaron durante 8 semanas un entrenamiento cruzado que consistió en entrenar la pierna que está sana. Este entrenamiento se realizaron 3 sesiones semanales de entrenamiento isocinético realizando tres series de 12 repeticiones con un rango de 10° a 90° de flexión de rodilla, descansando 2 minutos entre cada serie. Se prestó especial atención en asegurar que cada paciente mantuviera la pierna no entrenada lo más relajada posible durante el entrenamiento.	Durante la cuarta semana después de la cirugía de reconstrucción de LCA se encontraron en el estudio que las principales manifestaciones clínicas fueron la disminución de fuerza muscular en ambos miembros inferiores principalmente en el músculo cuádriceps, además de encontrarse atrofia muscular e inhibición muscular artrogénica en la pierna operada. También existió disminución de la funcionalidad de la rodilla y se observó que en la mayoría de los pacientes tenían problemas de kinesiofobia por la falta de confianza al movimiento de la articulación de la rodilla.

Autor y artículo	Población	Metodología	Resultados
Charles et al., (2020) <i>A systematic review of the effects of blood flow restriction training on quadriceps muscle atrophy and circumference post ACL Reconstruction</i>	El diseño del estudio fue una revisión sistemática. Se incluyeron 4 estudios. 3 estudios mostraron una disminución de la atrofia muscular postquirúrgica con ERFS combinado con baja carga y un estudio no resultó, un aumento agudo en el área del cuádriceps.	El objetivo del estudio fue investigar los efectos de la educación cruzada (CE) concéntrica y excéntrica en la recuperación de la fuerza del músculo cuádriceps y la función de la rodilla después de la reconstrucción del LCA	
		El número de participantes en los estudios revisados osciló entre 14 y 44 sujetos y los hombres se utilizaron como sujetos un poco más que las mujeres. Además, no hubo diferencias significativas entre los grupos experimentales y de control con respecto a la edad, la altura o el peso en todos los estudios. El objetivo del estudio fue analizar la investigación presentada sobre el efecto del ERFS en la atrofia del músculo cuádriceps y la circunferencia después de la reconstrucción del LCA.	Se encontraron en todos los estudios que los pacientes presentaban manifestaciones clínicas importantes como la atrofia muscular y pérdida de fuerza luego en la pierna lesionada luego de la reconstrucción del LCA
Thomas et al., (2016)	Veintidós pacientes (7 hombres y 13 mujeres) fueron reclutados para	Se evaluó la atrofia muscular en decúbito supino en un escáner de	Se encontró en el estudio que los pacientes presentaban atrofia

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
<i>Muscle Atrophy</i> <i>Contributes to</i> <i>Quadriceps</i> <i>Weakness after</i> <i>ACL</i> <i>Reconstruction.</i>	participar en el estudio, una paciente fue excluida después de la evaluación secundaria, ya que reveló que no cumplía con todos los criterios de inclusión. Con una edad media de 20.6 años y todos se sometieron a reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendón rotuliano.	resonancia magnética (<i>Philips Achieva 3T Quasar Dual, Philips Electronics, Andover, MA, EE. UU.</i>) para escaneos bilateral de los muslos. Además, se midió el derrame articular mientras los pacientes estaban en decúbito supino y se localizó el polo superior de la rótula a través de la palpación. Luego se colocó una marca 1 cm proximal al polo superior y se midió a través de una cinta métrica. La fuerza del músculo cuádriceps se evaluó mediante contracciones isométricas voluntarias máximas de extensión de rodilla colocando a los pacientes sentados en un dinamómetro isocinético (<i>Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, NY, EE. UU.</i>) El objetivo de este estudio fue examinar los roles de la atrofia y la falla de activación en la debilidad del cuádriceps después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.	muscular, debilidad muscular y derrame articular de la pierna lesionada. Además, existió déficit bilateral en la activación muscular del cuádriceps.

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
Balki et al., (2016) <i>Kinesio taping as a treatment method in the acute phase of ACL reconstruction: A double-blind, placebo-controlled study</i>	El artículo fue un estudio doble ciego controlado con placebo, aleatorizado. Treinta pacientes varones edad media: 28,1. En la reconstrucción se utilizó autoinjerto de tendón isquiotibial y aloinjerto de tibial posterior o peroneo largo. Nueve sujetos se sometieron a reparación de menisco, diez sujetos se sometieron a menisectomía parcial	Se dividieron en 2 grupos de 15 pacientes por grupo. a. Grupo experimental para recibir un tratamiento de kinesiotape a través de las técnicas de corrección muscular y linfática. b. Un grupo de control para kinesiotape simulado. Ambas intervenciones se aplicaron dos veces durante un período de 10 días a partir del cuarto día postoperatorio. Todos los pacientes recibieron el mismo programa de rehabilitación durante tres meses. El programa de rehabilitación se aplicó bajo la guía de un fisioterapeuta durante cinco días a la semana, en las dos primeras semanas del postoperatorio y después solo dos veces a la semana durante las siguientes cuatro semanas. El objetivo del estudio fue investigar los efectos del <i>Kinesiotaping (KT)</i> en la fase de rehabilitación postoperatoria aguda de	Los pacientes que participaron en el estudio presentaron las siguientes manifestaciones clínicas, como dolor en reposo, durante la actividad y durante el sueño. También se presentó rango articular de flexión disminuido e inflamación suprapatelar e infrapatelar.

Autor y artículo	Población	Metodología	Resultados
		la reconstrucción del LCA.	

En los estudios se identificó que las principales manifestaciones clínicas posterior a la cirugía del LCA en los pacientes fue: el dolor y la inflamación suprapatelar e infrapatelar, disminución de los rangos de movimiento de flexión de la rodilla en la extremidad afectada y kinesiophobia. También se encontró atrofia y debilidad muscular principalmente del músculo cuádriceps, afectando a los patrones de movimiento de la pierna que fue sometida a la reconstrucción.

