

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 BENEFICIOS DEL USO DE LA
EVALUACIÓN MEDIANTE EL *STAR EXCURSION BALANCE TEST* EN
FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS DE 18 A 25 AÑOS
CON AUTOINJERTO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

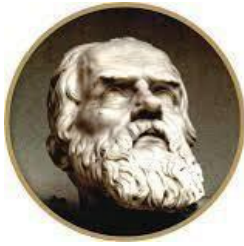


Que presenta

Andrea Margarita Villatoro Sicajá

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala, Diciembre 2024



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS BENEFICIOS DEL USO DE LA EVALUACIÓN MEDIANTE EL *STAR EXCURSION BALANCE TEST* EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES MASCULINOS DE 18 A 25 AÑOS CON AUTOINJERTO DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR



Tesis profesional para obtener el Título de
Licenciado en Fisioterapia

Que Presenta

Andrea Margarita Villatoro Sicajá
Ponente

Lic. Juan Carlos Aguilar Palomares

Director de Tesis

Licda. María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala, Diciembre 2024

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Andrea Margarita Villatoro Sicajá
Director de Tesis	Lic. Juan Carlos Aguilar Palomares
Asesor Metodológico	Licda. Isabel Díaz Sabán

Guatemala, 23 de noviembre de 2024

Alumna
Andrea Margarita Villatoro Sicajá
Presente

Respetable Alumna:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los beneficios del uso de la evaluación mediante el Star Excursion Balance Test en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto 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.

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

Atentamente,


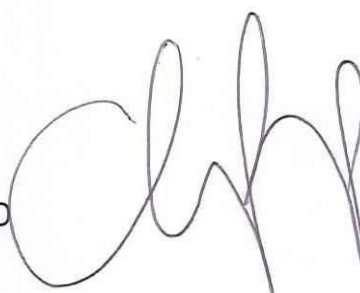
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Lic. Diego Estuardo Jiménez
Rosales
Secretario



Lic. Emanuel Alexander
Vásquez Monzón
Presidente



Lic. Oscar Omar Hernández
González
Examinador

Guatemala, 26 de abril del 2023

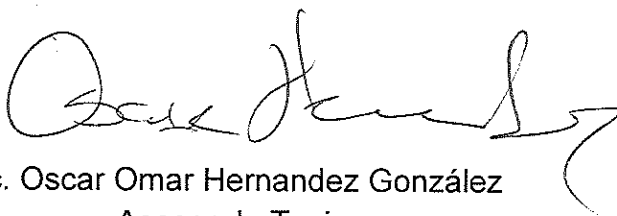
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Presente

Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que se ha realizado la revisión del trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los beneficios del uso de la evaluación mediante el Star Excursion Balance Test en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior”** de la alumna Andrea Margarita Villatoro Sicajá.

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. Oscar Omar Hernandez González
Asesor de Tesis
IPETH-Guatemala

Guatemala, 28 de abril del 2023

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

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que la Alumna Andrea Margarita Villatoro Sicajá de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado **“Revisión bibliográfica de los beneficios del uso de la evaluación mediante el Star Excursion Balance Test en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior”**, mismo que ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Licda. Jessica Gabriela Yax Velásquez
Revisor Lingüístico
IPETH. Guatemala



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

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

Nombre del Director:	Lic. Juan Carlos Aguilar Palomares
Nombre del Estudiante:	Andrea Margarita Villatoro Sicajá
Nombre de la Tesina/sis:	“Revisión bibliográfica de los beneficios del uso de la evaluación mediante el <i>Star Excursion Balance Test</i> en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior”
Fecha de realización:	Noviembre 2023

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

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

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

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Lic. Juan Carlos Aguilar Palomares

Nombre y Firma Del Director de Tesina



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

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA DE COTEJO TESINA
ASESOR METODOLÓGICO

Nombre del Asesor: Lcda. Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Andrea Margarita Villatoro Sicajá
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los beneficios del uso de la evaluación el Star Excursion Balance Test en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior.
Fecha de realización: Noviembre 2023

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

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a evaluar	Registro de cumplimiento		Observaciones
1	Formato de Página	Si	No	
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	Si	No	Observaciones
a.	Sin faltas ortográficas.	X		
b.	Sin uso de pronombres y adjetivos personales.	X		
c.	Extensión de oraciones y párrafos variado y 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



Licda. María Isabel Díaz Sabán

Nombre y Firma del Asesor Metodológico

DICTAMEN DE TESINA

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

Los C.C

Director de Tesina
Función

Lic. Juan Carlos Aguilar Palomares



Asesor Metodológico
Función

Lcda. Isabel Diaz Saban



Coordinador de Titulación
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón

**Autorizan la tesina con el nombre**

Revisión bibliográfica de los beneficios del uso de la evaluación mediante el Star Excursion Balance Test en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior.

Realizada por el Alumno:

Andrea Margarita Villatoro Sicajá

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 **Andrea**

Margarita Villatoro Sicajá

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Revisión bibliográfica de los**
beneficios del uso de la evaluación mediante el Star Excursion Balance Test en futbolistas
profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto 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 **30 de noviembre de 2023**

Andrea Margarita Villatoro Sicajá

Nombre completo



Firma de cesión de derechos

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres Erik y Delia que con mucho amor siempre me apoyaron y creyeron en mí incondicionalmente, por darme la fuerza que necesitaba en mis momentos más difíciles, por guiarme y hacerme una persona de bien. A mi hermana Delia María que es mi fuente de inspiración y motivación para superarme todos días. A mi abuelita que desde el cielo me ilumina para seguir adelante día a día. Y a mi amiga y compañera de tesis Allison que admiro y aprecio mucho, por su ayuda, paciencia y porque cada día aprendía algo nuevo de ella, por motivarme en los momentos difíciles y contribuir al logro de mis metas.

-Andrea Margarita Villatoro Sicajá

Agradecimientos

A Dios por su gracia, poder y misericordia sin lo cual no hubiese sido posible alcanzar mis metas propuestas, por darme la vida y guiar mis pasos día a día. A mis padres por haberme forjado como la persona que soy, gracias por apoyarme desde el inicio en toda mi carrera que con esfuerzo y dedicación estuvieron para mí en todo momento, gracias por todo su amor y cariño demostrado hasta el día de hoy. A mi hermana por todo su amor, apoyo y paciencia. A mi amiga Allison que no puedo dejar de mencionarla, gracias amiga por estar conmigo desde el día 1, le doy gracias a Dios por permitirme conocerte y poder desarrollar estas tesis juntas. Le agradezco a mis docentes por todo lo que me enseñaron en todo el trayecto de mi carrera, a nuestro director y metodóloga por todo el apoyo durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

Andrea Margarita Villatoro Sicajá

Palabras clave

Rodilla

Ligamento cruzado anterior

Postoperatorio LCA

Star Excursion Balance Test

Anterior cruciate ligament

Knee anatomy

Anterior cruciate ligament injury

ACLR

Índice

Portadilla	i
Investigadores Responsables.....	ii
Autoridades y Terna Examinadora	iii
Aprobación Asesor de Tesis	iv
Aprobación Revisor Lingüístico	v
Lista de Cotejo Director de Tesis	vi
Lista de Cotejo Asesor Metodológico.....	viii
Hoja de Dictamen de Tesis.....	x
Hoja Titular de Derechos.....	xi
Dedicatoria	xii
Agradecimientos	xiii
Palabras Clave.....	xiv
Índice	xv
Índice de Tablas	xix
Índice de Figuras.....	xx
Resumen.....	1
Capítulo I.....	2
Marco Teórico.....	2

1.1 Antecedentes Generales	2
1.1.1 Anatomía.....	2
1.1.2 Composición del ligamento	5
1.1.3 Biomecánica.....	8
1.1.4 Mecanismo lesional.....	18
1.1.5 Epidemiología	21
1.1.6 Cuadro clínico.....	22
1.1.7 Diagnóstico	23
1.1.8 Tratamiento conservador	24
1.1.9 Tratamiento médico	24
1.1.10 Estabilidad dinámica.....	26
1.2 Antecedentes Específicos.....	28
1.2.1 Star Excursion Balance Test.....	28
1.2.2 Ejecución de la prueba.....	29
1.2.3 Resultados de la prueba.....	32
1.2.4 Indicaciones	33
Capítulo II.....	34
Planteamiento del Problema	34
2.1 Planteamiento del Problema	34
2.2 Justificación	38

2.3 Objetivos	40
2.3.1 Objetivo general.....	41
2.3.2 Objetivos específicos	41
Capítulo III.....	42
Marco Metodológico.....	42
3.1 Materiales.....	42
3.2 Métodos	44
3.2.1 Enfoque de la investigación	44
3.2.2 Tipo de estudio.....	44
3.2.3 Método de estudio.....	45
3.2.4 Diseño de la investigación	45
3.2.5 Criterios de selección	46
3.3 Variables	46
3.3.1 Variable independiente.....	47
3.3.2 Variable dependiente.....	47
3.3.3 Operacionalización de variables	47
Capítulo IV	49
Resultados	49
4.1 Resultados	49
4.2 Discusión.....	67

4.3 Conclusión	72
4.4 Perspectivas.....	73
Referencias.....	74

Índice de Tablas

Tabla 1. Grados de movimiento por autor	14
Tabla 2. Rodamiento y deslizamiento de la rodilla.....	15
Tabla 3. Función del LCA durante la flexión de rodilla	17
Tabla 4. Factores de riesgo.	20
Tabla 5. Estudios de imagen	23
Tabla 6. Tipos de ligamentoplastia y fijación.....	25
Tabla 7. Estabilizadores de la rodilla.....	26
Tabla 8. Propioceptores de los músculos.....	27
Tabla 9. Propioceptores del LCA.....	27
Tabla 10. Aspectos sobre la ejecución y elaboración del SEBT.....	31
Tabla 11. Palabras clave y bases de datos utilizados	42
Tabla 12. Criterios de inclusión y exclusión.....	46
Tabla 13 Operacionalización de variables	47

Índice de Figuras

Figura 1. Anatomía del fémur.....	3
Figura 2. Anatomía de la tibia	4
Figura 3. Anatomía de los meniscos	4
Figura 4. Cápsula articular sinovial	5
Figura 5. Molécula de tropocolágeno	6
Figura 6. Composición de ligamento	7
Figura 7. Anatomía del ligamento cruzado anterior	8
Figura 8. Convexo sobre cóncavo.....	10
Figura 9. Cóncavo sobre convexo.....	10
Figura 10. Articulación femorotibial lateral y medial.....	11
Figura 11. Articulación femorrotuliana	11
Figura 12. Ejemplificación de los meniscos medial y lateral	12
Figura 13. Movimientos femorotibiales.....	13
Figura 14. Surco troclear.....	16
Figura 15. Haces del ligamento cruzado anterior	17
Figura 16. Demostración gráfica de valgo y rotación interna de rodilla.....	19
Figura 17. Prueba de Lachman.	23
Figura 18. Prueba de cajón anterior	24
Figura 19. Star Excursion Balance Test.....	29
Figura 20. Ejemplificación de la ejecución del SEBT	29
Figura 21. Direcciones de movimiento	30
Figura 22. Distribución de la información según los tipos de documentos consultados	43

Resumen

Resulta importante conocer todo aquello que engloba la recuperación de una cirugía de ligamento cruzado anterior, así como los procesos biológicos que se dan en el tejido injertado que permiten entender que ocurre en el tejido y tomar decisiones en el proceso de reintegración, así también conocer los tiempos de cicatrización contribuye a llevar una correcta rehabilitación y discernir en cuanto al correcto retorno al deporte y no hacerlo antes de tiempo, ya que se entiende que el tejido aún continúa en procesos biológicos hasta el año posterior a la cirugía.

Así también, una correcta progresión de la prueba en cuanto al número de ensayos de práctica ayuda a reducir el tiempo y los efectos de aprendizaje, ya que se ha demostrado que 6 ensayos de práctica son realmente suficientes para generar un aprendizaje y así poder medir objetivamente y obtener buenos resultados, por otro lado, tener en cuenta la posición de las manos contribuye a una mejor evaluación, ya que según los estudios, resulta mejor colocarlas a nivel de cadera para no alterar los resultados de la prueba, así como estar descalzo para realizar los alcances.

Por último, el control neuromuscular es un factor predominante en el control postural y por ende, en la estabilidad dinámica, por lo que sí existe un déficit, como el que presenta el LCA reconstruido, este se va a afectar, sin embargo, los estudios enfocados en el uso del *Star Excursion Balance Test* dirigido a futbolistas con reconstrucción de LCA y autoinjerto, son escasos, por lo que se espera que, en futuro próximo, este estudio pueda ser más explorado.

Capítulo I

Marco Teórico

El marco teórico de esta investigación está conformado por dos grandes apartados. El primero de ellos corresponde a los antecedentes generales y, el segundo, a los antecedentes específicos. Los antecedentes generales abordan todo lo referente a la anatomía de la rodilla, mecanismo lesional, epidemiología, su etiología, entre otros aspectos. Los antecedentes específicos, por su parte muestran lo concerniente al uso del *Star Excursion Balance Test*, sus componentes, utilidad e importancia en lo que refiere a la posibilidad de intervenir exitosamente en el tratamiento de la citada patología.

1.1 Antecedentes Generales

1.1.1 Anatomía. La rodilla está conformada de cuatro huesos: Fémur, tibia, peroné y rótula (Hernández, González y Delgado., 2022). Ahora bien, la superficie articular del cóndilo femoral se conecta con la tibia, son convexos forman segmentos elipsoides, la superficie articular de la tibia que está formada por dos superficies articulares, son sutilmente cóncavas y cubiertas de cartílago hialino formando dos cartílagos intraarticulares llamados meniscos lateral y medial que se conectan con los cóndilos del fémur (Almeida et al., 2020).

Fémur: El fémur en su superficie distal forma parte de tres articulaciones diferentes que son: la femorotibial medial, femorotibial lateral y finalmente patelofemoral. Aunado a ello, los

cóndilos femorales son asimétricos en tamaño y curvatura; el cóndilo medial es el más grande y su concavidad es más simétrica.

Están separados entre sí por una fosa intercondílea que alberga a los ligamentos cruzados de la rodilla. Cada cóndilo femoral tiene puntos de referencia anatómicos que son los epicóndilos lateral y medial. La superficie donde se articula el fémur y la rótula es llamada tróclea porque tiene la forma de un surco delante de los dos cóndilos femorales rótula (Hernández et al., 2022).

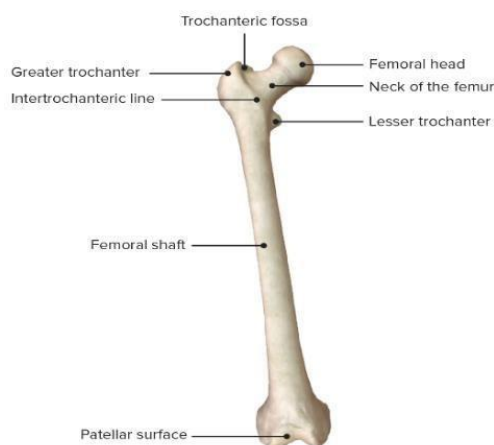


Figura 1. Anatomía del fémur.

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

Tibia: Por su parte, la tibia en sus superficies articulares tiene forma de una placa redonda. Se logra observar que el cóndilo lateral de la tibia se encuentra elevado en relación con la superficie articular medial, teniendo un eje anteroposterior que pasa de cóncavo a convexo. En el cóndilo medial no ocurre, este es cóncavo en todos sus ejes y por lo tanto la sección femorotibial medial tiene menos movilidad interna.

Por otra parte, en la sección intercondílea se encuentran dos protuberancias óseas denominadas espinas tibiales, lugar donde se insertan los ligamentos cruzados y los meniscos (Hernández et al., 2022).

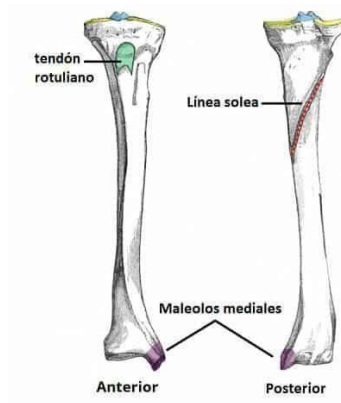


Figura 2. Anatomía de la tibia.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/ya97yvdr>

Meniscos: Los meniscos son una estructura que forman parte de la articulación de la rodilla, son los encargados de dar estabilidad a la rodilla y congruencia ayudando a disminuir el impacto de la carga, también tiene un papel muy importante de dar protección al cartílago articular.

Dentro de su composición anatómica se encuentran principalmente fibras de colágeno tipo I y agua. Su mecanismo de vascularización se caracteriza por presentarse en dos vías alternas las cuales son: la primera vía se da a través de la superficie sinovial que se extiende desde la parte femoral y tibial de los meniscos, la segunda vía se encuentra comprometida entre la superficie de los meniscos y sus diferentes inserciones meniscales (Claramunt et al., 2019).