Autor y artículo	Población	Metodología	Resultados
Segundo objetivo: Dosificación y parámetros del entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo para el tratamiento post cirugía de ligamento cruzado anterior en pacientes de 20 a 50 años para mejorar la funcionalidad de la articulación de la rodilla.			
Kilgas et al., (2019) <i>Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long After ACL Reconstruction</i>	Se reclutaron 18 participantes de los cuales 9 (3 hombres y 6 mujeres) de ellos habían optado por reconstrucción de LCA 5 años atrás. 3 sujetos tenían injerto del tendón del isquiotibial y 6 sujetos injerto de tendón rotuliano. Todos los participantes tenían una edad entre los 18 y 40 años. Los otros 9 participantes no tenían ninguna lesión, eran sujetos sanos.	Realizaron ERFs 5 veces por semana durante 4 semanas con un programa de ejercicios en casa. Después del programa de ejercicios, se evaluaron nuevamente el grosor y la fuerza muscular de los miembros inferiores. Los índices de simetría de referencia y posteriores al entrenamiento para los participantes de reconstrucción de LCA se compararon con los valores de referencia para los controles no lesionados.	El plan de ejercicios se realizó 5 veces a la semana, el tiempo del entrenamiento fue de 25 minutos. Se realizaron 3 diferentes ejercicios a una intensidad del 30% de 1 RM y solo se restringió el flujo sanguíneo en la pierna afectada, utilizando un esfigmomanómetro aneroide de 18 cm de ancho (Briggs, Healthcare, Waukegan, IL, EE. UU.). En todos los ejercicios el manguito se envolvió proximal alrededor del muslo y se infló al 50 % de la presión requerida para ocluir el flujo sanguíneo de la

Autor y artículo	Población	Metodología	Resultados
		El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad de un programa de ejercicios de 4 semanas utilizando ERFs para aumentar la fuerza y la simetría del cuádriceps.	arteria femoral y se utilizó ultrasonido Doppler para escuchar el pulso de la arteria la presión de oclusión del miembro tuvo una media de 182 mmHg. Se realizó un programa de ejercicios en casa descrito a continuación: a. Extensión unilateral de rodilla utilizando la pierna afecta realizando el ejercicio con una banda de resistencia haciendo 3 series de 30 repeticiones de 90 a 0° de flexión, inflado del manguito a 50% (91 mmHg). b. Sentadilla con peso corporal 3 series de 30 repeticiones llegando de 0-45° de flexión de rodilla, inflado del manguito a 50% (91 mmHg) c. Se realizó caminata 3 series de 2 minutos de intervalo a la velocidad preferida por el participante y se utilizó una presión de inflado a un 50% (91 mmHg). En el descanso de 1 minuto ente serie se mantuvo inflado el manguito y en el descanso de 2 minutos entre cambio de ejercicio se desinfló el manguito.
Iversen et al., (2016) <i>Intermittent blood flow restriction does</i>	El tipo de estudio es un ensayo controlado aleatorizado.	Se dividieron en 2 grupos de 12 personas cada uno (7 hombres y 5 mujeres). A. grupo	Se aplicó un manguito de oclusión neumático contorneado de 14 cm de ancho (manguito de baja

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
<i>not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction</i>	Se reclutaron un total de 24 sujetos (14 hombres y 10 mujeres) en el estudio, los cuales fueron aleatorizados en dos grupos. Se incluyeron pacientes con una edad media 24.9 para el grupo de oclusión y el grupo control de 29.8. Se tomaron en cuenta pacientes con reconstrucción mediante injerto de tendón del músculo isquiosural.	con oclusión sanguínea y ejercicio, y b. grupo control que solo realiza ejercicio. Los protocolos se empezaron a realizar a partir del segundo día después de la cirugía. El grupo de control siguió el mismo protocolo de ejercicio, pero sin el estímulo de oclusión. El estudio tiene como objetivo investigar el efecto de un estímulo de oclusión sobre la atrofia del cuádriceps después de la reconstrucción del LCA.	presión Delphi) y se colocó en la parte proximal del muslo. El inflado del manguito se administró con una bomba manual de presión arterial portátil (<i>Trigger Aneroid DS66</i>) colocando una presión inicial de 130 mmHg con un aumento de 10 mmHg cada 2 días, llegando a una presión máxima de 180mmHg. Todos los participantes del grupo ocluser estaban sentados con el miembro superior a 45° y recibieron un estímulo de oclusión durante 5 min, realizando ejercicios para fortalecimiento del músculo cuádriceps haciendo contracciones isométricas del músculo antes mencionado y se progresó a la extensión de la pierna sobre un giro de rodilla y elevaciones de piernas rectas. Luego de terminar los 5 minutos de oclusión, el manguito se desinflaba durante 3 min. Todo este procedimiento se repitió 5 veces y cuando el manguito de presión estaba inflado se realizaron 20 repeticiones del ejercicio que se estaba efectuando. Los participantes realizaban el protocolo 2 veces al día.
Hughes et al., (2018)	El diseño del estudio fue un ensayo	Se dividieron en 3 grupos:	Se realizaron 8 semanas de entrenamiento con

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
<i>Comparison of the acute perceptual and blood pressure response to heavy load and light load blood flow restriction resistance exercise in anterior cruciate ligament reconstruction patients and non-injured populations.</i>	controlado cuasialeatorio. Se reclutaron 30 pacientes, 20 de ellos eran pacientes postoperados de LCA con autoinjerto de isquiotibiales. Una edad media de 29 años y los otros 10 era un grupo control sin sufrir ninguna lesión	a. Individuos no lesionados con ERFS de baja carga. b. Pacientes con reconstrucción de LCA con ERFS con baja carga c. Pacientes con reconstrucción de LCA con entrenamiento de alta carga. En el grupo de baja carga se realizaron 4 series a un 30% de la 1 RM y en el grupo de alta carga se realizaron 3 series de 10 repeticiones a un 70% de la 1 RM. Todos los participantes realizaron una entrada en calor de 5 min de ciclismo sin carga a cadencia libre seguido de 10 repeticiones de ejercicio de prensa de piernas unilateral con un peso seleccionado por ellos mismos, El objetivo del estudio fue comparar si las respuestas perceptivas y de presión arterial agudas en ejercicio de resistencia eran similares con entrenamiento de lata intensidad frente al ERFS con carga baja en un programa de entrenamiento de rehabilitación en pacientes con	restricción de flujo sanguíneo 2 veces por semana. Se utilizó un sistema de torniquete personalizado automático para ERFS marca Delfi Medical, Vancouver, BC, Canadá. Se utilizó un manguito de nailon de fácil ajuste de medida de 11,5 cm de ancho x 86 cm de largo, 5 mm de espesor. La presión de oclusión máxima del miembro tuvo una media de 186mmHg y se aplicó un 80% de presión en el manguito tomando como referencia esa media, siendo una media de 146mmHG. Se realizaron 4 series variando las repeticiones entre cada serie. En la primera serie se realizaron 30 repeticiones, en la segunda, tercera y cuarta serie se realizaron 15 repeticiones y no se desinfló el manguito durante el descanso de 30 segundos entre cada serie. Se realizó una prensa unilateral al 30% de la 1 RM a un 80% de presión de manguito ocluser, realizando el ejercicio a un rango de movimiento de 0° a 90° de flexión y un ciclo de contracción de 1 seg concéntrico, 1 seg excéntrico.