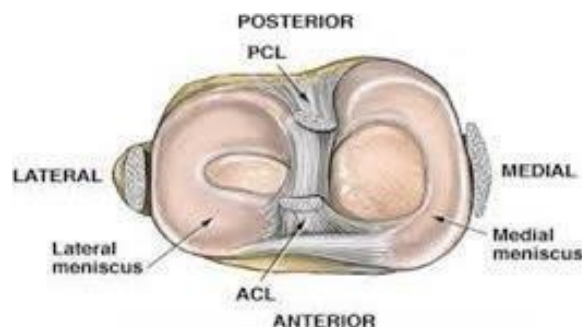


Figura 3. Anatomía de los meniscos

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2p8khdnw>

Cápsula articular: La cápsula articular de la rodilla inicia en la parte delantera y superficie posterior de la rótula, se extiende desde la superficie inferior de la cara articular hasta llegar a la superficie anterior de los tubérculos intercondíleos, llega por encima de la rótula, desde su superficie posterior y superior hasta la base de la misma. Esta capsula en su parte lateral también se extiende de la superficie superior de la tróclea por encima de los bordes posteriores de los epicóndilos del fémur, también se extiende por la superficie inferior a unos 4 o 5mm del revestimiento cartilaginoso de la carilla articular de la tibia (Pró, 2012).

En su parte posterior la capsula se inserta 1cm por encima de los cóndilos femorales en su revestimiento cartilaginoso extendiéndose hasta la fosa intercondílea hasta llegar a la superficie posterior y medial de la carilla articular en su parte superior hasta la inserción del ligamento cruzado anterior (Pró, 2012).



Figura 4. Cápsula articular sinovial.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/263nd7v3>

Es importante describir aquellos tejidos contráctiles y no contráctiles que se encuentran alrededor de la rodilla y se encargan de darle estabilidad y movimiento, es por ello que a continuación se desarrollara una descripción de lo anteriormente dicho.

1.1.2 Composición del ligamento. El ligamento es una estructura conformada por tejido

conectivo denso, fibroso y fascicular (Saló, 2016).

Según Tortora y Derrickson (2011), mencionan que el tejido conectivo tiene dos elementos: células y matriz extracelular; las células embrionarias o células madre son las que dan origen a las células del tejido conectivo las cuales son los fibroblastos y los macrófagos, la matriz extracelular es el líquido que se encuentra entre las células conformada por fibras proteicas y la sustancia fundamental.

La matriz extracelular del ligamento corresponde al 80% de toda la estructura y dentro de ella se localizan los glicosaminoglicanos (condroitín sulfato y queratán sulfato), proteoglicanos, elastina y ácido hialurónico; también se encuentran los componentes fibrilares que corresponden al colágeno tipo 1; esta proteína dentro de la matriz extracelular representa al 75% y el 25% restante las células antes mencionadas. El colágeno está conformado por cadenas polipeptídicas en forma helicoidal llamada tropocolágeno, entre la formación de estas cadenas se encuentran los aminoácidos, glicina, prolina, hidroxiprolina, hidroxilisina y arginina (Saló, 2016).

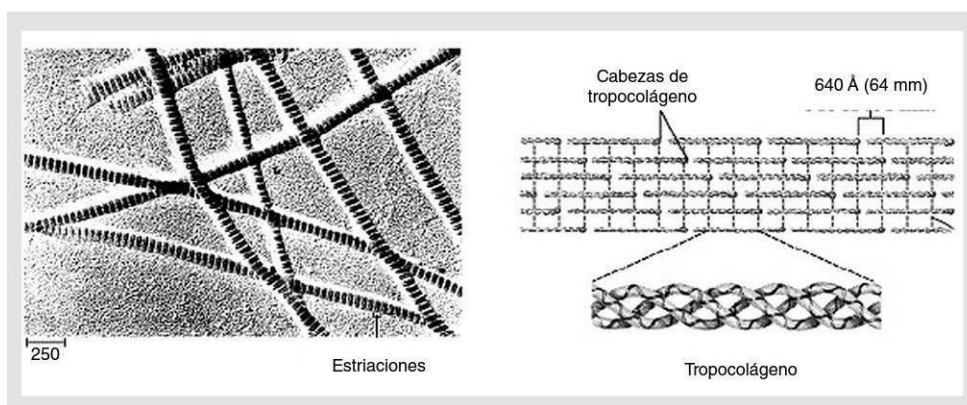


Figura 5. Molécula de tropocolágeno.

Fuente: Saló, 2016

El epiligamento considerado como la membrana que recubre al ligamento, lugar donde se encuentran los receptores sensitivos como Ruffini, terminaciones nerviosas libres y los

corpúsculos de Pacini (Saló, 2016).

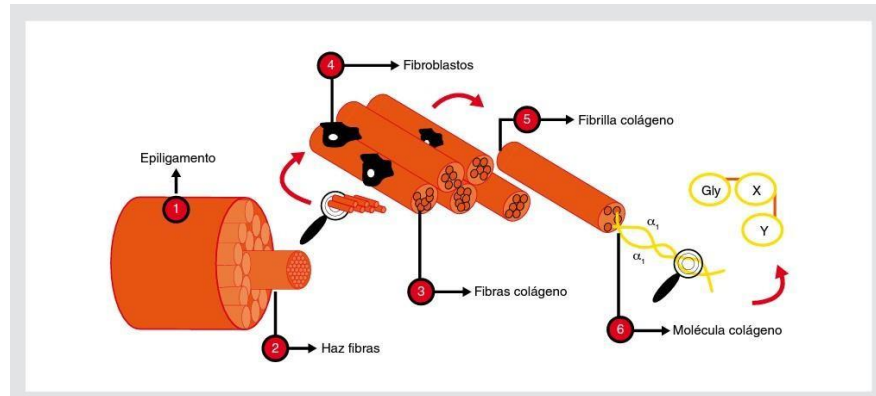


Figura 6. Composición de ligamento.

Fuente: Saló, 2016

Los ligamentos tienen dos formas de inserción al hueso, la primera es de manera directa, esta se da cuando las fibras que conforman el ligamento se expanden de una porción de fibrocartílago de mineralización hasta llegar al hueso y la segunda es de forma indirecta, en esta las fibras se expanden hasta insertarse en el periostio o de ambas maneras (Saló, 2016).

1.1.2.1 Anatomía del ligamento cruzado anterior. El ligamento cruzado anterior es denominado una estructura intraarticular y extra sinovial, se inserta en la parte posterior de la superficie interna del cóndilo femoral lateral, se ubica en sentido distal antero-interno saliendo hacia su inserción distal en la región antero-interna de la meseta tibial entre las espinas tibiales (Ayala et al., 2015).

Como anteriormente se menciona, la estructura del ligamento cruzado anterior es fascicular, en su artículo, Ayala et al., (2015) describen dos fascículos: fascículo postero-lateral (PL), se encuentra postero-lateral con respecto a la tibia y más posterior y distal con respecto al fémur; en cuanto al fascículo antero-medial (AM), se encuentra más en dirección anterior e interno con respecto a la tibia y más cercano e interno con respecto al fémur.

De acuerdo con su irrigación se considera que es escasa, sin embargo, depende fundamentalmente de la arteria genicular medial mediante una red de vasos sanguíneos que

se conectan con los vasos que se encuentran en la capa que recubre el hueso (periostio) del fémur y la tibia. En cuanto a su inervación es otorgada por el nervio tibial con ramificaciones amielínicas, dentro de estas ramificaciones se encuentran los receptores sensitivos que son los encargados de llevar la información propioceptiva (Montaluisa y Bolívar, 2019).

Según Banios et al., (2022) el ligamento cruzado anterior contiene los siguientes mecanorreceptores: Terminaciones nerviosas libres, corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Pacini y los Órganos tendinosos de Golgi.

Este ligamento es uno de los principales estabilizadores de la rodilla y uno de los más lesionados frecuentemente en la práctica deportiva. También es el responsable de realizar el movimiento de la traslación en dirección anterior, posterior y rotación (Mouth, 2020).

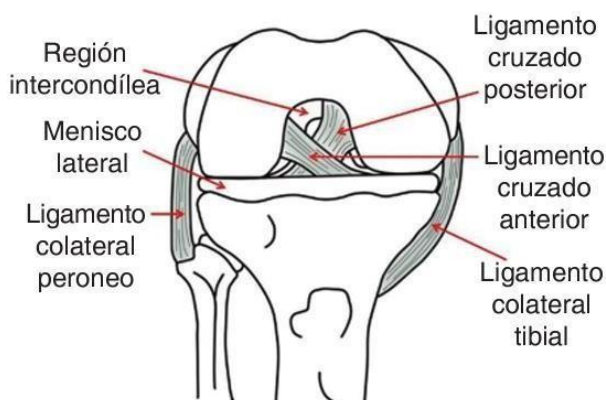


Figura 7. Anatomía del ligamento cruzado anterior.

Fuente: Valderrama, 2017.

1.1.3 Biomecánica

1.1.3.1 Definición. Según un estudio realizado por Arévalo (2020) define a la biomecánica como una disciplina que se centra en el análisis del movimiento en diferentes ámbitos, específicamente en la actividad, además de estudiar la respuesta biológica ante ello; así también, Neumann en su libro de Cinesiología del sistema musculoesquelético: fundamentos de la rehabilitación física (2007) define a la biomecánica como una disciplina

que utiliza la física como base cuantitativa para el estudio de la aplicación de fuerzas en el cuerpo.

Para comprender bien la biomecánica, es importante abordar las divisiones de la mecánica y su relación con el cuerpo humano; las cuales son, la cinemática, osteocinemática y la artrocinemática (Soriano y Belloch, 2015).

1.1.3.2 Cinemática. La cinemática explica la trayectoria, ángulos, aceleraciones y velocidades en el movimiento, sin tomar en cuenta las fuerzas aplicadas, los movimientos a los que hace referencia son: a) traslación: el cual se define como un movimiento en donde todos los puntos de un cuerpo firme se mueven en la misma dirección, lineal y paralelo, de cualquier parte del cuerpo; y también se encuentra b) la rotación, donde este mismo cuerpo firme rota sobre su mismo eje y a su vez todos los puntos del cuerpo giran en la misma dirección y grados (Soriano y Belloch, 2015; Neumann, 2007).

Para poder entender mejor la ubicación y los movimientos que realizan el complejo articular de la rodilla, se abordará la definición de la osteocinemática y artrocinemática.

1.1.3.3 Osteocinemática. Hace referencia al movimiento del segmento óseo, es decir, el hueso en los 3 planos cardinales: plano frontal, sagital y horizontal. El plano sagital se encuentra pasando justo por la sutura sagital del cráneo, es decir por la mitad de la cabeza, lo cual divide el cuerpo en izquierda y derecha. El plano horizontal, también se le llama transversal, y este divide el cuerpo en mitad superior y mitad inferior, y divide de forma horizontal al cuerpo; por último, se encuentra el plano frontal, que divide todo el cuerpo en cara anterior y cara posterior, de forma anatómica, el corte visual parte de la sutura coronal del cráneo (Neumann, 2007).

1.1.3.4 Artrocinemática. Ahora bien, la artrocinemática se puede definir según Repetto (2005) como aquellos movimientos que ocurren dentro de la articulación, es decir,

entre las superficies articulares de los segmentos involucrados en un movimiento. Para poder comprender los movimientos de rodamiento y deslizamiento que más adelante se explicaran, se debe entender primero las leyes cóncavo y convexo. En el movimiento, existe siempre un extremo óseo, el cual permanece fijo y otro que genera el movimiento sobre este, y cuando la parte móvil es convexa y la parte fija es cóncava, se habla de la ley convexo sobre cóncavo, como se ve en la ilustración 9.

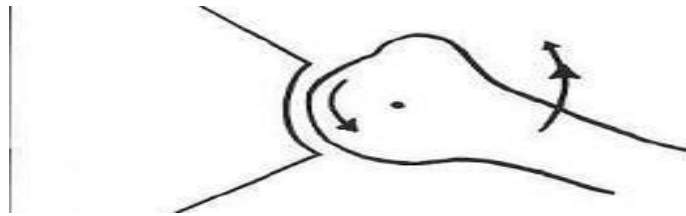


Figura 8. Convexo sobre cóncavo.

Recuperado de: <https://acortar.link/oEfdF>

Ahora bien, cuando la parte móvil es cóncava y la parte fija es convexa, es una ley convexa sobre cóncavo (Repetto, 2005).

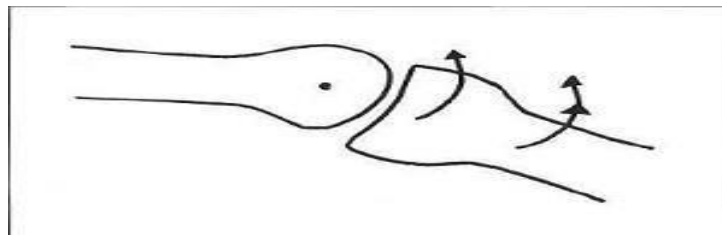


Figura 9. Cóncavo sobre convexo.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yc4vdy26>

Los movimientos de rodamiento y deslizamiento tienen estrecha relación con la leyes de cóncavo y convexo, ya que estos movimientos se basan según dichas reglas; Panesso, Tolosa-Guzmán, Trillos-Chacón, (2008), mencionan que aquellos movimientos internamente en la articulación, se definen como: **rodamiento**: ocurre en superficies curvas y que sigue la misma dirección en la que se mueve el hueso, además de que todos los puntos de la superficie articular tocan nuevos puntos de la otra superficie, por otro lado, menciona otro movimiento, el

deslizamiento: el cual puede ocurrir en superficies planas y la dirección del movimiento es opuesto al movimiento del hueso.

1.1.3.5 Biomecánica de la rodilla. El complejo articular de la rodilla es la más compleja y grande del cuerpo humano. (Panesso et al., 2008). Se compone de las siguientes articulaciones: a) femorotibial lateral y medial; b) femororrotuliana (Neumann, 2007).

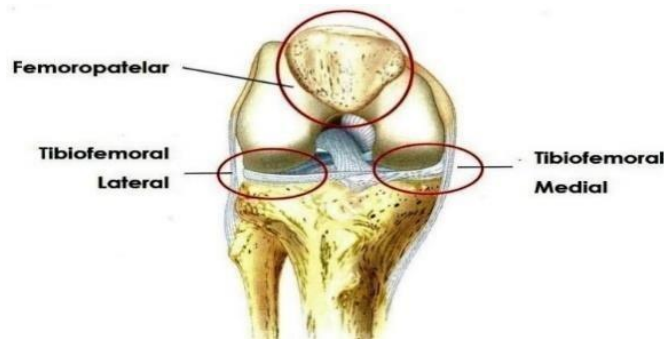


Figura 10. Articulación femorotibial lateral y medial.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yc5tdzc9>



Figura 11. Articulación femororrotuliana.

Fuente: <https://tinyurl.com/4dr4r968>

Ambos complejos articulares tienen biomecánica diferente, por lo cual, se desarrollará cada una por separado.

1.1.3.6 Biomecánica femorotibial. Es una articulación de tipo: bisagra o troclear, la cual realiza movimientos en el plano sagital de tipo extensión y flexión (Masouros, Bull y

Amis, 2010). Como se menciona anteriormente, la articulación femorotibial se compone del lado medial y lateral; el primero se encarga de brindar estabilidad a la misma y parte lateral de permitirle al segmento la movilidad (Dufour y Pillu, 2006). Los cóndilos femorales son convexos, pero en su extremo distal son casi planos, lo cual permite que el área esté preparada para soportar peso; por otro lado, en la zona proximal de la tibia, los platillos tibiales, son cóncavos (Panesso et al., 2008).

En dicha superficie se encuentran los meniscos, los cuales se encargan de: a) lubricar y reducir fricción entre los cartílagos; b) soportar o recibir a los cóndilos femorales y de minimizar la compresión que estos generan, ya que el peso puede llegar a ser el doble o triple y durante extensión máxima puede superar 9 veces el peso; c) permiten la estabilización de la articulación durante el movimiento, esto se logra gracias a estructuras ligamentosas que aunadas con los meniscos no permiten que afecte al movimiento, la incongruencia de las superficies cóncavas de la tibia y convexa del fémur (Neumann, 2007 y Panesso et al., 2008).



Figura 12. Ejemplificación de los meniscos medial y lateral.

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

Nordin (2013) menciona que estos cóndilos tibiales en su parte interna son cóncavos, siendo el medial unos pocos milímetros mayores que el cóndilo femoral y aumenta gracias al menisco interno; por otro lado, el cóndilo externo permite un desplazamiento hacia anterior y posterior por medio de un pivote realizado por el cóndilo femoral gracias a una depresión en

forma de curva que permite este movimiento.

Según Infante et al (2021) al ser una articulación de tipo bisagra, únicamente se permiten 2 movimientos, el de flexión y extensión, sin embargo, explica que durante la flexión los ejes de rotación varían, permitiendo 6 grados de movimiento como traslación anteroposterior y medio-lateral, cefalocaudal rotación en flexo-extensión, interna y externa e inclinación en varo y valgo.

Por cada grado que la articulación avanza, en la flexión se da una combinación entre rotación y desplazamiento hacia posterior ya que el contacto entre el fémur y la tibia se da hacia posterior; este movimiento es conocido como *roll back*, ahora bien, en la extensión se da una mayor estabilidad ya que la superficie de la meseta tibial es más grande que la lateral por lo que la tibia rota externamente en los últimos 15° de flexión hacia la extensión (Infante et al., 2021).



Figura 13. Movimientos femorotibiales.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/4d8be4pj>

Neumann (2007) explica que esta articulación posee solamente 2 grados de libertad, siendo la flexión y extensión la principal y, como Infante et al., (2021) igualmente menciona, durante una leve flexión de rodilla, hay una rotación tanto interna como externa en el plano horizontal.

Durante la flexión y extensión, se dan los movimientos anteriormente explicados de rodamiento y deslizamiento entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales; el movimiento de anterior hacia posterior del fémur es una combinación de dichos movimientos ya que de ser un rodamiento completo, los cóndilos se desplazarían hacia fuera de los platillos tibiales, es también que gracias al ligamento cruzado posterior, se evita un desplazamiento hacia anterior en cualquier ángulo de flexión, y el ligamento cruzado anterior evita un desplazamiento hacia posterior (Nordin, 2013).