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
Hugues et al., (2019) <i>Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial</i>	El tipo de estudio fue un ensayo clínico aleatorizado, de un solo evaluador, de grupos paralelos. Se reclutaron 28 pacientes sometidos a cirugía LCA unilateral con autoinjerto de isquiotibial. Cuatro participantes se perdieron antes de completar el protocolo del estudio, debido a sufrir infecciones y afectaciones en el menisco.	reconstrucción del LCA. Los participantes fueron aleatorizados en bloques de entrenamiento de alta carga al 70 % de repeticiones máximas (1RM) con un total de 14 participantes y otro bloque de ERFS a un 30 % de 1RM con un total de 14 participantes. Completaron 8 semanas de entrenamiento de prensa de piernas unilateral dos veces por semana en ambas extremidades inferiores. El objetivo fue examinar la comodidad y el dolor experimentados con el ERFS en comparación con el entrenamiento de resistencia con cargas pesadas, durante la rehabilitación de pacientes reconstrucción de LCA	En el ERFS se logró utilizando un sistema de torniquete personalizado automático marca Delfi Medical, Vancouver, BC, Canadá, diseñado para calcular automáticamente la presión de oclusión del miembro con precisión y alta confiabilidad. El manguito era de material de nailon fácil de ajustar y tenía una medida de 11,5 cm de ancho x 86 cm de largo y 5 mm. La presión máxima de oclusión del miembro tuvo una media de 186mmHg y se utilizó en el protocolo una presión del manguito tomando esa media a un 80%, esta presión se media en la posición en la que el paciente iba a realizar el ejercicio. Realizaron el entrenamiento 2 veces por semana hasta completar 16 sesiones. Se realizaron 4 series (30, 15, 15 y 15 repeticiones, respectivamente) realizando ejercicio de prensa de piernas unilateral con períodos de descanso entre series de 30 seg a lo largo de 0° 90° de ROM al 30 % de 1 RM. Se entrenó de primero la pierna lesionada seguida de la pierna lesionada. Se aumentó un 10% de carga

Autor y articulo	Población	Metodología	Resultados
			si los participantes completaban todas las repeticiones en 2 sesiones de entrenamiento posteriores.

El ERFS debe de utilizarse de 4 a 8 semanas, teniendo en cuenta que debería tener una regularidad de realizar el entrenamiento de 2 a 3 veces por semana, con una intensidad de 20 a 30% de la 1 RM, realizando entre 3 a 4 series por ejercicio y ocluyendo a un 80% de la oclusión máxima del miembro, midiendo esta oclusión siempre con ultrasonido Doppler, con el objetivo que a mayor presión se obtienen mayores resultados a través de este entrenamiento, además se debe descansar entre 30 seg a 1 min entre serie.

Autor y Articulo	Población	Metodología	Resultados
Tercer objetivo: Mecanismos fisiológicos que genera el entrenamiento con restricción parcial de flujo sanguíneo en pacientes adultos de 20 a 50 años post operados de ligamento cruzado anterior para mejorar la funcionalidad de la articulación de la rodilla.			
Hugues et al., (2019) <i>Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate</i>	El tipo de estudio fue un ensayo clínico aleatorizado ciego con un solo evaluador. Los participantes fueron aleatorizados por bloques. Se reclutaron 28 participantes siendo 17 hombres y 7 mujeres programados para cirugía de LCA. Edad media de 29 años.	Se dividieron 2 grupos, 1 grupo de ERSF con 14 participantes y 1 grupo de entrenamiento de alta carga con 14 participantes. Se realizó un programa de entrenamiento de 8 semanas 2 veces por semana. Se inició en la semana 2 después de la cirugía y el retiro de la sutura con aprobación del cirujano, se evaluaron por 48 h para determinar si cumplían con los criterios para comenzar el	El ERFS durante 8 semanas de entrenamiento obtuvieron efectos en: a. Aumento de la fuerza muscular del miembro inferior Se ha demostrado que la excitabilidad corticomotora aumenta después de un episodio agudo de ERFS, posiblemente debido a la alteración de la retroalimentación sensorial de las fibras aferentes de los grupos II y IV. b. Disminución en la percepción del dolor, se

Autor y Artículo	Población	Metodología	Resultados
<i>Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial</i>	Cuatro participantes se perdieron antes de completar el protocolo del estudio, 2 por cada grupo.	entrenamiento de fuerza en prensa de piernas. Se inició con una entrada en calor que consistió en 5 min de ciclismo sin carga a cadencia libre seguido de diez repeticiones de ejercicio de prensa de piernas unilateral con un peso autoseleccionado. Se entrenó primero la pierna lesionada y luego la sana para igualar el volumen y la carga externa para intentar controlar cualquier efecto de transferencia cruzada de entrenar las extremidades de manera diferente. Se utilizó un sistema de torniquete automático personalizado (Delfi Medical, Vancouver, BC, Canadá) diseñado para calcular automáticamente la presión de oclusión de la extremidad fijando una presión del 80% El objetivo fue comparar el ERFS con el entrenamiento tradicional de alta carga, para obtener resultados de fuerza y aumento de tamaño muscular después de postoperación del LCA.	comprende a través de la posibilidad que la isquemia y el dolor muscular inducido por la presión se utilizan a menudo como un estímulo condicionante para la modulación del dolor y ayudando a los mecanismos que incluyen la liberación de opioides endógenos y endocannabinoides durante el ejercicio. c. Aumento del rango de articular de movimiento debido a que la disminución de dolor y de derrame articular
Wengle et al., (2022)	El tipo de estudio fue revisión	Se realizaron la búsqueda bibliográfica en la fecha	Este análisis muestra que en el período postoperatorio el

Autor y Artículo	Población	Metodología	Resultados
<i>The Effects of Blood Flow Restriction in Patients Undergoing Knee Surgery</i>	sistemática y metaanálisis donde se incluyeron 11 artículos, analizando un total de 271 pacientes. Se utilizó autoinjerto de isquiotibiales en 185 pacientes, autoinjerto de hueso tendón hueso en 31 pacientes e injerto de tendón de cuádriceps en 3 pacientes.	de abril de 2020 y se accedió a las principales bases de datos en línea: PubMed, Embase y Cochrane. Para la inclusión todos los estudios clínicos evaluaron el entrenamiento con ERFS en pacientes sometidos a cirugía de rodilla. Solo se incluyeron artículos publicados desde 1980. Se excluyeron revisiones, informes de casos, estudios de un solo brazo, opiniones de expertos, cartas y editoriales. También se excluyeron estudios en animales, in vitro, cadavéricos y que involucraran lesiones de rodilla con fracturas asociadas. El objetivo de la revisión sistemática y del metaanálisis fue examinar la efectividad del entrenamiento BFR en pacientes sometidos a cirugía de rodilla.	entrenamiento ERFS después de la cirugía de rodilla puede mejorar la masa muscular del cuádriceps, ya que se crea un entorno anaeróbico para promover la hipertrofia muscular mediante la regulación positiva de la señalización celular, la síntesis de proteínas y, en última instancia, la proliferación miogénica. en comparación con un grupo control.
Kacin et al., (2021) <i>Functional and molecular adaptations of quadriceps and hamstring muscles to blood flow restricted training in</i>	El estudio fue un ensayo controlado prospectivo, de un solo centro, simple ciego y cuasialeatorio. 16 pacientes fueron seleccionados inicialmente para las intervenciones de	Se compararon tres grupos de sujetos de manera siguiente: un grupo que realizó entrenamiento ERFS, un grupo de control activo que realizó entrenamiento simulado de ERFS emparejado con el trabajo	El ERFS aumentó la hipertrofia y la fuerza muscular del músculo cuádriceps, pero no de los isquiosurales, esto pueden atribuirse a elevaciones en la expresión de genes anabólicos y la síntesis de proteínas, también puede verse aumentada por la