Tabla 1.

Grados de movimiento por autor.

Movimientos	Grados de movimiento		
	Nordin, 2013	Infante, et al., 2021	Neumann, 2007
Extensión	3° de hiperextensión o -3° de flexión.	5° de hiperextensión.	5° a 10° de hiperextensión.
Flexión	155°	150°	130° a 140°
Rotación externa	18°	30°	Con rodilla flexionada a 90° llega de 40° hasta 50° de rotación.
Rotación interna	25°	6°	
Abducción	-	0°	6 a 7° en el plano frontal
Aducción	-	10°	

Elaboración propia con información de: Nordin, 2013; Infante, et al., 2021 y Neumann 2007.

1.1.3.7 Biomecánica patelofemoral. Esta articulación está compuesta por la superficie inferior de la rótula y anterior del cartílago del fémur en su parte distal, también se le dice surco troclear. La rótula es un hueso sesamoideo que tiene como función brindar protección a la rodilla y mejorar la mecánica extensora (López, et al., 2020).

Así también, se encarga de brindar la estabilidad biomecánica distribuyendo adecuadamente las cargas entre el tejido periarticular y las superficies articulares, además de funcionar como brazo de palanca del aparato extensor; así también, los músculos del

cuádriceps, ligamento patelofemoral, tendón patelar y retináculos colaboran a mantener dicha estabilidad. Sin embargo, esta articulación es poco congruente ya que solamente una zona de la patela tiene contacto con la tróclea (Infante et al., 2021; Muñoz, 2022 y López, et al., 2020).

Ahora bien, es necesario entender el movimiento de rodamiento y deslizamiento en este complejo articular, cuando el miembro inferior realiza una flexión y se encuentra en cadena cinemática cerrada, es decir, que el fémur es la parte móvil y la tibia la parte fija, hay un rodamiento hacia posterior y deslizamiento hacia anterior de los cóndilos femorales. Para sintetizar mejor la información, se describirá en la siguiente tabla los movimientos.

Tabla 2.

Rodamiento y deslizamiento de la rodilla.

Movimientos artrocinemáticos	
De 0-25° de flexión en cadena cinemática cerrada	Rodamiento posterior y deslizamiento anterior. Al comenzar la flexión y al finalizar se da un rodamiento puro
Extensión	Fémur sobre platillos tibiales; rodamiento de los cóndilos sobre la tibia hasta llegar a una posición neutral.

Elaboración propia con información de: Panesso, et al., 2008.

La rótula tiene mayor contacto entre la faceta lateral de la tróclea debido a que es la más larga y menos empinada, además del surco troclear lateral; en su lado medial de la faceta, solo tiene contacto con la patela durante la flexión profunda. (López, et al., 2020)

Para que se dé un buen desplazamiento de la rótula por el surco troclear debe existir un buen alineamiento en miembro inferior y depende fundamentalmente de la geometría ósea y de los estabilizadores tanto dinámicos como los estáticos (Muñoz, 2022).

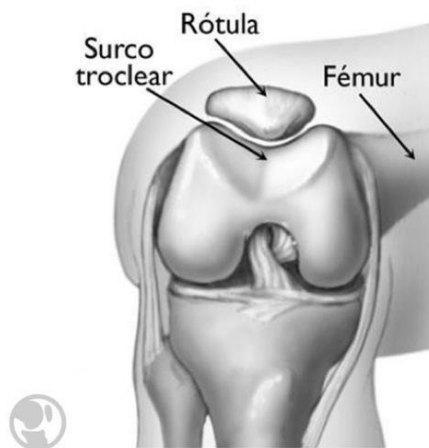


Figura 14. Surco troclear.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/bdhby5zu>

Infante et al (2021) menciona que durante la flexión de 90° hay mayor contacto entre la rótula y el surco troclear, así también, su deslizamiento inicia a partir de los 20° y 30° de flexión por el surco troclear; explica que a partir de los primeros 30° la estabilidad se da principalmente por los ligamentos ya que las estructuras óseas no la brindan, por otro lado, la profundidad troclear la pendiente lateral ayuda a estabilizar la patela entre los 30° y 100° de flexión (Besch, 2015).

1.1.3.8 Biomecánica del ligamento cruzado anterior. El ligamento cruzado anterior es el mayor estabilizador de la rodilla ya que restringe la traslación anteroposterior de la tibia, evitando la hiperextensión de la rodilla; además de permitir un correcto movimiento de deslizamiento y rodamiento. (Díaz, 2020; López, et al., 2020; Mediavilla, et al., 2017 y Panesso, et al., 2008).

Los fascículos que componen al LCA, se encargan de estabilizar mientras se encuentran con carga en varo, valgo o rotación, evitando un estiramiento que pueda llegar a deformar el tejido de forma permanente; estabiliza cuando se realiza una rotación con el pie fijo en el suelo, evitando la rotación interna excesiva del fémur sobre la tibia (Montaluisa y Bolívar, 2019).

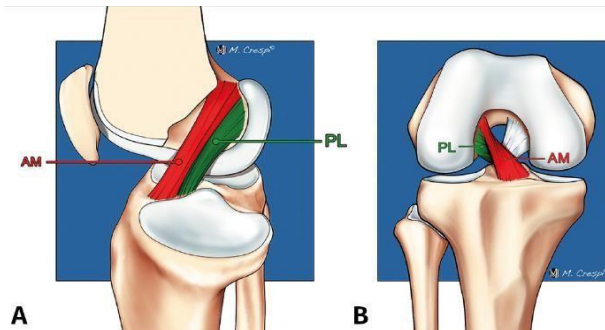


Figura 15. Haces del ligamento cruzado anterior.

Recuperado de: <https://tinyurl.com/yc5596je>

Durante la extensión el haz postero lateral tracciona mientras el haz postero medial se encuentra relajado, sin embargo, cuando se da la flexión de la rodilla los papeles se invierten; el haz AM gira sobre el PL progresivamente durante la flexión, siendo el AM el que mayor tensión recibe y mejor elasticidad tienen a comparación del haz PL. Sin embargo, el LCA funciona durante todo el movimiento de flexión y extensión (Díaz, 2020 y Mediavilla, et al., 2017).

Según Beaulieu, Ashton y Wojtys (2021) indican que el haz antero-medial resiste durante el movimiento de traslación anterior de la tibia, mientras que, el haz postero-lateral actúa generando resistencia cuando la tibia rota internamente.

Tabla 3.

Función del LCA durante la flexión de rodilla.

Movimiento	Carga-Planos	Grados	Resistencia
Desplazamiento de la tibia sobre el fémur	Sagital	Flexión de rodilla: 0 – 30°	70-87%
		Flexión de rodilla: 60 – 90°	62-85%
Rotación interna	Transversal	Rotación interna en flexión de rodilla: 0 – 30°	10-20%
Rotación externa	Frontal	Flexión de rodilla: 30°	10%

Elaboración propia con información de: Beaulieu et al., 2021

Al momento en que la articulación de la rodilla realiza una extensión completa, el encargado de soportar hasta un 75% de la carga es el ligamento cruzado anterior, durante los

30° y 90° de flexión de rodilla absorbe hasta un 85% (Hassebrock et al., 2020).

El tejido ligamentoso, tiene como principal función soportar cargas de tracción gracias al colágeno, así también su capacidad de elongación es gracias a la elastina debido a que le proporciona resistencia cuando la articulación es sometida a carga, contrario a cuando en rangos articulares normales, el ligamento no ofrece mayor resistencia (Soriano y Belloch, 2015).

El LCA al sobrepasarse del 20% de estiramiento de su longitud pierde sus propiedades plásticas y durante una elongación cíclica solo puede elongarse el 6% antes de rebasar los límites de deformación (Mediavilla, et al., 2017).

1.1.4 Mecanismo lesional. En un estudio realizado por Entrena et al (2018); Forsythe et al (2021) mencionan que entre los años de 1999 a 2019, un aproximado de 270 millones de personas en el mundo juegan fútbol, es por ello que el riesgo de la lesión para el ligamento cruzado anterior es alto.

Álvarez et al (2018) habla sobre el proceso de lesión que involucra tanto a la rodilla como a la posición del cuerpo en el momento de la desaceleración, a medida que esta se desacelera la cadera se flexiona gradualmente con una flexión de rodilla y pasa de la rotación externa y la abducción a una rotación interna. En los deportes hay dos movimientos comunes que si no se realizan de manera correcta puede llegar a producir la lesión: aterrizar sobre un pie de un salto o un cambio de dirección; en ambos movimientos se provoca una desaceleración repentina que cambia a una carga axial articular en respuesta a la fuerza de la reacción del piso.

Dichos autores, afirman que ante una situación de lesión la cadera se bloquea durante 100 milisegundos, se indica que este bloqueo se puede deber a una debilidad de los músculos abductores, una respuesta tardía de los músculos cuádriceps o isquiotibiales o bien un

deterioro del rango de movimiento de la cadera, debido a este bloqueo la cadera permanece en una posición sostenida o se extiende por la activación de los glúteos al momento del contacto con el suelo.

Esta posición determina que el cuerpo se estire en dirección posterior, limitando la flexión progresiva de la rodilla que por la falta de la activación de los músculos de la rodilla, queda en una mínima flexión que termina siendo estabilizada exclusivamente por los ligamentos; llegado a este punto la fuerza externa de reacción del suelo crea una carga axial y al llegar al platillo externo convexo de la tibia y aumentando la inclinación posterior provoca el colapso articular en valgo tensionando el ligamento colateral medial creando una compresión en el compartimiento lateral llevando a una luxación posterior del cóndilo lateral del fémur lo que provoca una rotación externa del fémur y rotación interna de la tibia.

Los estudios siguen que el valgo con la rotación interna es la combinación que más fuerza ejerce sobre el ligamento cruzado anterior y cuando esta se excede puede provocar la ruptura; se estima que este proceso puede ocurrir dentro de los primeros 30 a 50 milisegundos después del contacto con el suelo (Álvarez et al, 2018).

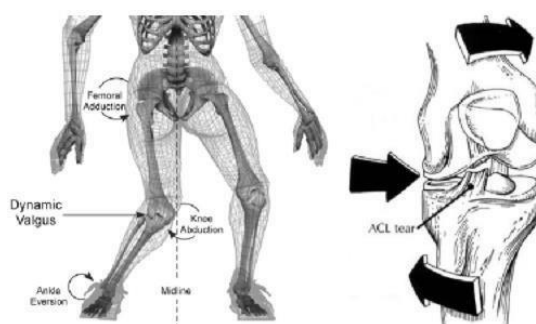


Figura 16. Demostración gráfica de valgo y rotación interna de rodilla.

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

1.1.4.1 Mecanismo lesional directo e indirecto. Dressendorfer y Callanen (2017)

indican que el mecanismo directo, se deben a una fuerza externa en la rodilla. Estos se pueden generar por un golpe en la meseta tibial de la tibia provocando un hematoma en el

cartílago articular tibiofemoral ocasionando una compresión en sentido axial que esto a su vez lleva no solo a una falla en el ligamento cruzado anterior sino también daño en estructuras cercanas como los meniscos, cartílagos e inclusive el hueso subcondral.

Dichos autores mencionan que el mecanismo indirecto es el que se da sin contacto alguno, durante cambios de dirección a alta velocidad, aterrizajes o saltos siendo este reportado con un 70% de incidencia para las lesiones del ligamento cruzado anterior y se generan durante la ejecución del gesto deportivo, en movimientos tales como: cizallamiento anterior y rotación tibial interna por parte de la tibia junto con una abducción de la rodilla, esto se debe a que al momento de aterrizar después de un salto disminuye o no se realiza la flexión propia de la rodilla, lo que lleva a que aumente la tensión en el ligamento cruzado anterior mientras se está en una posición dinámica de valgo.

1.1.4.2 Factores de riesgo. A continuación, se enlistarán aquellos factores que predisponen a una rotura de ligamento cruzado anterior de forma general.

Tabla 4.

Factores de riesgo

Factor	Cómo afecta
Externos	Sin importar la superficie del suelo el impacto que se genera al caminar, correr o saltar aumentan la fricción y la resistencia entre las estructuras aumentando el riesgo de provocar una lesión.
Neuromusculares	Haber presentado una lesión del LCA anteriormente provoca una disminución del control neuromuscular normal que genera el cuerpo que es el que se encarga de responder a diferentes estímulos sensoriales lo que lleva a que se presenten restricciones dinámicas.
Movimiento	El riesgo de sufrir una lesión puede aumentar cuando se realiza un movimiento que exceda los rangos normales anatómicos de la articulación de la rodilla.

Elaboración propia con información de: Mouth, 2020.

1.1.5 Epidemiología. Valderrama et al (2017) indican que en Estados Unidos se presentan lesiones de ligamento cruzado anterior aproximadamente entre 80,000 y 250,000 casos al año; y que 100,000 de esos casos requieren de una cirugía reconstructiva de dicha estructura. Los estudios realizados fueron en edades de 8 a 63 años de los cuales el 70,68% eran pacientes masculinos y el 29,32% pacientes femeninas; 14.05% eran atletas de alto rendimiento. En cuanto a la ruptura de LCA cerca del 35,82% de los casos fueron lesiones de rodilla en varo siendo las lesiones deportivas la causa principal.

Un estudio realizado por Forsythe et al., (2021) sobre la afectación en el retorno al juego después de una cirugía de ligamento cruzado anterior y su incidencia en jugadores masculinos de fútbol elite.

En dicho estudio se indican los tiempos para el regreso al juego después de una reconstrucción de LCA, una de las cinco ligas del fútbol elite de la Unión Europea de Asociaciones de Fútbol (UEFA) entre 1999 y 2019, incluyeron a 51 jugadores profesionales que sufrieron ruptura total del ligamento cruzado anterior, de los cuales se dividieron en áreas para dicho estudio según las siguientes características: edad, roles que desempeñaban y temporada de lesión/jugadas, haciendo una comparación con jugadores que aún no presentaban la lesión del ligamento cruzado anterior.

Se documentaron datos incluyendo la fecha de lesión, días y juegos perdidos, la fecha de regreso al juego y lesiones que haya presentado anteriormente, por último, se registraron datos que mostraban el rendimiento siendo el total de horas jugadas en cada partido/temporada, goles marcados y goles recibidos, rendimiento en los distintos momentos posteriores a la lesión y el grupo de control adaptado.

Como resultado, el rendimiento de los jugadores lesionados había disminuido considerablemente, además de que su presencia en tiempo y forma en cada temporada y

partidos también había disminuido, sin embargo, en la tercera temporada igualó o superó al equipo de control que no estaba lesionado, excluyendo a los jugadores delanteros, los cuales continuaban con bajo rendimiento.

1.1.6 Cuadro clínico. Las manifestaciones que presentan las personas que sufren una rotura del ligamento cruzado anterior es la sensación de un chasquido, a primera instancia se presenta derrame articular provocando hemorragia dentro de la articulación provocando inflamación y dolor; también suelen manifestar sensación de inestabilidad limitando la funcionalidad del arco de movimiento de la rodilla (Erquínigo, 2017).

Según Liu y Kelliher (2022) indican que, al momento de presentarse una lesión en el tejido, inicia un proceso denominado inflamación, en este proceso actúan células llamadas macrófagos, mastocitos y neutrófilos que serán los encargados de liberar mediadores inflamatorios los cuales son: Citocinas, bradicinina, histamina y prostaglandinas, este proceso conduce a la activación de los nociceptores.

Los nociceptores son los encargados de detectar los estímulos dolorosos, en el LCA son denominados como terminaciones nerviosas libres, se discurren hasta llegar a las fibras aferentes las cuales son: neuronas de primer orden, su ubicación se encuentra en los ganglios de la raíz dorsal, tienen una estrecha relación con las neuronas de segundo orden que se encuentran ubicadas en el asta dorsal de la médula espinal, posteriormente el dolor continúa por la vía trigeminotalámica hasta llegar a la corteza cerebral sensitiva.

Si el ligamento cruzado anterior sufre una lesión anatómicamente se crea una traslación en dirección hacia anterior del fémur con respecto a la tibia, esto lleva a que el complejo articular de la rodilla no se encuentre en alineación ocasionando una inestabilidad del miembro inferior (Rosales, 2018).

1.1.7 Diagnostico.

Tabla 5.

Estudios de imagen.

Estudios de imágenes	
Rayos X	La radiografía para la detección de la rotura del ligamento cruzado anterior muestra si hay o no presencia de avulsión en la inserción del mismo; en un estudio realizado se identificó que en vistas radiológicas anteroposteriores y posteroanteriores con flexión de rodilla a 45° más una carga sobre ella son utilizadas para detectar un pinzamiento en el espacio articular y alineamiento anatómico del varo de la rodilla.
Resonancia magnética nuclear	Es la principal opción que representa la integridad del ligamento cruzado anterior, en la T2 de la resonancia magnética se puede observar la presencia de edema y hemorragia dentro de dicha estructura, representando en imágenes de alta intensidad, lo que indicaría una rotura completa del ligamento.

Elaboración propia con información de: Lobos, 2019.

1.1.7.1 Pruebas diagnósticas. Permiten identificar inestabilidad anterior de la rodilla.

- a) **Prueba de Lachman:** Para la ejecución de la prueba el paciente se debe encontrar en posición de decúbito supino con la rodilla a 30 grados de flexión y rotación neutra, el evaluador con una mano debe crear un bloqueo en la parte distal del fémur, con la otra mano debe realizar un desplazamiento forzado hacia anterior de la tibia. Para que la prueba sea considerada positiva la traslación hacia anterior debe terminar en un tope blando (Hernández et al., 2022).



Figura 17. Prueba de Lachman.

Fuente: Insall, 2018.

b) **Prueba de cajón anterior:** Evalúa la integridad del ligamento cruzado anterior, para su ejecución se debe colocar al paciente en decúbito supino con flexión de rodilla a 90 grados, el evaluador debe estar situado a los pies del paciente estabilizando el miembro inferior, la ejecución consiste en realizar una traslación hacia anterior de la tibia. Para que la prueba sea considerada positiva debe existir un deslizamiento excesivo hacia anterior de la tibia sobre el fémur (Ortíz et al., 2021).

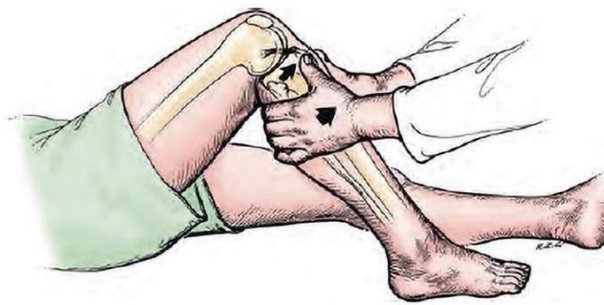


Figura 18. Prueba de cajón anterior.

Fuente: Insall, 2018.

1.1.8 Tratamiento conservador. El tratamiento conservador consiste en la inmovilización de la estructura durante la fase aguda sintomática, se utilizan férulas protectoras durante este periodo; después del periodo de inmovilización se incluye un programa rehabilitador con ejercicios de estiramiento, ejercicios para mejorar la potencia, resistencia y propiocepción de la extremidad inferior afectada, ejercicios que sean beneficiosos para la adaptación al gesto deportivo, teniendo una duración de 3 a 4 meses. Este tipo de tratamiento se aplica para roturas parciales del ligamento demostrando buenos resultados clínicos a corto plazo, pero algunos autores refieren que la rotura de los ligamentos, en su mayoría equivalen a roturas completas lo que hace que este tratamiento sea ineficiente a mediano o largo plazo (Cruz, 2020).

1.1.9 Tratamiento médico. Para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior se realiza

un proceso quirúrgico llamado artroscopia, consiste en realizar túneles de 9 milímetros de diámetro en la parte externa de la articulación; se realizan pequeñas incisiones por medio de los artroscopios en el hueso femoral y la tibia, con el fin de sustituir el ligamento dañado por un autoinjerto (Madera, 2002).

Los autoinjertos son tomados del propio paciente se han denominado como los más utilizados por proporcionar mayor conexión con el hueso y así mismo demostrando mejores resultados en canto a la estabilidad articular. Se toma de manera transversal de 8 milímetros de diámetro (Muñoz, 2022).

Tabla 6.

Tipos de ligamentoplastia y fijación.

Tipos de ligamentoplastia	
Técnica de doble incisión	Consiste en realizar un túnel doble en el hueso fémur y la tibia, se realiza de manera independiente y de afuera hacia adentro.
Técnica Monotúnel	Se realizan túneles en el plano frontal, se menciona que esta técnica está diseñada para prevenir la torsión del autoinjerto con la escotadura intercondílea y poder proteger el largo del túnel tibial.
Técnica de doble fascículo	Técnica que ayuda a mejorar la estabilidad durante el movimiento de rotación, se realiza mediante dos fascículos: anteromedial que se realiza sobre todo en la parte interna y proximal y posterolateral que es más hacia posterior y distal, para ello se deben realizar dos túneles en el fémur.
Fijación de la plastia	
Tornillos interferenciales	La función que realizan es fijar el injerto en el interior contra las paredes del túnel femoral, con una oposición aproximadamente entre los 310N y 659N.
Fijación transversal	Se realiza al final del túnel femoral donde se alojan los tendones, estos son los que realizarán la fijación transversal.
Fijación cortical	Realizan la fijación realizando un corte en el fémur o bien en el túnel realizado en la tibia mediante una endoscopia.
Fijación tibial	Esta técnica se puede realizar con la utilización de tornillos que se colocan dentro del túnel tibial que su resistencia debe generarse entre 350N y 1332N; otras opciones para realizar dicha fijación es utilizar tornillos corticales, arandela dentada o doble grapa.

Elaboración propia con información de: Ayala, et al., 2015.

1.1.10 Estabilidad dinámica. La estabilidad dinámica se define como la capacidad de mantener una postura estable durante las transiciones de los movimientos dinámicos (Hincapié et al., 2023).

Tabla 7.

Estabilizadores de la rodilla

Estabilizadores primarios	
Ligamentos	El ligamento cruzado anterior representa al 85% de estabilidad en la rodilla. Evita traslación anterior de la tibia respecto al fémur, un valgo excesivo durante rotación interna y externa.
Estabilizadores secundarios	
Músculos	Su función es movilizar y otorgar estabilidad a la articulación de rodilla. <ul style="list-style-type: none"> • Músculo cuádriceps (superficie anterior de la de la rodilla): Extensores de rodilla. • Músculos isquiotibiales (superficie posterior de la rodilla): Flexores y rotadores de rodilla.

Elaboración propia con información de: Abulhasan y Grey 2017.

La estabilidad dinámica de una articulación depende fundamentalmente de la propiocepción, pues es considerada como la fuente principal sensorial para que se dé un buen control neuromuscular a nivel articular (Almendáriz, 2017).

1.1.10.1 Definición de propiocepción. La propiocepción es considerada como una sensación profunda que permite tener conocimiento sobre la orientación en la que se encuentra el cuerpo durante una posición o movimiento determinado (Häfelinger y Schuba, 2010).

1.1.10.2 Fisiología de la propiocepción: Según Macalupu (2018) en la propiocepción es fundamental mencionar a estructuras del sistema nervioso periférico denominados mecanorreceptores, dichas estructuras son neuronas sensitivas que detectan los estímulos propioceptivos ante movimientos dinámicos o movimientos repetitivos.

Dichas estructuras se encuentran situados en los músculos y tendones denominados: huso neuromuscular y órgano tendinoso de Golgi, su función es detectar el proceso de contracción muscular y la posición en la que se encuentran las articulaciones.

Tabla 8.

Propioceptores de los músculos

Propioceptores del músculo	
Huso neuromuscular	Se encuentran ubicados en las fibras musculares, su función es detectar la longitud del músculo ante un movimiento.
Órgano tendinoso de Golgi	Se ubican en la unión tendinosa del músculo (tendón), se activa ante la tensión que se puede generar cuando el músculo se contrae.

Elaboración propia con información de: Duclos y Mesure 2017.

En su estudio, Banios et al (2022) describen a los propioceptores del ligamento cruzado anterior en la siguiente tabla.

Tabla 9.

Propioceptores del LCA

Propioceptores del ligamento cruzado anterior	
Órganos tendinosos de Golgi	Son los encargados de detectar los cambios de longitud del LCA durante los movimientos de flexión, extensión y rotaciones de la articulación.
Corpúsculos de Ruffini	Son los responsables de detectar la tensión a la que se somete el ligamento ante el estrés mecánico, de la misma manera a la deformación que se puede presentar durante los movimientos de flexo-extensión y rotaciones de rodilla.
Corpúsculos de Pacini	Su función es detectar y transmitir los estímulos sensoriales de la articulación cuando se encuentra en una posición fija o durante los movimientos dinámicos.

Elaboración propia con información de: Banios et al., 2022.

Violante y López (2023) indican que los axones de los receptores sensitivos del sistema nervioso periférico crean un tracto sensorial que da forma una vía sensitiva denominada vía

del lemnisco medial o cordón posterior; la información detectada por los propioceptores de los estabilizadores de la articulación llegan a la vía anteriormente mencionada para iniciar su recorrido en el ganglio dorsal situado en las astas posteriores de la médula espinal, secundario a ello, continúa su trayecto hasta llegar al bulbo raquídeo para realizar una comunicación directa con los núcleos gracilis y cuneatus, llegando a este punto, la información decusa al lado contrario, aunado a ello, la información se dirige al lemnisco medial, pasa por el tálamo para finalmente llegar a corteza parietal del área somatosensitiva terminando su recorrido en las áreas 1, 2 y 3 de Brodmann.

Sáez (2018) considera a la propiocepción como un sistema de información sensorial, por lo tanto, después de desarrollarse en el sistema nervioso central, se dará lugar al control neuromuscular convirtiéndose en información eferente o motora que llegará hasta la articulación; se activarán estabilizadores primarios y secundarios para lograr una estabilidad dinámica a nivel articular.

1.2 Antecedentes Específicos

1.2.1 Star Excursion Balance Test. Es una prueba específica para evaluar el control postural dinámico de miembros inferiores, además de que tiene estrecha relación con la fuerza, rango de movimiento y habilidades propioceptivas, así como habilidades de coordinación, equilibrio y flexibilidad. Su importancia radica en la fiabilidad para identificar una lesión, detectar déficits posteriores a una lesión, además de que puede ser utilizada como parte de entrenamiento y en la rehabilitación postoperatoria de una lesión (Coughlan, et al., 2012 y Filipa et al., 2010).

Para la realización del *Star Excursion Balance Test* es indispensable contar con los siguientes materiales: Cinta adhesiva, metro, papel, lapicero y una superficie estable y plana

(Granja y Morales, 2022).

Para realizar el test, se debe formar una estrella de 8 líneas con cinta adhesiva en el suelo, cada línea debe ser con las siguientes medidas: 120 centímetros de largo y 1,9 centímetros de ancho; el paciente debe colocarse al centro de la estrella en una sola pierna sosteniendo el peso, con la pierna contralateral llegar lo más lejos posible con la punta del pie en cada una de las líneas (Sáez, 2018).

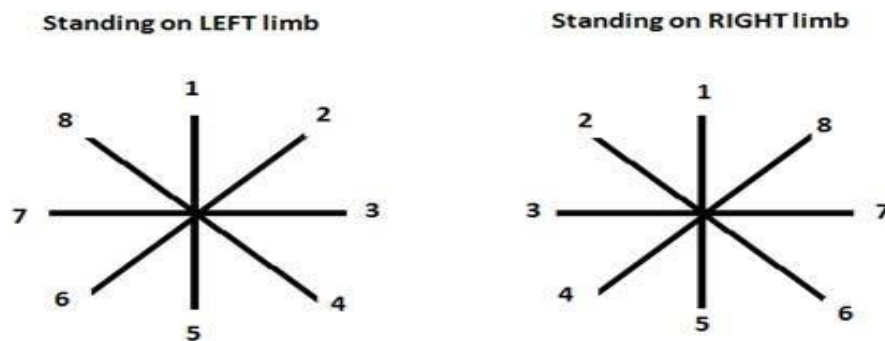


Figura 19. Star Excursion Balance Test

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2p8snz3h>

1.2.2 Ejecución de la prueba. Como anteriormente se menciona, el paciente debe colocarse en el centro de la prueba y debe mantener el equilibrio sosteniendo su peso con una sola pierna mientras que, con la pierna contralateral, específicamente con el dedo gordo del pie, realiza los ejercicios de alcance en todas las direcciones que marca la estrella (Rigidez et al., 2015).

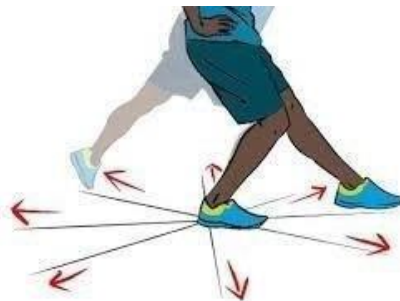


Figura 20. Ejemplificación de la ejecución del SEBT

Recuperado de: <https://tinyurl.com/2s48cde4>

Para llevarse a cabo la ejecución de la prueba se va guiando mediante instrucciones verbales hacia la dirección en la que debe guiar el movimiento de la pierna contralateral, las indicaciones corresponden a 8 direcciones las cuales son: Anterior (A), anteromedial (AM), anterolateral (AL), lateral (L), medial (M), posterior (P), posterolateral (PL) y posteromedial (PM). Luego se realizan marcas de la distancia alcanzada del pie en la línea con un marcador, posteriormente con una cinta métrica se realiza la toma del alcance máximo (Calori et al., 2018).

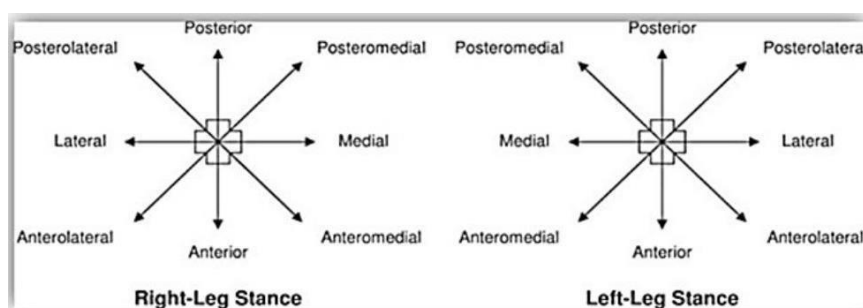


Figura 21. Direcciones de movimiento.

Fuente: Rosu y Cordún, 2022.

Al momento de realizar los alcances máximos con el pie de la pierna contralateral, la posición se debe mantener durante 1 segundo, luego de ello se regresa a la posición central manteniéndose de 10 a 15 segundos para volver a realizar un nuevo alcance en la siguiente dirección (Sáez, 2018).

1.2.2.1 Número de ensayos: En un estudio realizado por Munro y Herrington (2010) mencionan que el número total de ensayos para la realización de la prueba del Star Excursion Balance Test es de 7 a 12, debido a que los participantes lograban familiarizarse con la prueba y lograr una mayor estabilidad al momento de realizar un alcance a partir de la repetición 7 en adelante.

En un estudio, realizaron la prueba a 38 deportistas para determinar el número total de ensayos, a medida que los participantes realizaban los alcances, demostraron que se

produjo una mayor estabilidad durante el séptimo y noveno ensayo (Linek et al., 2017).

Después de los ensayos determinados para que el participante logre familiarizarse con la prueba, se debe de realizar 3 circuitos por cada pierna, en cada uno se deben registrar el movimiento realizado presentándose de la siguiente manera: Circuito 1 corresponde a distancia 1, circuito 2 corresponde a distancia 2 y circuito 3 corresponde a distancia 3, dichas distancias son las que ayudarán para obtener los resultados finales (Rosu y Cordún 2022).

Se deben tener en cuenta ciertos aspectos al momento de ejecutar la prueba, por lo que a continuación se enlistaran algunos elementos que se deben tener presente.

Tabla 10.

Aspectos sobre la ejecución y elaboración del SEBT.

Criterios importantes	Recomendaciones
Configuración de la prueba	Demostración previa a la prueba por parte del experimentador (o vídeo)
Posición de la mano	Las manos deben permanecer en las caderas.
Colocación del pie	Descalzo, o en calcetines, la cara más distal del dedo gordo o en 0, cruce de 3 líneas, durante todo el procedimiento.
Criterios de falla	<ul style="list-style-type: none">a) El sujeto se cae o pierde el equilibrio, el pie que alcanza toca el suelo.b) El sujeto cambia su peso en la extremidad de alcance cuando hace contacto con el suelo o hace contacto con el suelo varias veces o no alcanza la cinta métricac) El pie de la postura se mueve o se eleva el talón o cualquier parte del pie se levante del suelod) Las manos se retiran de las caderas.

Parámetro	a) Media de los 3 intentos para cada dirección y extremidad. b) Cálculo de la puntuación compuesta por la media de las 3 direcciones para puntuaciones normalizadas en porcentaje y las que no están normalizadas en centímetros. c) Análisis cualitativo del movimiento.
Normalización de la longitud de las extremidades	Las puntuaciones se expresan como un porcentaje de la longitud de la extremidad inferior evaluada, es decir, desde la espina iliaca anterosuperior hasta el maléolo medial preferiblemente o maléolo lateral.

Elaboración propia con información de: Picot et al., 2021.

1.2.3 Resultados de la prueba. Según Picot et al (2021) mencionan que, para lograr determinar los resultados se debe obtener la longitud de la extremidad inferior, para realizar dicha medición el participante debe de colocarse en decúbito supino, se toma como referencia la espina iliaca anterosuperior (EAI) donde se colocará el inicio de la cinta métrica, seguidamente se ubica el maléolo interno que será el punto de referencia final para obtener el resultado. Aunado a ello, se inicia sumando el total del alcance de las 8 direcciones, una vez se tenga el resultado se debe de dividir con el resultado de la longitud de la pierna para finalmente ser multiplicado por 100.

1.2.3.1 Ejemplo gráfico de la fórmula:

$$\text{Puntuación total} = \frac{A + AL + L + PL + P + PM + M + AM}{\text{Longitud de la pierna}} \times 100$$

Elaboración propia con información de: Rosu y Cordún 2022 y Picot et al., 2021.

Para determinar si existe un cambio relativo en los resultados, se utiliza el *Smallest Amount of Change* o sus siglas en inglés (SDC) que significa un cambio pequeño detectable, se utiliza en la práctica clínica para determinar una cantidad mínima de cambio en unas de las

direcciones anteriormente descritas, es decir, al existir una diferencia en los resultados entre los 3 circuitos, indicará un cambio en el equilibrio dinámico a medida que va realizando la prueba; sin embargo, dichos autores mencionan que se recomienda realizar más estudios sobre el tema (Picot et al., 2021).