Autor y Artículo	Población	Metodología	Resultados
<i>patients with ACL rupture</i>	ejercicio, de los cuales 12 pacientes completaron todo el protocolo siendo 6 hombres y 6 mujeres. El presente estudio presenta una edad media de 31 años en los participantes	y un grupo de control de biopsia (sin intervención). El estudio tuvo una duración de entrenamiento de 3 semanas, 3 veces por semana para la pierna afectada diseñado para inducir la hipertrofia del músculo esquelético y ganancias en el rendimiento muscular. Consistió en 4 series de extensiones y flexiones de rodilla a 40 RM hasta el fallo voluntario. Se colocó un manguito neumático de doble cámara de 13,5 cm de ancho con presión asimétrica en la parte proximal del muslo del paciente. El manguito se infló con aire a una presión acumulada de 150 mmHg. El grupo de ERFS simulada realizó un protocolo de ejercicio idéntico con el mismo número de repeticiones que el grupo ERFS, solo que el manguito se infló a solo 20 mmHg. El objetivo del estudio fue aclarar si el ERFS puede aumentar realizaron ejercicio el tamaño y función muscular de los músculos cuádriceps e isquiosurales	mecanotransducción impulsada por la inflamación celular, la activación de células satélite desempeñando un papel importante en la hipertrofia muscular. La angiogénesis impulsada por el factor 1-alfa inducible por hipoxia (HIF 1α) desempeñen un papel importante en la mejora de la resistencia muscular y la capacidad oxidativa observada después del entrenamiento ERFS. La miostatina es un regulador negativo en el crecimiento muscular y en el estudio se midió 48 horas después del entrenamiento y se obtuvieron resultados de disminución de la misma.

Autor y Artículo	Población	Metodología	Resultados
Korakakis et al., (2018) Low load resistance training with blood flow restriction decreases Anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomized controlled trial	El tipo de estudio fue un ensayo controlado aleatorizado. En el estudio se incluyeron 40 participantes de género masculino que padecían dolor anterior de rodilla. Presentando un rango de edad de 29.4 años. Todos los participantes concluyeron con el estudio.	en pacientes con deficiencia de LCA.	Se obtuvieron resultados significativos de disminución de dolor anterior de rodilla durante el ejercicio y 45 minutos después de la terapia física. Esto ocurre por los mecanismos de: a. controles inhibitorios nocivos difusos b. Gracias al ejercicio se realiza la liberación de sustancias endógenas que inhiben las vías nociceptivas. c. Hipoxia inducida después del entrenamiento ERFS.
		Los participantes se dividieron en 2 grupos: a. Grupo de restricción de flujo sanguíneo con un total de 20 participantes b. Grupo de entrenamiento de baja carga con un total de 20 participantes. En el grupo de ERFS se utilizó un manguito ancho de marca Sports Rehab Tourniquet, con un tamaño de 10 cm de ancho y 116 cm de largo y se colocó en lo más proximal del muslo tomando como referencia la región del pliegue inguinal, mientras el paciente estaba en decúbito prono. Luego de colocar el manguito se calculó la oclusión a través de una sonda Doppler vascular en la arteria poplítea y se infló hasta que se eliminó el pulso en esa zona, posterior se calculó el 80% de la oclusión parcial del miembro en el que se aplicó la intervención. Todos los participantes realizaron extensiones de rodilla en cadena cinética abierta de 90° a 0° realizando 2 seg de fase	

Autor y Artículo	Población	Metodología	Resultados
		concéntrica y 2 seg de fase excéntrica con el ritmo de un metrónomo. Realizaron 4 series de 15 repeticiones con 3º segundos de descanso. Se prosiguió con una evaluación del dolor realizando sentadilla con media con una sola pierna, sentadilla profunda con una sola pierna y un descenso de un escalón de 20 cm y se le pidió se calificará su dolor en una escala de 11 puntos. El objetivo del estudio fue evaluar si la aplicación del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo con entrenamiento de baja carga induciría una reducción significativa de dolor anterior de rodilla en comparación con solo entrenamiento de baja carga.	

Fuente: Elaboración propia

Los mecanismos fisiológicos que se generan en el ERFS consisten en crear un ambiente anaeróbico haciendo que se recluten fibras musculares. Además, esta restricción de flujo sanguíneo hace que aumente la acumulación de metabolitos, creando un ambiente hipóxico ayudando a disminuir el dolor, siendo también importante en la síntesis de la hormona de crecimiento y ayudando a las células satélite a crear nuevos miocitos.

4.2 Discusión

Tras realizar la búsqueda de los artículos sobre las manifestaciones clínicas post operación del LCA y la aplicación del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo como tratamiento postoperatorio del LCA, se llevó a cabo una lectura crítica y se encontró que Balki et al (2018) indica que el dolor complica realizar ejercicio. Por consiguiente, afecta a la disminución de la fuerza del miembro inferior, esto se debe a los factores mecánicos, neuronales, pérdida de condición y cambios en la actividad motora. Asimismo, Thomas et al en (2018) indica que la atrofia y la debilidad del musculo cuádriceps estuvo presente en la pierna lesionada y existió una disminución de la activación del cuádriceps en las dos extremidades inferiores, haciendo que la disfunción del músculo cuádriceps tenga implicaciones futuras en la degeneración articular. Por otro lado, Harput et al (2018) menciona que la disminución de la fuerza muscular del cuádriceps después de la post operación del LCA es uno de los principales problemas que podría persistir durante años.

Se puede trabajar el ERFS con combinación de diferentes modalidades de entrenamiento, así como menciona Charles et al (2020) en su metaanálisis, indicando que en un estudio solo se aplicó el estímulo oclusivo sin combinación de ningún ejercicio durante 5 minutos de inflado y desinflado de 3 minutos del manguito, obteniendo un efecto significativo en la reducción de la atrofia muscular en las primeras semanas del postoperatorio. Mientras tanto Wengle et al (2022) indica en su metaanálisis que en un estudio se combinó el ERFS con entrenamiento de alta carga, no mostrando mejoras significativas en la fuerza, la activación o el volumen del cuádriceps. Asimismo, Kilgas et al (2019) demostró que combinar el ERFS con ejercicios de baja carga, con un programa de ejercicios en casa tiene un efecto positivo

para restaurar el tamaño y la fuerza del cuádriceps, aunque el postoperatorio del LCA haya sido 2 años antes.

Por otro lado, Iversen et al (2016) menciona que no se encontró resultados positivos en los primeros 16 días después de la postoperación con la aplicación del ERFS combinado con ejercicios de baja carga, ya que no aumenta el tamaño del músculo después del post operatorio del LCA, esto se debe a que la dosificación del ERFS no contó con en el ajuste individualizado de la presión del manguito entre cada participante, además de no utilizar una intensidad adecuada del ejercicio. Ahora bien, Kacin et al (2018) menciona que una presión adecuada del manguito tiene resultados significativos en la hipertrofia en el músculo cuádriceps, sugiriendo que una mayor frecuencia y volumen de entrenamiento pueden desempeñar un papel importante en los resultados funcionales del ERFS, no obteniendo los mismos resultados con una oclusión simulada.

Mientras tanto Korakakis combino el ejercicio de baja carga con ERFS, demostrando que con esta aplicación de entrenamiento se pueden tener mejoras significativas en la reducción del dolor después de la intervención en comparación con un grupo que solo realizo ejercicios de baja carga sin ningún estímulo oclusivo, sugiriendo que el ERFS es posiblemente un método más confiable para reducir el dolor en disminuyendo la carga en la rodilla.

Hugues et al (2019) comparo el entrenamiento de alta carga sin combinación de ningún estímulo frente al ERFS combinado con baja carga en pacientes post operados del LCA, indicando que el ERFS con baja carga no mostró efectos adversos y mostró mayores resultados positivos con una intensidad menor del 30% de la 1 RM, en comparación del entrenamiento de alta carga del 70% de al 1 RM. El ERFS también mostró resultados de reducción del dolor articular, inflamación y aumento del ROM en la articulación de la rodilla,

esto pudo haber contribuido a una mejor capacidad de adaptación de la fuerza en la extremidad lesionada.

Por último, un punto de vista importante es que los beneficios de la aplicación del ERFS en algunos autores mencionan que puede ser más favorable durante las primeras fases posteriores a la cirugía de rehabilitación del LCA, logrando mejores resultados y siendo efectivo para contrarrestar las manifestaciones clínicas que se presentan en la postoperación del LCA.

4.3 Conclusiones

Las principales manifestaciones clínicas de las personas en post operación del LCA son: dolor en la parte anterior de la rodilla, inflamación suprapatelar e infrapatelar de la pierna operada, kinesiofobia, atrofia y debilidad muscular principalmente del músculo cuádriceps de la pierna reconstruida, esto puede alterar los patrones de movimiento de la extremidad y a largo plazo causar artrosis de rodilla, dada la importancia del músculo antes mencionado en la marcha y para absorber energías importantes durante la descarga de peso.

Se tiene como evidencia que utilizando el entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo en las primeras fases de la post operación se puede tener resultados efectivos utilizando el entrenamiento entre 4 a 8 semanas. Además, se recomienda realizar el entrenamiento de 2 a 3 veces por semana, con una intensidad de 20 a 30% de la 1 RM, realizando entre 3 a 4 series por ejercicio, ocluyendo a un 80% de la oclusión máxima del miembro, descansando entre 30 seg a 1 min, recomendando desinflar el manguito en el cambio del siguiente ejercicio. Por lo tanto, se debe ir progresando el entrenamiento oclusivo con diferentes combinaciones, como la oclusión intermitente de inflado desinflado sin ninguna combinación de ejercicio, utilizándose en las primeras semanas después de la cirugía, para luego progresar a ejercicio con baja carga

que es la principal combinación y la más recomendada de realizar en las siguientes semanas del entrenamiento.

El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo muestra tener efectos fisiológicos importantes como el aumento de la síntesis de la hormona de crecimiento (GH) y aumento del factor de crecimiento insulinoide (IGF1), ayudando a aumentar la síntesis de colágeno y a la síntesis de proteínas, además de liberar sustancias endógenas inhibidoras del dolor gracias al ejercicio. Por ello, se obtiene gran evidencia de beneficios sobre la hipertrofia, la fuerza muscular y la disminución del dolor en la articulación de la rodilla. Concluyendo que este método aumenta la tolerancia al ejercicio y permite a que el paciente se reincorpore a las actividades que llevaba a cabo antes de sufrir la lesión, ya sean deportivas o en la realización de las actividades de la vida diaria.

4.4 Perspectivas y/o aplicaciones prácticas

Sería interesante realizar más investigación sobre los beneficios del ERFS en estadios preoperatorios del LCA para saber si aumenta la hipertrofia y fuerza en los miembros inferiores y no tenga tantas repercusiones en el postoperatorio.

Realizar más estudios sobre los mecanismos fisiológicos del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, para entender más a fondo porque se generan y como se obtienen los efectos terapéuticos de la técnica.

Realizar más investigaciones sobre los efectos adversos que puede generar la técnica del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo y tener las precauciones adecuadas en las diferentes poblaciones.

Realizar estudios a nivel nacional en donde se incluyan, estadísticas sobre las lesiones del ligamento cruzado anterior para conocer el estatus de esta patología en el país y saber el

correcto abordaje no solo para la rehabilitación sino para la prevención de esta lesión en el deporte.

Referencias

- Alanís B., Zamora P., y Cruz. (2012) Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. *Medigraphic*, 57(2), 93-97. Recuperado de <https://tinyurl.com/54tydztp>
- Álvarez R., Gómez G., y Pachano A. (2018) Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. *AATD*, 25(1) 50-58. Recuperado de <https://tinyurl.com/ypdas84n>
- Alves, T., Simic, M., y Pappas E. (2016) *Epidemiologia de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en el sistema de salud público de Brasil*. *Rev Bras Med Esporte* 22 (4). Recuperado de <https://doi.org/10.1590/1517-869220162204159074>
- Arzac I., Burgos E., Reymundez E., Regazzoni P., y 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://tinyurl.com/53cmnhrrh>
- Ausó, J (2015). *Sinovectomía en la artroplastia total de rodilla y su influencia en la valoración funcional*. (Tesis doctoral). Universidad Miguel Hernández Facultad De Medicina. Recuperado de <https://acortar.link/tPadG2>
- Ayala J., García G., y Pérez L. (2015) Actualización en las Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Análisis de los Resultados Mediante TAC y Escalas Clínicas. *Artroscopia* 22(1), 1-11. Recuperado de <https://tinyurl.com/2y4x9ztc>
- Bahamondes, C., Ponce, F., Chanin, N., Bracho, F y Navarrete, C. (2020) Entrenamiento de fuerza con restricción parcial del flujo sanguíneo en adultos mayores con sarcopenia. *Revista Cubana de Salud Pública*. 46(3): 1105- 1123 recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v46n3/1561-3127-rcsp-46-03-e1105.pdf>
- Balki, S., Göktaş, H. E., & Öztemur, Z. (2016). Kinesio taping as a treatment method in the acute phase of ACL reconstruction: A double-blind, placebo-controlled study. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 50(6), 628–634. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.aott.2016.03.005>