El SEBT originalmente consta de una estrella de 8 puntas, sin embargo, los estudios han demostrado que es necesario simplificar el número de direcciones a evaluar ya que eran redundantes, por lo cual, se considera utilizar las direcciones hacia anterior, posteromedial y posterolateral, siendo el nuevo nombre de *Star Excursion Balances Test modified* y por sus siglas en inglés SEBT, de esta forma el tiempo se reduce y mejora el rendimiento de la prueba (Jagger, et al., 2020).

1.2.4 Indicaciones.

- Según Herrington, et al., (2009) indicado para detectar déficits de rendimiento relacionados a lesión de ligamento cruzado anterior.
- Según Andrade y Villena, (2006) evalúa el control postural dinámico.
- Según Picot et al., (2021) déficits funcionales durante la fase de retorno al deporte.

Capítulo II

Planteamiento del problema

Este capítulo plantea el problema de investigación a partir de datos específicos acerca del uso del *Star Excursion Balance Test* [SEBT] en autoinjerto de ligamento cruzado anterior, los niveles de incidencia y prevalencia a nivel mundial. Se justifica este trabajo con información relevante acerca de la magnitud, el impacto, la vulnerabilidad, el alcance y la factibilidad. Finaliza al indicar los objetivos que guían el proceso de indagación.

2.1 Planteamiento del problema

En el mundo, el fútbol es un deporte famoso entre todo tipo de personas, y, según una encuesta que realizó en el año 2006 la Federación Internacional de Fútbol Asociación [FIFA], en diciembre de ese mismo año, se estimó que 240 millones de jugadores eran representados en 300,000 clubs en 204 países del mundo (Maqueda-Aristi, 2021).

Este es un deporte que se caracteriza por ser de tipo: cooperación – oposición, el cual combina conducción del balón, carreras, pases, patear y muchos movimientos que se consideran explosivos (Camacaro, Colina y Zissu, 2021). Debido a estos movimientos explosivos y su carácter dinámico, este deporte puede ser considerado como lesivo (González-Fernández, 2020; García-Quiles y Aparicio-Sarmiento, 2021).

La mayoría de lesiones se originan durante el juego por contactos directos, sin embargo, hay lesiones que se generan al momento de hacer una recepción del balón con salto con la rodilla levemente flexionada y otras por los cambios repentinos de dirección en la carrera, estos cambios son uno de los factores de riesgo en una lesión de ligamento cruzado anterior ya que durante la carrera se pueden producir roturas debido a una desaceleración brusca con la articulación bloqueada o en extensión (González-Fernández, 2020; García-Quiles y Aparicio- Sarmiento, 2021).

Este tipo de lesiones entre jugadores de fútbol resulta problemático, ya que la rotura parcial o completa no le permite al jugador realizar sus actividades deportivas, también la constante preocupación de otra ruptura y de mantener el rendimiento que el jugador poseía antes de la lesión (Peredo et al., 2021; Guerrero y Mendes, 2020).

Según una publicación del equipo de Fútbol Club Barcelona (2020), menciona un estudio en el cual se hizo un análisis a 78 equipos europeos de tipo élite en 16 países durante 15 temporadas, en el cual se hizo un registro de tiempo de exposición a cada jugador durante el entrenamiento en clubes y selecciones realizado por parte del cuerpo técnico; se concluyó en dicho estudio que la frecuencia de la lesión del ligamento cruzado anterior [LCA] era de 0.4 por temporada y equipo, es decir que cada dos temporadas había una alta posibilidad de que un equipo sufriera una lesión de este tipo; además que era 20 veces más probable lesionarse durante un juego de tipo competitivo que durante un entrenamiento (Lago, 2020).

En cuanto al retorno al juego, el 7 o 9% de los jugadores que regresaron a los entrenamientos habituales, solamente ese porcentaje tuvo complicaciones antes del primer partido, así también, un 85.8% regresó a los partidos competitivos un año después de la lesión, pero solo el 65% compitieron al máximo 3 años después, siendo en cifras normales 60 de 93 jugadores (Lago, 2020).

Por otro lado, se debe conocer la importancia del ligamento cruzado anterior no solo en el ámbito del fútbol, si no en el complejo articular de la rodilla, su valor radica al ser el principal estabilizador de la rodilla ya que restringe la traslación que realiza la rodilla hacia anterior, evitando la hiperextensión de la misma, además de controlar la rotación tibial; sin este ligamento, la rodilla sería incapaz de aguantar el peso corporal o realizar cargas (Hernández et al., 2022, Entrena, Rincón y Rosas, 2018).

Es debido a su función estabilizadora dentro del complejo articular de la rodilla que es una de las lesiones que, además de ser una de las más comunes dentro del fútbol, requieren un proceso de recuperación más largo después de una cirugía además del riesgo de reincidir, a una rotura. El impacto de una lesión de esa magnitud se refleja no solo en la recuperación, sino también en el retorno al juego (Forsythe et al., 2021).

Según un estudio donde se analizó el rendimiento de jugadores de fútbol profesional de élite de la Unión Europea de Asociaciones de Fútbol [UEFA] después de una reconstrucción del LCA por una ruptura completa entre el año 1999 y 2019, donde se comparó durante 4 años después de la lesión y 1 temporada antes de la misma, con dos grupos controles, uno anteriormente lesionado y uno ileso; los resultados mostraron que 41 jugadores retornaron a sus actividades después de la lesión, siendo el 80%, sin embargo, el 12% experimentó una rotura ipsilateral o contralateral, siendo 6 jugadores los afectados (Forsythe et al., 2021).

El impacto de esta lesión se vio reflejado en cada partido ya que los jugadores lesionados estuvieron presentes en menos partidos y por menos tiempo cada temporada, además que el rendimiento no era el mismo que antes de la lesión en la segunda temporada, no obstante, en la tercera temporada igualó o superó al equipo de control que no estaba lesionado, excluyendo a los jugadores defensores, los cuales continuaban con bajo rendimiento (Forsythe

et al., 2021).

Lo anteriormente descrito, son algunas consecuencias de la lesión de LCA, pero hay que tener en cuenta el impacto a nivel propioceptivo, ya que al ser un órgano sensorial el cual tiene como objetivo proporcionar información propioceptiva al sistema nervioso central y de iniciar tanto reflejos protectores como musculares, con el fin de generar así la estabilización (Ma et al., 2021).

Además, al verse sometidos a un procedimiento quirúrgico, como la reconstrucción del mismo, puede afectar la propiocepción, la cual predispone al jugador a una inestabilidad articular, reflejos posturales anormales o en el peor de los casos a una enfermedad degenerativa. Es de vital importancia evaluar la estabilidad y propiocepción postoperatoria e implementar ejercicios que la mejoren y así promover la pronta recuperación del mecanismo de retroalimentación que se encarga de regular los reflejos protectores y prevenir así, otra lesión en la misma zona (Ma et al., 2020; Rosu y Cordun, 2022).

Es por ello, que el *Star Excursion Balance Test* es una prueba que ayuda a evaluar el entrenamiento propioceptivo y la estabilidad dinámica, requiere que el paciente tenga resistencia, extensibilidad y control neuromuscular, ha demostrado ser eficaz para valorar la inestabilidad de la rodilla promoviendo la adaptación de la rehabilitación dentro del ámbito deportivo (Ma et al. 2021; Rosu y Cordun, 2022).

En base a todo lo anteriormente descrito que nos hace plantearnos la siguiente pregunta, ¿Cuáles son los beneficios del uso de la evaluación mediante el *Star Excursion Balance Test* en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior?

2.2 Justificación

Se realizó un análisis descriptivo durante 3 temporadas consecutivas (2016-2017, 2017- 2018 y 2018-2019) a 93 personas siendo 84 hombres y 9 mujeres en España Cantabria, el estudio incluía aspectos como sexo, edad, si fue durante la práctica deportiva o en entrenamiento, posición, y además si realizaba trabajo preventivo o no, como también el tipo de lesión sufrida (Peredo et al., 2021).

Tras aplicar el análisis la muestra fue de 78 jugadores, de los cuales 69 eran hombres entre 19 y 40 años y 9 mujeres entre 19 y 48 años. La lesión más registrada fue la de ligamento cruzado anterior, presentando en el caso de los hombres un total de 42 lesiones, y en el caso de las mujeres un total de 8 casos. El porcentaje restante además de presentar lesión de ligamento cruzado anterior, presentaba alteración de otras estructuras asociadas a este (Peredo et al., 2021).

En una lesión de ligamento cruzado anterior en primera instancia se observará inflamación articular y dolor intenso, que imposibilita a la persona a detener sus actividades de la vida diaria (Mouth, 2020). Esto repercute en el estilo de vida de las personas, provocando una vida sedentaria, limitada e inestable. La lesión perjudica la articulación de la rodilla a un largo plazo si no se somete a un procedimiento quirúrgico debido al desplazamiento que la tibia tiene con respecto al fémur, lo que provoca inestabilidad que con el paso del tiempo puede generar la rigidez articular (Córdova, 2021).

Para una rotura parcial de ligamento cruzado anterior el tratamiento conservador clásico si está correctamente indicado porque ha demostrado buenos resultados reduciendo la actividad física previa al retorno deportivo, incluye un periodo de inmovilización en la fase de síntomas agudos, ejercicios de estiramiento, ejercicios de fortalecimiento de las extremidades inferiores, ejercicios de propiocepción, resistencia cardiovascular y ejercicios de adaptación

(Cruz et al., 2020).

Para ello es necesario aplicar controles periódicos para evaluar el resultado de la rehabilitación y complicaciones como también el tiempo de reintegración a la actividad deportiva que suele ser de al menos 3 meses, sin embargo, otros autores describen que estas roturas equivalen a roturas completas y que el tratamiento conservador produce malos resultados a mediano o largo plazo (Cruz et al., 2020).

El *Star Excursion Balance Test* consiste en realizar una serie de ejercicios propioceptivos estáticos para medir el equilibrio dinámico y estimular el mantenimiento de la estabilidad de la rodilla. La prueba consiste en realizar una estrella con 8 direcciones siendo: anterior, antero medial, medial, posteromedial, posterior, posterolateral, lateral y anterolateral (Jagger, et al., 2020).

El paciente debe mantener el equilibrio sin zapatos y con las manos en la cadera, debe permanecer en una sola pierna en el punto central y con el otro pie debe alcanzar el punto más lejos de cada línea para posteriormente devolverse al punto central y continuar con la siguiente dirección, el examinador irá anotando las medidas en centímetros dadas en cada línea, la ejecución de la misma consiste en que el paciente realice 3 circuitos completos de las 8 líneas con cada pierna. Finalizados los circuitos se determina el puntaje (Rosu y Cordún, 2022).

El test es especialmente utilizado en lesiones de ligamento cruzado anterior por su capacidad de detectar deficiencias en el control de la postura de las extremidades inferiores ayudando en los programas de rehabilitación en el ámbito deportivo (Smale, 2017).

En diferentes estudios realizados han demostrado que evalúan el SEBT a los 6 o 12 meses después de una cirugía de ligamento cruzado anterior; se ha demostrado que dichas lesiones después de ser sometidas a procedimientos quirúrgicos tendrán consecuencias para el rendimiento deportivo, en la investigación realizada de estos estudios recalcan que es

mejor realizar esta prueba desde los inicios para mejorar el equilibrio dinámico antes de realizar cualquier otra técnica dinámica (Smale, 2017).

La prueba es un instrumento de evaluación que permite llevar un control sobre el progreso del control postural dinámico en deportistas, ayudando a que puedan mejorar su calidad de movimiento tomando en cuenta las habilidades propias del cuerpo como la fuerza, control neuromuscular, la flexibilidad de los tejidos, el rango de movimiento articular, la estabilidad, el equilibrio y propiocepción para tener un mejor retorno a las actividades deportivas (Smale, 2017).

En el fútbol, estas lesiones se originan a partir de los cambios repentinos que ocurren en la carrera, sobre todo en aquellas desaceleraciones bruscas con la rodilla en extensión o bloqueada son altamente lesivos y pueden conducir a una ruptura. El ligamento cruzado anterior, al ser el principal estabilizador dinámico de la rodilla es el que se ve altamente en riesgo en este tipo de gesto deportivo, además de que al lesionarse es el que requiere un proceso de recuperación más largo y mayor riesgo de reincidencia (González-Fernández, 2020).

Es por lo anteriormente descrito, que dentro de las fases de rehabilitación es importante trabajar la propiocepción, ya que este tipo de lesiones afecta el normal funcionamiento de la misma, generando así una inestabilidad funcional de la articulación, por esa misma razón, el uso del *Star Excursion Balance Test* y todo lo que engloba es altamente factible para una pronta recuperación y retorno al deporte (González-Fernández, 2020; García-Quiles y Aparicio-Sarmiento, 2021; Hernández et al, 2022; Entrena, Rincón y Rosas, 2018; Faggal et al., 2019; Hajouj et al., 2021 y Huerta, Casanova, Barahona-Fuentes, 2019).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general.

Identificar los beneficios del uso de la evaluación mediante el *Star Excursion Balance Test* en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años con autoinjerto de ligamento cruzado anterior para el seguimiento de la estabilidad en la articulación de rodilla a través de una revisión bibliográfica.

2.3.2 Objetivos específicos.

- ❖ Identificar el proceso de ligamentización en la rehabilitación de un autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años para identificar la fase idónea de la evaluación mediante el *Star Excursion Balance Test*.
- ❖ Describir la progresión adecuada del *Star Excursion Balance Test* para la evaluación postoperatoria de autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años.
- ❖ Exponer los beneficios de una evaluación mediante el *Star Excursion Balance Test* en el proceso postoperatorio de autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años.

Capítulo III

Marco Metodológico

Este capítulo desarrolla la metodología empleada durante el proceso de investigación y se describen los materiales y métodos utilizados al desglosar el enfoque adoptado, el tipo de estudio, el método, el diseño de investigación, así como los criterios de selección.

Del mismo modo se presentan las variables que guiaron la búsqueda de información. Se definen tanto la variable independiente como la dependiente y operacionalizándolas.

3.1 Materiales

En la presente investigación se utiliza una técnica de tipo documental. A continuación, se presenta una tabla con los buscadores y una gráfica con las fuentes consultadas.

Tabla 11.

Palabras clave y bases de datos utilizados.

Buscador	Definición	Institución encargada
Google Académico	Corchuelo, (2020) lo describe como: “Servicio de Google especializado en la búsqueda de contenido bibliográfico, académico y científico”.	Google LLC, se rige a políticas de Google de acuerdo a los derechos de autor.
Research Gate	Según Moya, (2015) lo define como “una red social científica para científicos e investigadores cuya misión es conectar a investigadores y facilitarles compartir y	Se basa a los derechos de autor y las leyes alemanas de la Unión Europea.

Buscador	Definición	Institución encargada
	acceder a sus publicaciones, conocimientos y experiencia”.	
Elsevier	Según Velterop, (2015) describe a esta editorial como una de las más grandes y con mayor acceso a descubrimientos científicos, además de contar con publicación de revistas científicas.	Se basa a las normas de derecho de autor.
PubMed	Gómez y Estrada-Lorenzo, (2010) lo definen como: “Es una base de datos de acceso libre y especializada en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas.”	MEDLINE
Scielo	Según Canales, Medín, Villegas y Peña en (2009) Mencionan que es una plataforma que contiene información publicada en base a datos bibliográficos, permitiendo el acceso a diversos artículos científicos en diferentes idiomas.	BIREME (Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud), OPS (Organización Panamericana de la Salud), OMS (Organización Mundial de la Salud).

Elaboración propia con información de: Corchuelo, 2020; Moya, 2015; Velterop, 2015; Gómez y Estrada-Lorenzo, 2010 y Canales, Medín y Peña, 2009.

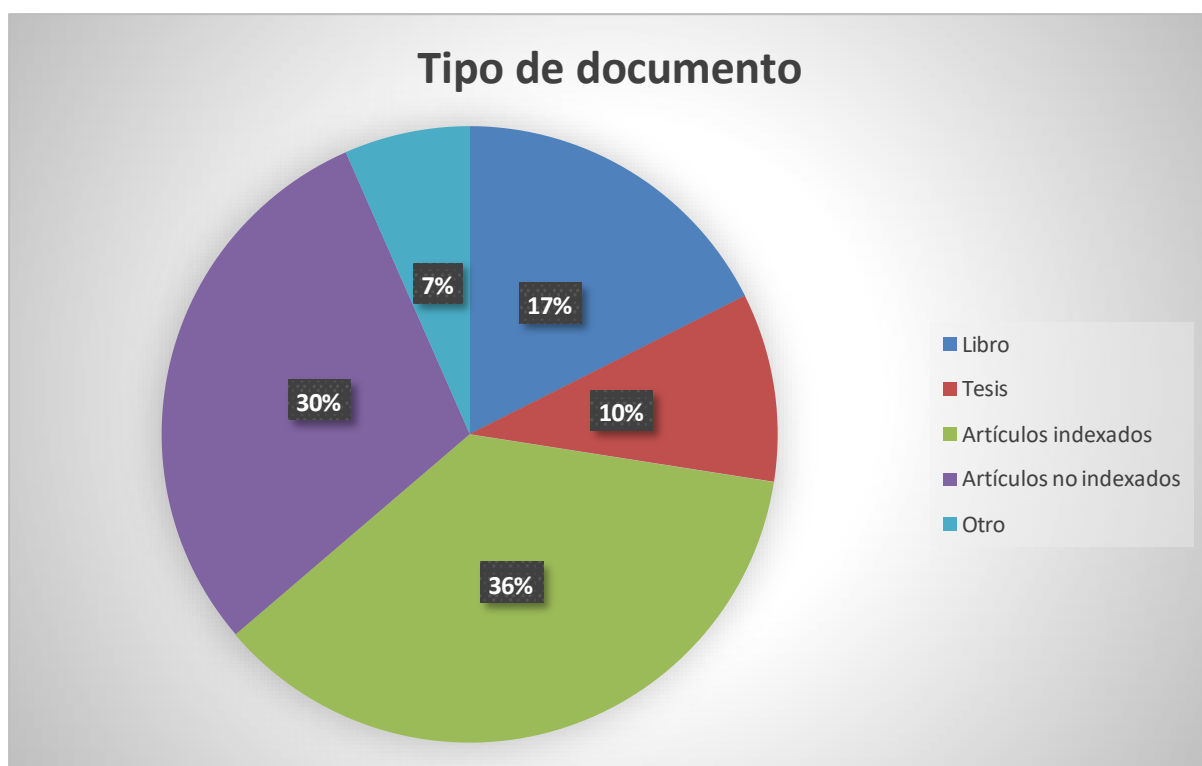


Figura 22. Distribución de la información según los tipos de documentos consultados.