- Barandiarán I. (2017) *Tratamiento quirúrgico vs tratamiento conservador de la rotura del ligamento cruzado anterior. Revisión bibliográfica narrativa*. (Trabajo de pregrado). Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://tinyurl.com/2p933drn>
- Barreno y Sanipatin, (2014). Eficacia de la aplicación de kinesio taping en el tratamiento fisioterapéutico de pacientes con tendinitis rotuliana. Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ciencias de la Salud Carrera de Terapia física y deportiva. Recuperado de: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/1111>
- Bauce, G., Córdova, M., y Avila, A. (2018) Operacionalización de variables. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"*. 49(2) 43-50. Recuperado de <https://tinyurl.com/2kzh95c8>
- Bernal, C. (2010) *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. (3ra edición). Colombia. Pearson educación. Recuperado de <https://tinyurl.com/3spjkbak>
- Bleda, J. Orcajada J, y Estevan, J. (2020) Efectos de la terapia por restricción de flujo sanguíneo en la práctica fisioterápica: una revisión bibliográfica. *NPunto*, 3(32) 105-126. Recuperado de <https://tinyurl.com/mrx9m6z8>
- Calvo, R., Anastasiadis Z., Calvo R., y Figuera, D.(2017) Elección del injerto en la reconstrucción de ligamento cruzado anterior. ¿Existe un injerto ideal?. *Revista Española De Artroscopia Y Cirugía Articular*. 24(57) 59-66. Recuperado de <https://fondoscience.com/file/89/download?token=eUFrIhbZ>
- Cameron, H. (2013) *Agentes físicos en la rehabilitación de la investigación a la práctica* (4ta edición). Barcelona, España. Elsevier
- Cárdenas S., Rosy P., Garzón A., Diego A., & Peinado C., Mabel L. (2010). Mecanobiología de reparación del ligamento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 29(1) Recuperado de <https://tinyurl.com/482rm45s>
- Charles, D., White, R., Reyes, C., & Palmer, D. (2020). A systematic review of the effects of blood flow restriction training on quadriceps muscle atrophy and circumference post acl reconstruction. *International journal of sports physical therapy*, 15(6), 882–891. Retrieved from <https://doi.org/10.26603/ijsppt20200882>
- Coronado, J (2017). *Tratamiento Fisioterapéutico en Lesiones de Ligamento Cruzado Anterior* (Tesis de pregrado). Universidad Inca Garcilaso De La Vega. Recuperado de <https://tinyurl.com/y9htfu55>
- Correa J., Guzmán D., Mejía L., Álvarez G., López J., y Restrepo V., (2017) Complicaciones en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior: cohorte retrospectiva. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*, 31(4):178-186. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2017.06.008>

- Cruz, A., Villalba, A., García, R., y Cerezal, L. (2020) Lesiones parciales del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular*. 27(3). 203-312 recuperado de <https://fondoscience.com/file/4053/download?token=vnAeEwi7>
- Cunalema, M., y Galarza, V. (2022). *Efectos del entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en lesiones del ligamento cruzado anterior*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Chimborazo Facultad Ciencias De La Salud Carrera Terapia Física Y Deportiva. Recuperado de <https://tinyurl.com/2wsubk6b>
- Díaz E. (2015). *Manual de Fisioterapia en Traumatología*. Barcelona, España: Elsevier
- Díaz, M., y Castro, D. (2019). *Tratamiento Fisioterapéutico Propioceptivo para la Prevención de Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior en Futbolistas Masculinos de 23 a 27 años basado en revisiones bibliográficas* (Tesis de pregrado). Instituto Profesional En Terapias Y Humanidades. Recuperado de <https://tinyurl.com/5c6ed7jz>
- Fahs, C., Loenneke, P., Rossow, L., Thiebaud, R., & Bemben M. (2012) Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise. *Journal of Trainology*. 1:14-22. Retrieved from <https://tinyurl.com/s9zdvzky>
- Filbay, S., & Grindem H (2019) Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Elsevier*. 1-14 <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.01.018>
- Forriol F., Maestro A., y Vaquero M. (2008) El ligamento cruzado anterior morfología y función. 19(1), 1-13. Recuperado de <https://tinyurl.com/mr5kv9ah>
- Fortis O, L, Ortega, F, Torres, A, Pineda, A, y Chávez, M. (2019). Eficacia de la pregabalina para disminución del dolor postoperatorio en reparación de ligamento cruzado anterior. *Revista mexicana de anestesiología*, 42(4), 247-253. Recuperado de <https://tinyurl.com/3zvd3pfu>
- Giles, L., Webster, K. E., McClelland, J., & Cook, J. L. (2017). Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *British journal of sports medicine*, 51(23), 1688–1694. Retrieved from <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096329>
- Giuliani, J. R., Kilcoyne, K. G., & Rue, J. P. (2009). Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles. *The journal of knee surgery*, 22(2), 148–154. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1247742>
- Gualotuña C., Ramos T. (2021) Reporte de caso de postcirugía de ligamento cruzado anterior. *Revista bionatura*, 6(3) recuperado de <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2021.06.03.28>
- Guamán J., Navarro A., Solano I., Ochoa A., Espinosa L.,... Sánchez G. (2018) Caracterización de los pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior tratados con artroscopia en

- la Clínica Santa Ana, Cuenca-Ecuador. *Sociedad Venezolana de Farmacología Clínica y Terapéutica*. 293-300 recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/559/55963208019/55963208019.pdf>
- Harput, G., Ulusoy, B., Yildiz, T. I., Demirci, S., Eraslan, L., Turhan, E., & Tunay, V. B. (2019). Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 27(1), 68–75. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5040-1>
- Hassebrock, J. D., Gulbrandsen, M. T., Asprey, W. L., Makovicka, J. L., & Chhabra, A. (2020). Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports medicine and arthroscopy review*, 28(3), 80–86. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000279>
- Hernández, R. (2014) *Metodología de la investigación* (6ta edición). México, McGraw-Hill.
- Herrera, A. (2022) Posturas para meditar. [Figura 10]. Recuperado de <https://www.agr.org.pe/posturas-para-meditar/>
- Huamaní, E (2016). *Recuperación de la fuerza muscular del cuádriceps en pacientes post operados de ligamento cruzado anterior, en un plazo de tres meses - Centro Médico Naval "Cirujano Mayor Santiago Távara"*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad De Medicina. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/323350652.pdf>
- Hughes, L., Paton, B., Haddad, F., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2018). Comparison of the acute perceptual and blood pressure response to heavy load and light load blood flow restriction resistance exercise in anterior cruciate ligament reconstruction patients and non-injured populations. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 33, 54–61. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.07.002>
- Hughes, L., Patterson, S. D., Haddad, F., Rosenblatt, B., Gissane, C., McCarthy, D., Clarke, T., Ferris, G., Dawes, J., & Paton, B. (2019). Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 39, 90–98. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.06.014>
- Hughes, L., Rosenblatt, B., Haddad, F., Gissane, C., McCarthy, D., Clarke, T., Ferris, G., Dawes, J., Paton, B., & Patterson, S. D. (2019). Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National

- Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(11), 1787–1805. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01137-2>
- Iversen, E., Røstad, V., & Larmo, A. (2016). Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of sport and health science*, 5(1), 115–118. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.005>
- Jaramillo A., Duque P., Agudelo I., Paz A., Castro J. (2017) Reconstrucción anatómica del ligamento cruzado anterior. Técnica quirúrgica y reporte de casos. *Revista colombiana de ortopedia y traumatología*, 31(2):63-67 recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2017.03.003>
- Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Mouser, J. G., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2018). Mechanisms of Blood Flow Restriction. *Techniques in Orthopaedics*, 33(2), 72–79. <https://doi.org/10.1097/BTO.0000000000000252>.
- Jurado, A., y Medina, I. (2002) *Manual de pruebas diagnósticas traumatología y ortopedia*. Barcelona. Editorial Paidotribo
- Kacin, A., Drobnič, M., Marš, T., Miš, K., Petrič, M., Weber, D., Tomc Žargi, T., Martinčič, D., & Pirkmajer, S. (2021). Functional and molecular adaptations of quadriceps and hamstring muscles to blood flow restricted training in patients with ACL rupture. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 31(8), 1636–1646. Retrieved from <https://doi.org/10.1111/sms.13968>
- Kapandji, (2011) *Fisiología Articular. Tomo 2. (5ta. Ed.)*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Kendall, F. Kendall, E., Provance, P., McIntyre M., & Romani W. (2007) *Kendall's Músculos pruebas funcionales, postura y dolor*. 5ta edición. Madrid, España. Marbán
- Kilgas, M. A., Lytle, L., Drum, S. N., & Elmer, S. J. (2019). Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long After ACL Reconstruction. *International journal of sports medicine*, 40(10), 650–656. Retrieved from <https://doi.org/10.1055/a-0961-1434>
- Korakakis, V., Whiteley, R., & Giakas, G. (2018). Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 34, 121–128. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.007>
- Krause, M., Freudenthaler, F., Frosch, K. H., Achtnich, A., Petersen, W., & Akoto, R. (2018). Operative Versus Conservative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Rupture.

- Deutsches Arzteblatt international*, 115(51-52), 855–862. Retrieved from <https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0855>
- Leyes, M. y Forriol, F. Historia de la reparación del ligamento cruzado anterior. *Revista española de artroscopia y cirugía articular*. 24(57) 2443- 9754. Recuperado de <https://tinyurl.com/5bpymva6>
- Lobos, G (2021). *Plastia de ligamento cruzado anterior: autoinjerto y aloinjerto* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos De Guatemala. Recuperado de <https://tinyurl.com/2j8nakbm>
- Loenneke, JP, Fahs, CA, Rossow, LM, Sherk, VD, Thiebaud, RS, Abe, T., ... Bembien, MG (2012). Efectos del ancho del manguito en la oclusión arterial: implicaciones para el ejercicio con restricción del flujo sanguíneo. *Revista Europea de Fisiología Aplicada*, 112(8), 2903–2912. doi:10.1007/s00421-011-2266-8
- Loenneke, JP, Wilson, JM, Wilson, GJ, Pujol, TJ y Bembien, MG (2011). Posibles problemas de seguridad con el entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo. *Revista escandinava de medicina y ciencia en deportes*, 21 (4), 510–518. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01290.x
- López S, López A, Zaballo M, Argente P, Bustos F., ... Torres L. (2012) Recomendaciones sobre el manejo del dolor agudo postoperatorio en cirugía ambulatoria. *España. ASEMA*. Recuperado de <https://tinyurl.com/2vmfyrn>
- Lucendo, L., Muñoz, A., Navarro, R., Ruiz, J., y Brito, M. (2012) Lesión de la rodilla. *Canarias Medica y Quirúrgica*. 44-53. Recuperado de <https://www.udocz.com/apuntes/337351/lesiones-de-la-rodilla>
- Mariano, T., Slullitel, D., Vladimir, Y., Cagliero, G., Malier, S., y Vaieretti E. (2007) Analgesia postoperatoria en la reconstrucción artroscópica del Ligamento Cruzado Anterior. *Revista Argentina de Artroscopia*, 9 (2), 104-109. Recuperado de <https://acortar.link/pESpAr>
- Markatos, K., Kaseta, M. K., Lallo, S. N., Korres, D. S., & Efstathopoulos, N. (2012). The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 23(7), 747–752. doi:10.1007/s00590-012-1079-8
- Marquet, R (2018). *Análisis numérico de lesión del ligamento cruzado anterior en tres grados diferentes de daño*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior De Ingeniería Mecánica Y Eléctrica. Recuperado de <https://acortar.link/qLHQRG>
- Moore, K. L., Agur, A. M., y Dalley, A. F. (2015). *Fundamentos de Anatomía con orientación clínica*. (5a. ed.). Barcelona: Wolters Kluwer.

- Netter, F. (2015) *Atlas de anatomía humana*. (6ta edición) Barcelona. Elsevier
- Neumann, D. (2007) *Fundamentos de la rehabilitación física, Cinesiología del sistema musculoesquelético*. Paidotribo
- Nordín M. (2004). *Biomecánica básica del sistema músculo esquelético*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Orellana, J. (2017) *Reconstrucción artroscópica de ligamento cruzado anterior*. (Tesis de maestría) Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10409.pdf
- Panesso, M. C., Trillos, M. C., y Tolosa Guzmán, I. (2008). *Biomecánica clínica de la rodilla*. Editorial Universidad del Rosario. Recuperado de <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/3693>
- Picón, M (2018). *Efectos agudos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre el tendón, la respuesta cardiovascular y la respuesta muscular*. (Tesis doctoral). Universidad de Alicante. Recuperado de <https://tinyurl.com/nh9ratte>
- Pons, F. (2019) Rotura del ligamento anterior en deporte. *NPunto*. 2(10) Recuperado de <https://tinyurl.com/yc3rsrad>
- Pope, Z. K., Willardson, J. M., & Schoenfeld, B. J. (2013). Exercise and blood flow restriction. *Journal of strength and conditioning research*, 27(10), 2914–2926. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182874721>
- Ramos R., Domínguez R. (2014) Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo e hipertrofia muscular. RICYDE. *Revista internacional de ciencias del deporte*, 38(10), 366-382. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2014.03806>
- Ratto, D. G., Cascales, M., Fernández-Villacañas, M., Alemán, C. A., & Asensi, D. P. (2013). Anatomía y biomecánica de la articulación de la rodilla. *Patología Degenerativa de la Rodilla*, 1(1), 1-10. Recuperado de <http://www.fisiopataletas.es/site/images/articulos/pdfs/rodilla.pdf>
- Ríos, R. (2017) *Metodología para la investigación y redacción*. Málaga, España. Servicios académicos intercontinentales S.L. Recuperado de <https://tinyurl.com/a87rc748>
- Rodríguez, D. (2017). *Efectividad de los protocolos de rehabilitación tras una reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Revisión bibliográfica*. (Tesis de pregrado). Universidad de la Laguna. <https://tinyurl.com/mr2n7tme>
- Ros, F. (2022) Lesión menisco interno. [Figura 2] Recuperado de <https://www.trescuatrotres.com/lesion-menisco-interno/>