Elaboración propia.

En la presente gráfica, se muestran de color azul, el número de motores de búsqueda utilizados durante la investigación.

Para dar cumplimiento a los objetivos de este estudio se revisaron la base de datos de Google académico, PubMed, Elsevier, ResearchGate y Scielo que se muestra en la tabla anterior, bajo las palabras claves: lesión, ligamento cruzado anterior, futbolistas, *Star Excursion Balance Test*. Como resultado de la búsqueda se encontraron un total de 60 artículos científicos, 6 tomados de páginas web, 16 libros y 9 tesis, para hacer un total de 91. Dentro de la base de datos que se utilizaron se puede apreciar que de Google académico se tomaron 58 artículos, PubMed 25 artículos, Research Gate 2 artículos, Elsevier 4 artículos y Scielo 2 artículos.

3.2 Métodos

3.2.1 Enfoque de la investigación. La presente investigación corresponde a un enfoque cualitativo, según Espinosa (2020) el tema investigado requiere de una base científica para realizar un análisis del contenido, el enfoque cualitativo es un proceso investigativo en el que se sustenta el tema teórico, el investigador hace énfasis en cada investigación ya que estas pueden tener una explicación diferente con un enfoque subjetivo, por ello se debe enfocar en la fiabilidad de los instrumentos utilizados para que dicha información pueda ser apropiada y que los resultados puedan ser válidos y fiables.

En esta investigación es cualitativa, porque se lleva a cabo realizando una búsqueda de fuentes bibliográficas que proporcionan la recolección de datos para realizar un análisis de los resultados obtenidos respecto a los protocolos establecidos del entrenamiento propioceptivo.

3.2.2 Tipo de estudio. Esta investigación es de tipo descriptiva, la cual, según (Hernández et.al., 2018) afirman que en este tipo de estudio se pretenden describir las características de

los elementos del tema de investigación describiendo las características del mismo estableciendo diferentes hipótesis.

En el trabajo se presentan los diferentes conceptos para dar a conocer la importancia de los diferentes protocolos del entrenamiento propioceptivo en la rehabilitación postoperatoria del ligamento cruzado anterior, con la finalidad de describir y analizar cada uno de ellos y la importancia que tienen para la intervención fisioterapéutica.

3.2.3 Método de estudio. El método de esta investigación corresponde a inductivo-deductivo, según Abreu (2014) menciona que el método inductivo se emplea mediante un razonamiento que va de lo particular a lo general, esto quiere decir que parte de examinar casos generales o comunes para desarrollar conclusiones o teorías lógicas. El método deductivo lo describe como un enfoque del cual parte de una teoría o realidad general para poder generar hipótesis o conclusiones lógicas y así lograr que los objetos de estudiados de dicha investigación se establezcan como un hecho determinado.

Es por ello que esta investigación utiliza este método, porque se lleva a cabo realizando una búsqueda de fuentes bibliográficas que proporcionan los conocimientos básicos de anatomía y el uso del SEBT para analizar cada uno de ellos y sintetizar su estrecha relación ya dentro del objetivo de la investigación.

3.2.4 Diseño de la investigación. La presente investigación se realizó en base a un diseño no experimental, en el cual no se tiene una relación directa con las variables estudiadas, solamente su análisis, descripción y comprensión en la relación entre ambas variables (dependiente e independiente); ya que el diseño no experimental se subdivide, se eligió un tipo de diseño transversal descriptivo donde se realiza la investigación en un tiempo único y se miden las variables en un solo momento (Hernández et al., 2018; Landero y González 2014).

Esta investigación es de tipo transversal ya que fue realizada durante enero a mayo del año 2023.

3.2.5 Criterios de selección. Con el fin de recolectar información relacionada al tema y obtener buenos resultados, se aplicaron criterio de inclusión y exclusión para la selección de fuentes de información, las cuales sirvieron como referencia para la presente investigación.

Tabla 12.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
• Artículos o libros sobre el <i>Star Excursion Balance Test</i> .	• Fuentes que no contengan información sobre el uso del <i>Star Excursion Balance Test</i> en futbolistas masculinos.
• Artículos o libros con descripción anatómica del complejo articular.	• Fuentes que no contengan información sobre lesión del ligamento cruzado anterior.
• Artículos o libros sobre mecanismo lesional de ligamento cruzado anterior en futbolistas.	• Fuentes que no contengan información sobre postoperatorio de ligamento cruzado anterior.
• Artículos o libros sobre la estabilidad dinámica en deportistas postoperatorios de ligamento cruzado anterior.	• Estudios sobre futbolistas masculinos que sobrepasen los rangos de edad.
• Artículos o libros que mencionen sobre los factores de riesgo de una lesión de ligamento cruzado anterior.	• Fuentes que no contengan información sobre la aplicación del <i>Star Excursion Balance Test</i> en rodilla.
• Artículos o libros con información de lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas a nivel mundial.	• Fuentes que no contengan autor.
• Artículos o libros sobre la aplicación del <i>Star Excursion Balance Test</i> para una evaluación postoperatoria de autoinjerto de ligamento cruzado	• Fuentes que no tengan año.

Elaboración propia.

3.3 Variables

Según Baena et al., (2017, p. 93 y 94), se define la variable como: “Una característica o propiedad que puede variar entre individuos o conjuntos” además de que mencionan que

también son herramientas que se utilizan para el análisis de categorías, la cual define como los conceptos.

3.3.1 Variable independiente. Es la causa del tema de investigación, puede ser una característica o propiedad, la cual no se puede controlar (Baena, 2017).

3.3.2 Variable dependiente. Es aquella que depende o está sujeta a la variable independiente, es decir que tiene relación con los cambios que la variable pueda tener (Baena, 2017).

3.3.3 Operacionalización de variables. Según Gonzáles, (2021) la operacionalización de las variables se define como: “Conjunto de técnicas y métodos que permiten medir la variable en una investigación, es un proceso de separación y análisis de la variable y sus componentes que permiten medirla”. A continuación, se definirán las variables utilizadas en la investigación presente.

Tabla 13.

Operacionalización de variables.

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Fuente
Independiente	<i>Star Excursion Balance Test</i>	Es un instrumento que se utiliza para evaluar el equilibrio dinámico de las extremidades inferiores.	Esta prueba requiere de ciertas capacidades físicas como: resistencia, flexibilidad, equilibrio, entre otras. Es por ello que utilizarlo para llevar un seguimiento en la recuperación de un postoperatorio de ligamento cruzado anterior, nos permite evaluar estas capacidades y medir el progreso del paciente.	(Rosu y Cordun, 2022)

Dependiente	Postoperatorio con autoinjerto de ligamento cruzado anterior.	Procedimiento quirúrgico que se realiza por la ruptura del ligamento cruzado anterior, siendo un reemplazo del tejido proveniente del mismo cuerpo.	Después de un procedimiento quirúrgico la propiocepción se ve alterada ya que, en tejidos como ligamento, existen receptores, en este caso, propioceptores que se encargan de enviar información al sistema nervioso y realizar ajustes, por lo tanto, cuando se daña el tejido y se reemplaza se ve alterada, es por ello que con el entrenamiento propioceptivo esto puede mejorar.	(Ma et al., 2020; González-Fernández, 2020)
--------------------	---	---	---	---

Elaboración propia con información de: Rosu y Cordun, 2022; Ma et al., 2020 y González-Fernández, 2020.

Capítulo IV

Resultados

Este último capítulo consigna los resultados obtenidos mediante el proceso de investigación. Se presentan trabajos experimentales que sustentan los objetivos planteados. Del mismo modo, se realiza una discusión de esos resultados con la finalidad de señalar la conclusión y las perspectivas posibles que este trabajo podría seguir.

4.1 Resultados

- ❖ Proceso de ligamentización en la rehabilitación de un autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años para identificar la fase idónea de la evaluación mediante el *Star Excursion Balance Test*.

Janssen y Scheffler (2013) Realizaron una revisión sistemática en su artículo *Intra-articular remodelling of hamstring tendón grafts after anterior cruciate ligament reconstruction*, en este realizaron una búsqueda de artículos científicos a través de la base de datos Medline, sobre el proceso de ligamentización en una reconstrucción de LCA con autoinjerto de tendón, por lo que se seleccionaron publicaciones entre los años de 1982 al año 2012.

Los autores explican que, para llevar un seguimiento de este proceso, se realizó a través de una biopsia y estudio a nivel histológico del tejido injertado y se demostraron 3

etapas.

Janssen y Scheffler (2013) indican que dicho proceso inicia con una fase temprana o también llamada curación temprana, ocurre desde el momento de la reconstrucción hasta la cuarta semana, en este tiempo existe hipocelularidad en el centro del autoinjerto como también un proceso necrótico, por otro lado, las fibrillas del colágeno comienzan a separarse y a orientarse levemente en la tercera semana.

En la fase inicial, mencionan que la estructura en la que se encuentra el colágeno es de manera rizada por lo que las características mecánicas de la estructura injertada son escasas, además que la fijación del tejido en el área es completamente débil.

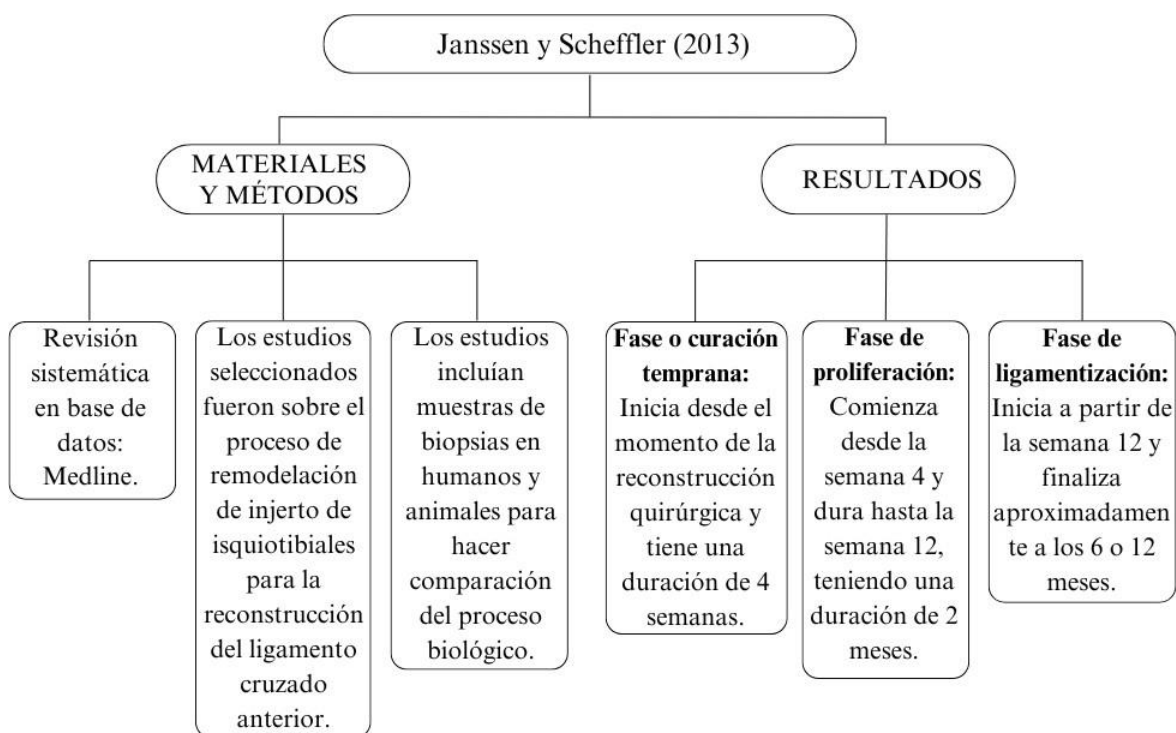
Seguidamente Janssen y Scheffler (2013) analizaron un estudio sistemático donde se realizó una biopsia humana, tomaron a 67 personas que pasaron por un proceso de reconstrucción de ligamento cruzado anterior para lograr determinar la segunda fase del proceso de curación llamada fase de proliferación, inicia desde la cuarta semana y finaliza hasta la doceava semana, teniendo una duración de dos meses. Explican que se lleva a cabo un aumento de la vascularización y añaden que se dan mayores cambios en la matriz extracelular ya que se observa un incremento de la actividad celular; debido a la necrosis que presenta el tejido, se estimula la llamada de factores de crecimiento, como también un incremento de los fibroblastos.

Las propiedades mecánicas en este proceso se consideran bajas debido al rizado de la estructura del colágeno, la revascularización y la adhesión celular, es por ello que, en esta fase se puede iniciar a implementar carga en el tejido para incentivar a los componentes celulares y extracelulares y así lograr una mejor estabilidad en la estructura injertada, no obstante, los autores mencionan que no se debe poner en riesgo el injerto porque podría

repercutir en el proceso de curación llevándolo así a un estiramiento temprano.

Janssen y Scheffler (2013) explican la última fase llamada ligamentización, inicia desde la doceava semana hasta los seis o doce meses posteriores a la reconstrucción, aun así, afirman que después de un año todavía se siguen observando cambios en la estructura. En esta fase los autores indican que los vasos sanguíneos ya se encuentran ordenados en todo el injerto, por lo que se considera que la vascularización llega a sus valores normales; las fibras de colágeno logran distribuirse y organizarse de manera que se logra observar una similitud con un LCA intacto. Por último, señalan que durante esta fase las propiedades mecánicas de dicha estructura muestran una mejoría progresiva alcanzando sus niveles máximos aproximadamente a los 12 meses.

Nota. Mapa general del artículo Janssen y Scheffler (2013) *Intra- articular remodelling of hamstring tendón grafts after anterior cruciate ligament reconstruction.*



Elaboración propia con información de: Janssen y Scheffler 2013.

Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) Realizaron una revisión sistemática en su artículo *Ligamentization in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of the literature and a glimpse into the future*, en este realizaron una búsqueda en PubMed-Medline, Embase y The Cochrane Library, artículos que hablaran sobre el proceso de ligamentización de autoinjerto de LCA; fueron un total de 906 artículos, quedando 383 eliminando los artículos duplicados, finalmente consideraron solamente 17 artículos relevantes obteniendo un total de 79 muestras de biopsia de autoinjertos en humanos con un rango de edad de 18 a 54 años.

Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) en su estudio describen la primer fase denominada fase temprana, explican que, se desarrolla en las primeras 6 y 8 semanas, existe presencia de fibroblastos en la parte central del injerto, no se identificó muerte celular y la distribución de los vasos sanguíneos solo estaba presente en la periferia del injerto y es por ello que la vascularización es considerada escasa; en cuanto a la distribución de las fibras de colágeno en esta fase mencionan que ya existe un patrón pero sin una orientación rizada.

Seguida de una fase proliferativa, remodelación o revascularización, Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) explican que se da un incremento de la densidad celular lo que marca el final de la curación temprana, determinando que la segunda fase de ligamentización da inicio después de las primeras 8 semanas y finaliza a las 24 semanas, teniendo una duración de 16 semanas aproximadamente.