- Rosales, J (2018). *Resultados de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Hospital Roosevelt, Guatemala, abril 2018.* (tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2018/09/18/Rosales-Jose.pdf>
- Ruano-Caicedo, L., Salazar-Posso, J., Saa-Gonzalez, D., & Osorio-Roa, D. M. Clasificación de la articulación femorotibial, arcos de movimientos y grados de libertad: *Revisión de la literatura*. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/235198698.pdf>
- Sabino, C(1992) *El proceso de la investigación*. Bogotá, Colombia. Ed. Panamericana. Recuperado de <https://tinyurl.com/4t29h24>
- Salo (2016) Estructura de los ligamentos. Características de su cicatrización. Elsevier. 8(1) 1-7. Recuperado de <https://tinyurl.com/yj8j8bxf>
- Sánchez, R. y Forriol F. (2012) Integración tendinosa de plastias autólogas en túneles de diferente calibre. Estudio experimental en ovejas. *Elsevier*. 56(3), 216-223. Recuperado de doi: 10.1016/j.recot.2011.10.005
- Sarmiento, J. (2021). *Investigación bibliográfica de los efectos de la técnica de restricción de flujo sanguíneo como método de rehabilitación en lesiones de miembro inferior.* (tesis de pregrado). Universidad Central Del Ecuador. Recuperado de <https://acortar.link/Wu8X5C>
- Sato, Y. (2005) The history and future of KAATSU Training. *Int. J. Kaatsu Training Res.* 5(1), 1-5. Retrieved from https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijktr/1/1/1_1_1/_pdf
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 45(3), 313–325. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0288-1>
- SECOT. (2020) ¿Qué es la artroscopia? Paracaídas. 1(4). Recuperado de https://www.secot.es/img/web/pacientes/Que_es_la_artroscopia.pdf
- Siegel, L., Vandenakker-Albanese, C., & Siegel, D. (2012). Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(4), 349–355. doi: 10.1097/jsm.0b013e3182580cd0
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 19(8), 669–675. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>
- Tajdini, H., Letafatkar, A., Brewer, B. W., & Hosseinzadeh, M. (2021). Association between Kinesiophobia and Gait Asymmetry after ACL Reconstruction: Implications for Prevention of Reinjury. *International journal of environmental research and public health*, 18(6), 3264. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijerph18063264>

- Teixeira, E., Barroso, R., Silva-Batista, C., Laurentino, G., ... Tricoli, V. (2017). Blood flow restriction increases metabolic stress but decreases muscle activation during high-load resistance exercise. *Muscle & Nerve*, 57(1), 107–111. doi:10.1002/mus.25616
- Telfer, S., Calhoun, J., Bigham, J., Mand, S., Gellert, J. M., Gee, A. O. (2021). Biomechanical Effects of Blood Flow Restriction Training after ACL Reconstruction. *Medicine and science in sports and exercise*, 53(1), 115–123. Retrieved from <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002437>
- Thomas, A. C., Wojtys, E. M., Brandon, C., & Palmieri-Smith, R. M. (2016). Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of science and medicine in sport*, 19(1), 7–11. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.009>
- Thomopoulos, S. (2014) *tendones y ligamentos*. En Boyer, M. (Eds). AAOS Comprehensive Orthopaedic Review 2 (109-115). AAOS
- Torrez, J.C, Olave, M. C, Torrez, H. F, & Olave, E. (2011). Características Biométricas de los Meniscos en Rodillas de Individuos Chilenos. *International Journal of Morphology*, 29(3), 1007-1011. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000300058>
- Tortora, G. J., y Derrickson, B. (2014). *Principios de Anatomía y Fisiología*. (14a. ed.). México: Médica Panamericana.
- Valderrama A., Granados J., Rodríguez C. (2017) Lesión del ligamento cruzado anterior. *Medigraphic*, 13(4) 160-168. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2017/ot174b.pdf>
- Valverde, A. (2016) Cicatrización. *Revista Médica Sinergia*. 1(9) 13-17) recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7070359.pdf>
- Vaquero, J., Clavo, J, y Forriol, F. (2008) Reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Trauma*. 19(1), 22-38. Recuperado de <https://acortar.link/yTI2Bu>
- Villalba J, Bennett, C., Daher., Hernández., E., y Gutiérrez D. (2019) Reconstrucción de LCA en Pacientes Mayores de 40 Años: Resultados Funcionales a más de Dos Años de Seguimiento. *Artroscopia*, 26(4) 123-126. Recuperado de <https://tinyurl.com/2d5y6ew5>
- Viñao, A (2016). *Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas*. (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid. Recuperado de <https://acortar.link/Tb1yBk>
- Wengle, L., Migliorini, F., Leroux, T., Chahal, J., Theodoropoulos, J., & Betsch, M. (2022). The Effects of Blood Flow Restriction in Patients Undergoing Knee Surgery: A

Systematic Review and Meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 50(10), 2824–2833. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/03635465211027296>

Wilde, J., Bedi, A., & Altchek, D. W. (2014). Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health*, 6(6), 504–518. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/1941738113500910>

Yáñez, C. Rincón, N., y Rosas, A. (2018) Ligamento cruzado anterior: prevención, rehabilitación pre operatoria y post operatoria en atletas. *Revista digital: Actividad Física y Deporte*. 1(7), 57-68. Recuperado de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/download/413/355>

Žargi, T., Drobnič, M., Stražar, K., & Kacin, A. (2018). Short-Term Preconditioning with Blood Flow Restricted Exercise Preserves Quadriceps Muscle Endurance in Patients After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Frontiers in physiology*, 9, 1150. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01150>

Zicaro, J., García, I., Yacuzzi, C., y Costa, M. (2019) Reparación del Ligamento Cruzado Anterior con Utilización de Tutor Interno: Técnica Quirúrgica y Revisión de la Literatura. *Arthroscopia*. 26(2): 56-62. Recuperado de <https://tinyurl.com/2p8afe93>

Zunino, J. (2008) Posibles factores de riesgo para la lesión del ligamento cruzado anterior en mujeres adolescentes deportistas. *Asociación de kinesiología del deporte*. Argentina. Recuperado de http://www.akd.org.ar/img/revistas/articulos/art1_41.pdf