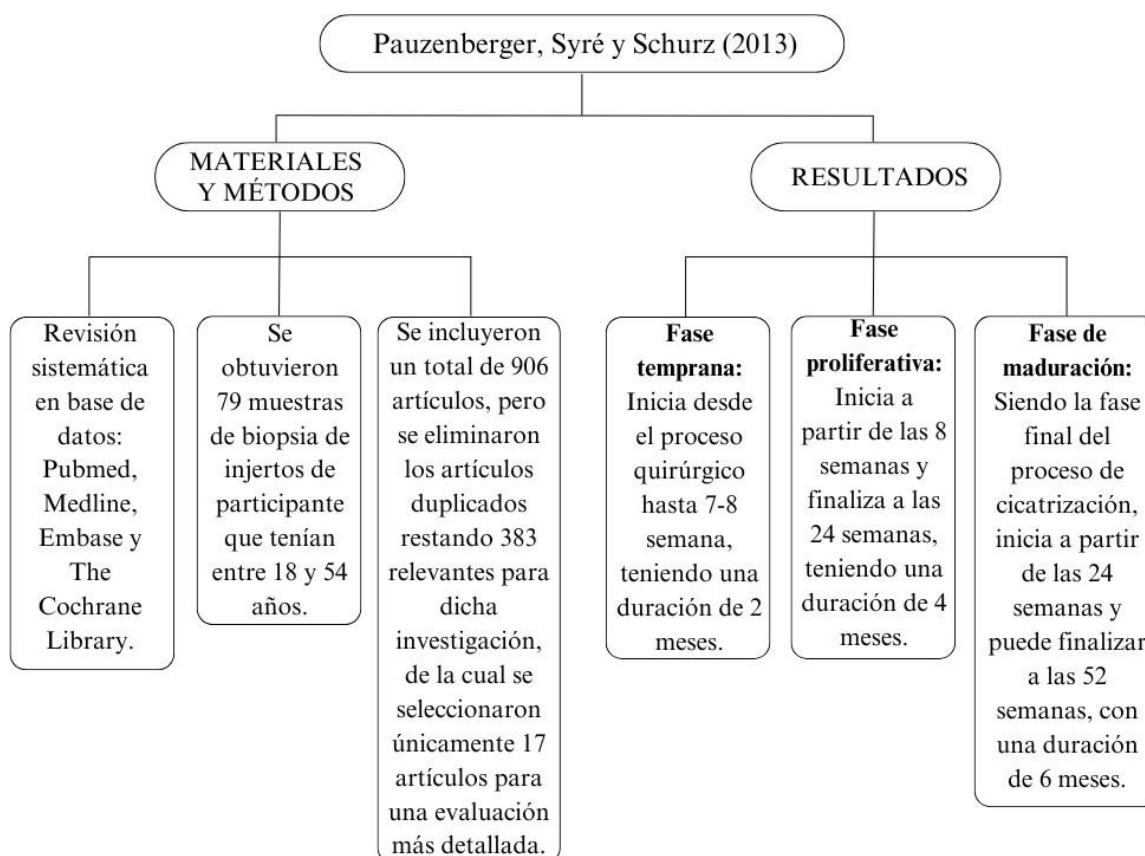
Los autores indican que, se da un incremento de la densidad celular, la vascularización aumenta de manera continua y los fibroblastos ya se presentan en forma de bastón; en cuanto a las fibras de colágeno, estas se encuentran en la porción central del injerto presentando una orientación rizada homogénea.

Aunado a ello, se presenta el último proceso fisiológico denominado fase de

maduración o ligamentización, los autores Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) la describen como la fase final del proceso de curación, iniciado a partir de las 24 semanas y puede finalizar alrededor de 52 semanas, teniendo una duración de 28 semanas aproximadamente. En esta fase, las células se encontraban correctamente orientadas en la matriz del colágeno ya maduro y similar al del LCA original.

En su estudio, dichos autores manifiestan que a partir de los 2 a 4 meses ya se permiten actividades de tipo pasivas y activas, cargas de peso según la tolerancia del paciente y ejercicios de flexo-extensión.

Nota. Mapa general del artículo Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) *Ligamentization in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of the literature and a glimpse into the future.*



Elaboración propia con información de: Pauzenberger, Syré y Schurz 2013.

Groningen et al., (2020) Realizaron una revisión sistemática de su artículo *Assessment of graft maturity after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts: A systematic review of biopsy and magnetic resonance imaging studies*, en el mismo realizaron una búsqueda de artículos científicos en Medline, Google Scholar, Web of Science, Scopus, Cinahl EBSCOhost, entre otras bases de datos; los estudios que recopilaban fueron sobre el proceso de curación de autoinjerto de ligamento cruzado anterior, seleccionando publicaciones hasta el año 2019. Se utilizaron un total de 10 artículos en humanos obteniendo 316 autoinjertos para su evaluación.

En su estudio, los autores refieren que luego del proceso quirúrgico, el autoinjerto pasa por una serie de procesos definiéndolos como fases que se dividen en 3 las cuales son: fase de curación temprana, proliferación y ligamentización. Desarrollan los cambios celulares de manera general, se dan en los primeros dos años postoperatorios que son los que finalmente le otorgan las propiedades de un LCA sano.

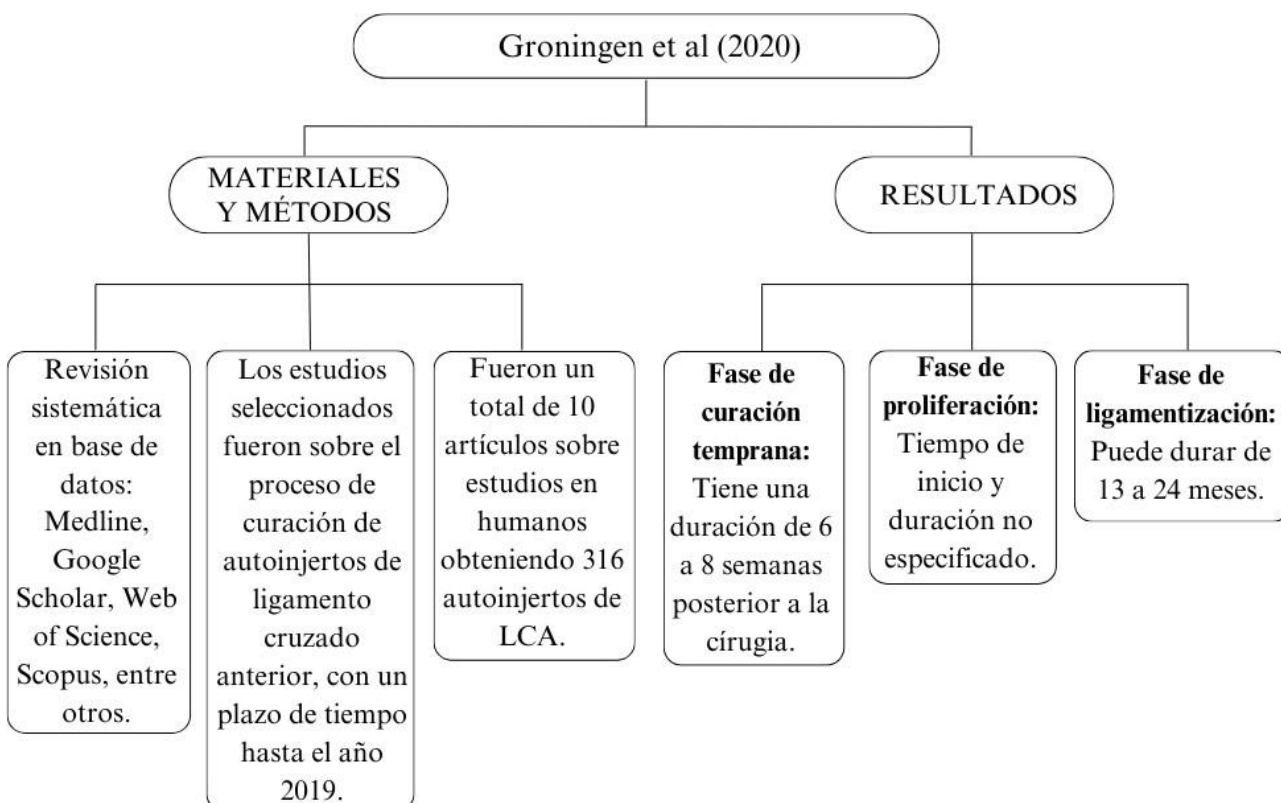
Groningen et al (2020) describen que, en primer lugar, se genera un incremento a nivel celular, así mismo, la presencia de fibroblastos activos en su transformación estructural y un aumento en la cantidad de vasos sanguíneos generando una hipervascularización, dicho proceso se acompaña de un recubrimiento de la estructura injertada por tejido sinovial y las fibras de colágeno muestran una orientación de manera irregular. A partir de los 12 meses, se observa una adaptación de las fibras de colágeno debido a que presentan un patrón más organizado, logrando similitud a los de un ligamento cruzado anterior normal.

Debe señalarse que, la fase de curación temprana tiene lugar entre las primeras 6 y 8 semanas aproximadamente; dichos autores no logran establecer un punto final para el proceso de ligamentización debido a que después de 2 años aún se observan cambios a nivel celular.

Groningen et al (2020) describen que el proceso de maduración se puede observar por

medio de una resonancia magnética, siendo el factor determinante para conocer el tiempo adecuado y someter el tejido a carga y movimiento.

Nota. Mapa general del artículo Groningen et al (2020) *Assessment of graft maturity after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts: A systematic review of biopsy and magnetic resonance imaging studies.*



Elaboración propia con información de: Groningen et al., 2020.

Nota. Tabla comparativa de Janssen y Scheffler 2013, Pauzenberger Syré y Schurz 2013 y Groningen et al., 2020.

Autor y Año	Tipo de Estudio	Metodología Aplicada	Relación con el objetivo
Janssen y Scheffler (2013)	Revisión sistemática en base de datos: Medline.	Biopsia humana a 67 pacientes sometidos a reconstrucción de LCA.	Autores indican que para una reconstrucción de LCA se llevan a cabo 3 fases: Fase de curación temprana: Inicia desde el proceso de

			<p>reconstrucción hasta la 4 semana. Su duración es de 1 mes.</p> <p>Fase de proliferación: Inicia a partir de la 4 semana hasta las 12 semanas. Su duración es de 2 meses.</p> <p>Indican que, termino de esta fase se permite someter al paciente a actividades.</p> <p>Fase de ligamentización: Inicia desde la doceava semana hasta los 6 o 12 meses. Su duración es de 1 año.</p>
Pauzenberger, Syré y Schurz (2013)	Revisión sistemática en base de datos: PubMed-Medline, Embase y The Cochrane Library.	79 muestras de biopsia humana de autoinjerto de ligamento cruzado anterior.	<p>Describen 3 fases para el proceso de ligamentización.</p> <p>Fase temprana: Se desarrolla en las primeras 6 y 8 semanas postoperatorias. Teniendo una duración de 2 meses.</p> <p>Indican que a partir de los 2 a 4 meses ya se periten actividades de tipo pasivas y activas, como también cargas de peso sobre la estructura injertada.</p> <p>Fase proliferativa, remodelación o revascularización: Inicia a partir de la 8 semana y finaliza a las 24 semanas. Dura 16 semanas aproximadamente.</p> <p>Fase de maduración o ligamentización: Inicia a partir de las 24 semanas y finaliza alrededor de 52 semanas. Puede durar 28 semanas.</p>
Groningen et al (2020)	Revisión sistemática en base de datos: Medline, Google Scholar, Web of Science, Scopus,	10 artículos en humanos con un total de 316 autoinjertos de ligamento cruzado anterior.	<p>Definen el proceso de ligamentización en 3 fases que se lleva a cabo alrededor de 2 años.</p> <p>Fase de curación temprana: Tiene lugar entre las primeras</p>

	Cinahl EBSCOhost, entre otros.		6 y 8 semanas postoperatorias. Fase proliferativa: No especifican el tiempo de duración. Fase de ligamentización: No se establece un punto final debido a que después de 2 años todavía se observan cambios a nivel histológico.
--	--------------------------------------	--	---

Elaboración propia con información de: Janssen y Scheffler 2013; Pauzenberger, Syré y Schurz 2013 y Groningen et al., 2020.

- ❖ Progresión adecuada del *Star Excursion Balance Test* para la evaluación postoperatoria de autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años.

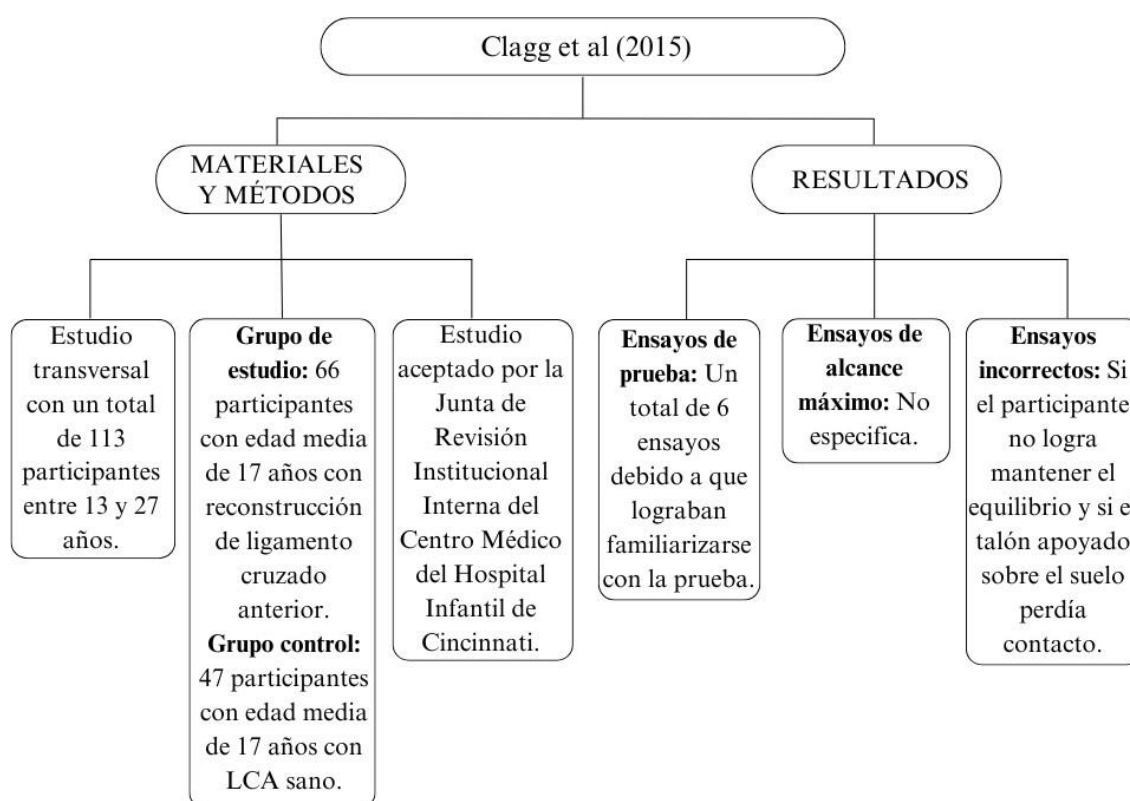
Clagg et al., (2015) Realizaron un estudio de tipo transversal, con el objetivo de comparar el rendimiento del *Star Excursion Balance Test* en su artículo ***Performance on the modified Star Excursion Balance Test or the time of return to sport following, anterior cruciate ligament reconstruction***, reclutaron un total de 113 participantes con un rango de edad entre 13 y 27 años; se subdividieron a 66 personas con una edad media de 17 años que pasaron por una reconstrucción de ligamento cruzado anterior y para grupo control un total de 47 personas con edad media de 17 años con LCA intacto, dicho estudio fue aceptado por la Junta de Revisión Institucional Interna del Centro Médico del Hospital Infantil de Cincinnati.

En su estudio, Clagg et al (2015) describen que los participantes iniciaron con 6 ensayos antes de realizar la evaluación de la prueba, los autores observaron que los sujetos lograban familiarizarse con la prueba demostrando un cambio significativo, dado que después de dichos ensayos los participantes lograban alcanzar la distancia máxima para dicha evaluación.

Aunado a ello, los autores no tomaban en cuenta los ensayos en donde los sujetos no

lograban mantener el equilibrio, si las manos sobre la cadera no se mantenían fijas y si el talón apoyado al suelo perdía contacto con el mismo; para finalizar la evaluación realizaron la misma evaluación en el miembro inferior contrario (Clagg et al., 2015).

Nota. Mapa general del artículo Clagg et al (2015) *Performance on the modified Star Excursion Balance Test or the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction.*



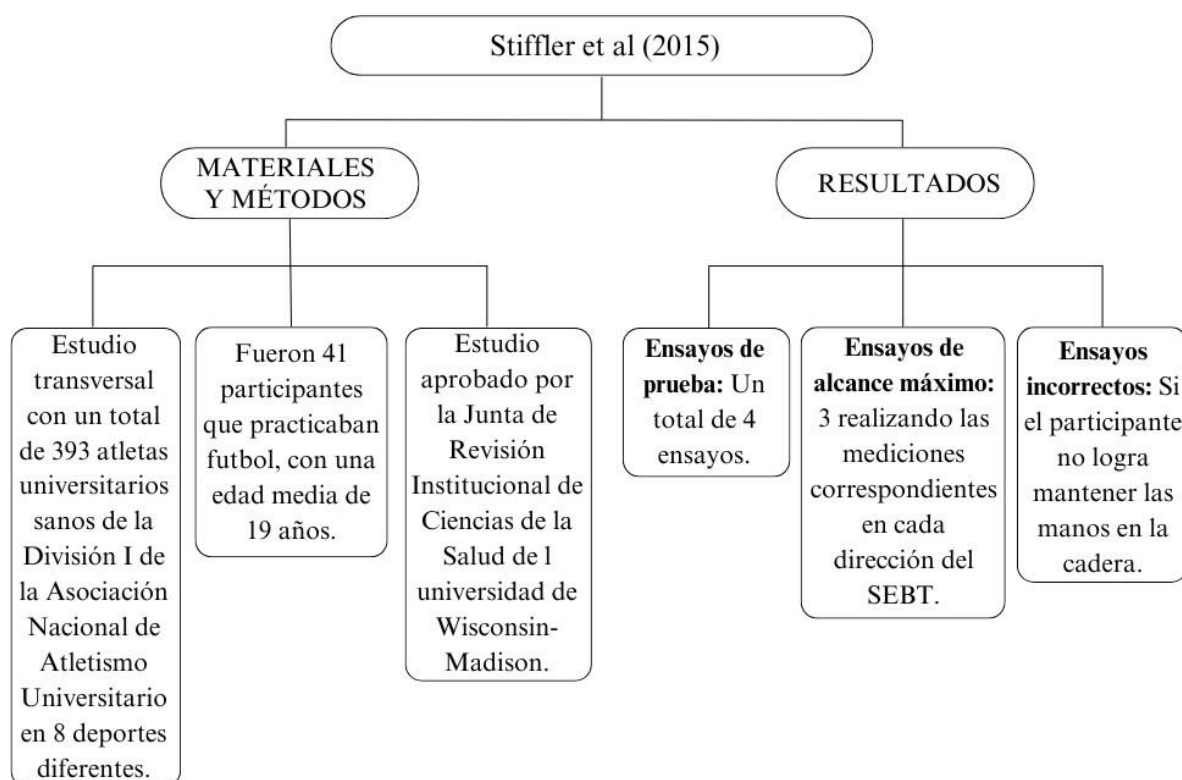
Elaboración propia con información de: Clagg et al., 2015.

Stiffler et al., (2015) Realizó un estudio de tipo transversal en su artículo *Star Excursion Balance Test Performance Varies by Sport in Healthy Division I Collegiate Athletes*, describen el rendimiento de la prueba *Star Excursion Balance Test*, utilizaron a 393 atletas universitarios sanos de la División I de la Asociación Nacional de Atletismo Universitario de 8 deportes diferentes, en el fútbol seleccionaron a 41 participantes con edad media de 19 años.

Stiffler et al (2015) indican que, para enumerar la cantidad de ensayos realizados en la ejecución de la prueba de equilibrio el paciente debe permanecer con las manos en la cadera, de no ser así se considera un ensayo inválido y no se tomará en cuenta, los autores refieren que se deben de realizar 4 ensayos de práctica debido a que se logra observar un efecto de aprendizaje en cada una de las direcciones a medida que se van realizando las repeticiones.

Refieren que posterior a los cuatro ensayos, los participantes debían realizar 3 circuitos de alcance máximo para lograr obtener las mediciones correspondientes en las 8 líneas representadas en el suelo (Stiffler et al., 2015).

Nota. Mapa general del artículo Stiffler et al (2015) *Star Excursion Balance Test Performance Varies by Sport in Healthy Division I Collegiate Athletes.*



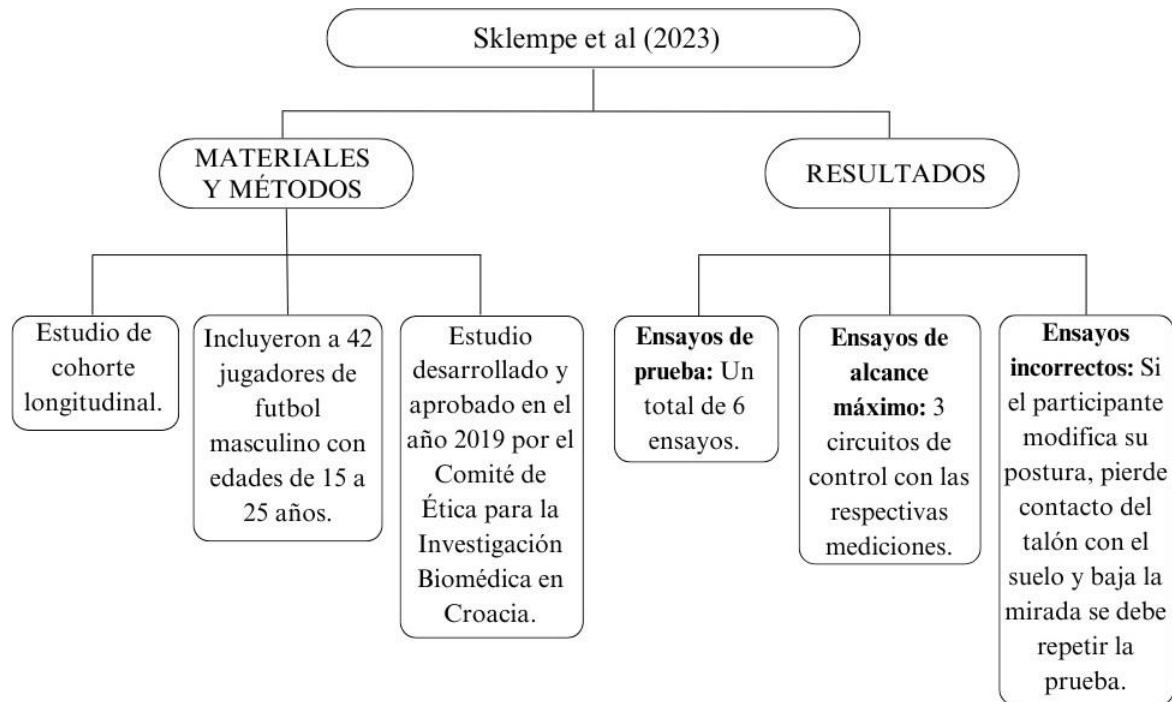
Elaboración propia con información de: Stiffler et al., 2015.

Sklempe et al., (2023) Realizó un estudio de cohorte longitudinal para su artículo *Star Excursion Balance Test as a Predictor of Musculoskeletal Injury and Lower Back Pain in Non Professional Soccer Players*, incluyeron a 42 jugadores masculinos de fútbol de 15 a 25 años que realizarían la prueba del SEBT y se les daría seguimiento durante 3 meses y medio, antes de iniciar con la evaluación se realizó una encuesta para determinar la incidencia de lesiones a nivel de miembros inferiores, los resultados de la misma revelaron que del 68 al 88% de los participantes presentaban lesiones, dicho estudio fue desarrollado y aprobado en febrero del año 2019 por el Comité de Ética para la Investigación Biomédica en Croacia.

Los autores refieren que el *Star Excursion Balance Test* es una prueba que requiere de equilibrio mientras el participante se apoya en un solo pie, es por ello que recomiendan que la prueba sea explicada y demostrada antes de realizar la cantidad de ensayos formales para dicha evaluación.

Sklempe et al (2023) describen que se deben realizar 6 ensayos siempre y cuando el participante cumpla con todas las indicaciones al momento de realizar la prueba, las cuales son: Las manos todo el tiempo deben de estar colocadas en la cadera, la mirada debe de permanecer al frente y el pie situado en el centro de la cuadrícula; posteriormente se deben realizar 3 ensayos formales para realizar el análisis de acuerdo a las distancias máximas en cada dirección. Recalcan que si el participante modifica la postura se debe repetir nuevamente la prueba desde el inicio.

Nota. Mapa general del artículo Sklempe et al (2023) *Star Excursion Balance Test as a Predictor of Musculoskeletal Injury and Lower Back Pain in Non Professional Soccer Players*.



Elaboración propia con información de: Sklempe et al., 2023.

Nota. Tabla comparativa de Clagg et al., 2015, Stiffler et al., 2015 y Sklempe et al., 2023.

Autor y Año	Tipo de Estudio	Metodología Aplicada	Relación con el objetivo
Clagg et al (2015)	Estudio de tipo transversal.	<ul style="list-style-type: none"> - 113 participantes con edades de 13 a 27 años. - Grupo de estudio: 66 personas con edad media de 17 años con reconstrucción de LCA. - Grupo control: 47 personas con edad media de 17 años con LCA sano. 	Un total de 6 ensayos, sin embargo, no tomaron en cuenta los intentos si el participante perdía el equilibrio y posteriormente se debía realizar la prueba en la extremidad inferior contralateral.
Stiffler et al (2015)	Estudio de tipo transversal.	- 393 atletas universitarios sanos de la División I de la Asociación Nacional de Atletismo Universitario en 8 deportes diferentes.	Es su estudio, refieren que para lograr determinar un número total de ensayos de práctica el participante debe de adoptar la posición inicial, de no ser así no se tomará en

		- Fueron 41 participantes jugadores de futbol con edad media de 19 años.	cuenta la ejecución de la prueba. Concluyen describiendo 4 ensayos de práctica y 3 circuitos de alcances máximos.
Sklempe et al (2023)	Estudio de cohorte longitudinal.	- 42 jugadores de futbol masculinos de 15 a 25 años. - Del 68-88% presentaron lesiones a nivel de miembros inferiores.	Indican que se deben realizar 6 ensayos de aprendizaje y 3 prácticas formales con las respectivas mediciones.

Elaboración propia con información de: Clagg et al., 2015; Stiffler et al., 2015 y Sklempe et al., 2023.

- ❖ Beneficios de una evaluación mediante el Star Excursion Balance Test en el proceso postoperatorio de autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas profesionales masculinos de 18 a 25 años.

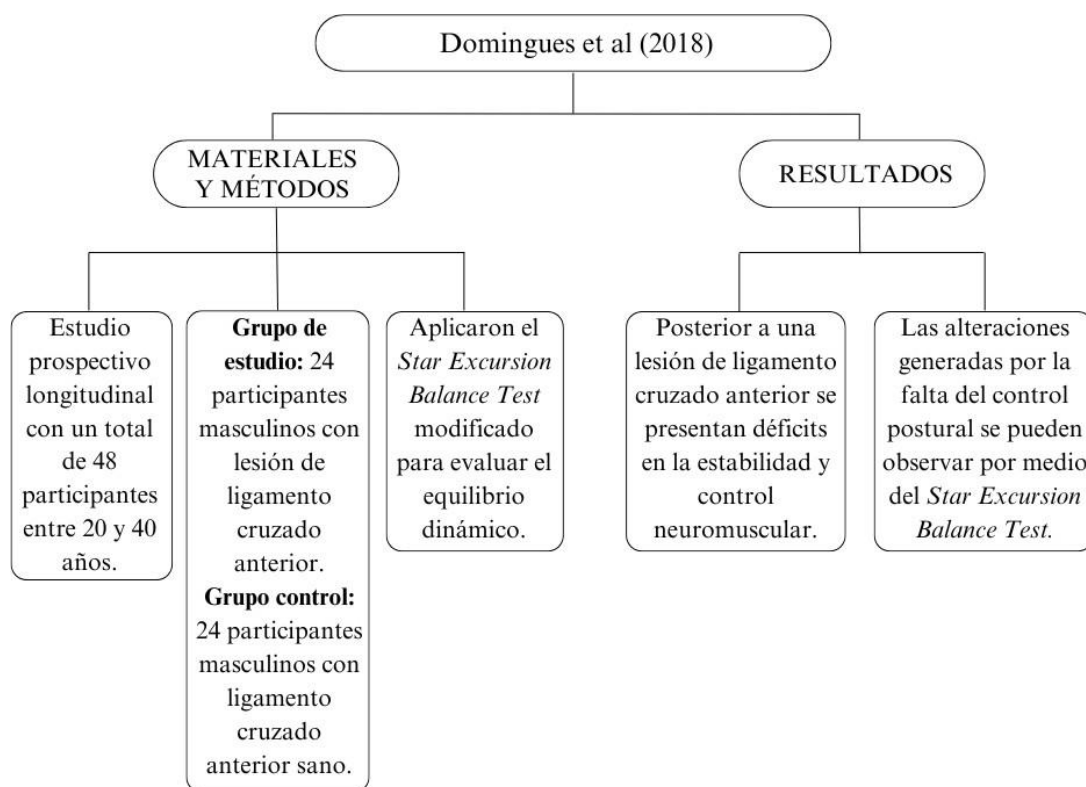
Domínguez et al., (2018) Realizaron un estudio prospectivo longitudinal en su artículo *The relation ship between performance on the modified Star Excursion Balance Test and the Knee muscle strength and after cruciате ligament reconstruction*, evaluaron el equilibrio dinámico utilizando el *Star Excursion Balance Test* modificado, el análisis se realizó en dos grupos: 24 participantes masculinos que presentaban lesión de ligamento cruzado anterior, el segundo grupo fueron 24 participantes masculinos con ligamento cruzado anterior sano, con un rango de edad general entre 20 y 40 años; la evaluación del SEBT se realizó antes y después de la cirugía para determinar su desempeño.

Explican que, durante la prueba los participantes con lesión de LCA presentaron deficiencias en las siguientes direcciones, Anterior, Lateral y Posteromedial y en el grupo de participantes sin lesión de LCA, encontraron deficiencias en la dirección Medial y Lateral, por lo que se interpreta que el ligamento cruzado anterior no solo tiene como función crear límites mecánicos en el movimiento, sino también, un componente sensoriomotor, por lo cual, es

debido a estímulos sensoriales en las interneuronas inhibitoras que disminuirán la actividad y función del cuádriceps, generando una alteración en el control postural dinámico de miembro afectado.

Domínguez et al (2018) indican que después de una reconstrucción de LCA existe una deficiencia en el control postural, la estabilidad y el control neuromuscular de los miembros inferiores, dichas deficiencias se pueden observar a través de la aplicación del *Star Excursion Balance Test* por su alta confiabilidad en la práctica clínica, los autores consideran que es de vital importancia aplicarla en jugadores después de una reconstrucción de LCA para lograr determinar el tiempo de regreso al deporte sin alteraciones en los estabilizadores.

Nota. Mapa general del artículo Dominguez et al (2018) *The relationship between performance on the modified Star Excursion Balance Test and the Kneemuscle strength and after cruciarte ligament reconstruction.*



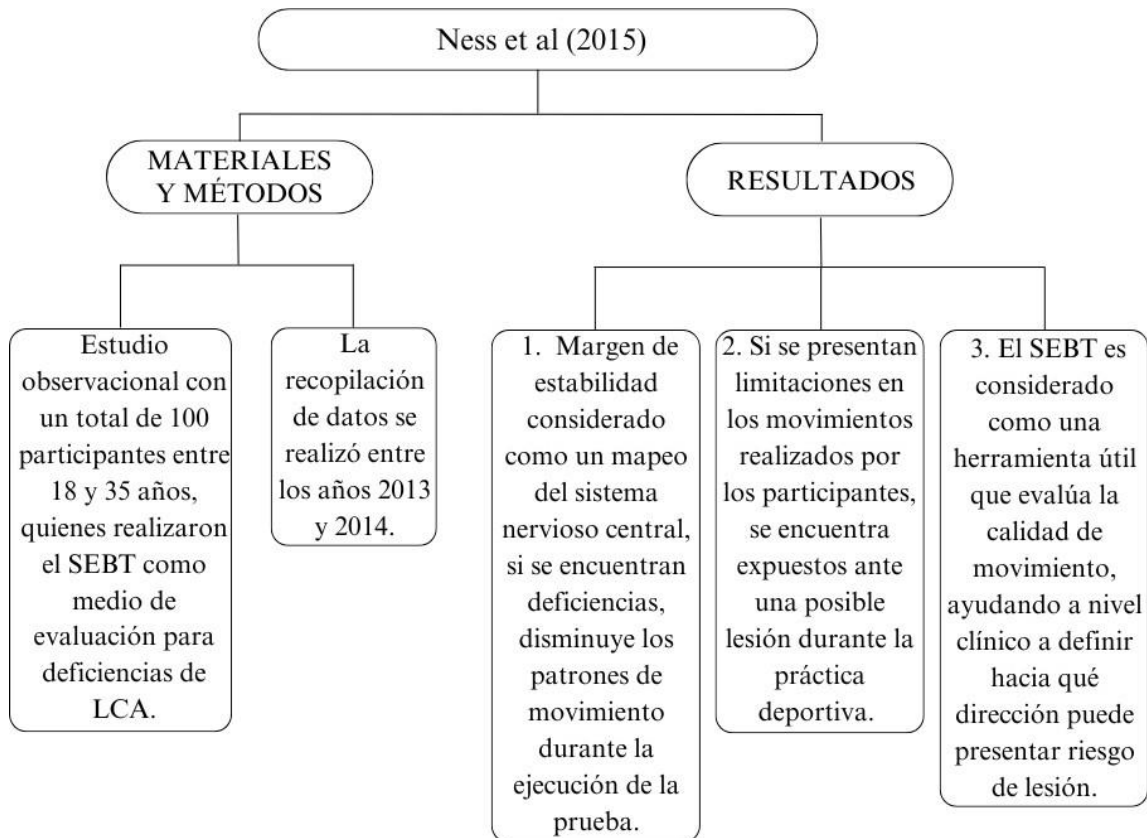
Elaboración propia con información de: Domínguez et al., 2018.

Ness et al., (2015) Realizaron un estudio observacional en su artículo *Clinical observation and análisis of movement quality during performance on the Star Excursion Balance Test*, realizaron una búsqueda de datos demográficos en la aplicación del SEBT y su rendimiento entre los años 2013 y 2014; también incluyeron a 100 sujetos sanos entre 18 y 35 años. Como anteriormente se menciona, presentar un déficit en el control postural dinámico genera inestabilidad de rodilla, los autores, realizaron un estudio del *Star Excursion Balance Test* y su confiabilidad para la detección de una posible lesión al momento de regresar a la práctica deportiva y poder prevenirlas.

Ness et al (2015) afirman que el margen de estabilidad, es una acción que se lleva a cabo en el sistema nervioso central que por medio de la propiocepción y el control neuromuscular el cuerpo puede mantener el equilibrio mientras realiza un movimiento; es por ello que, si los participantes presentan una deficiencia en el margen de estabilidad, se desarrollan anomalías en los patrones de movimiento al realizar el SEBT, lo que resulta a que tengan riesgo de lesión.

Los autores concluyen que una herramienta útil para el pronóstico de posibles riesgos de lesión en los miembros inferiores, es la prueba de *Star Excursión Balance Test* ya que logra evidenciar la calidad de movimiento que puede tener el sujeto en las diferentes direcciones, ayudando al profesional de salud a tomar medidas anticipadas antes de acceder el regreso al deporte.

Nota. Mapa general del artículo Ness et al (2015) *Clinical observation and analysis of movement quality during performance on the Star Excursion Balance Test*.



Elaboración propia con información de: Ness et al., 2015

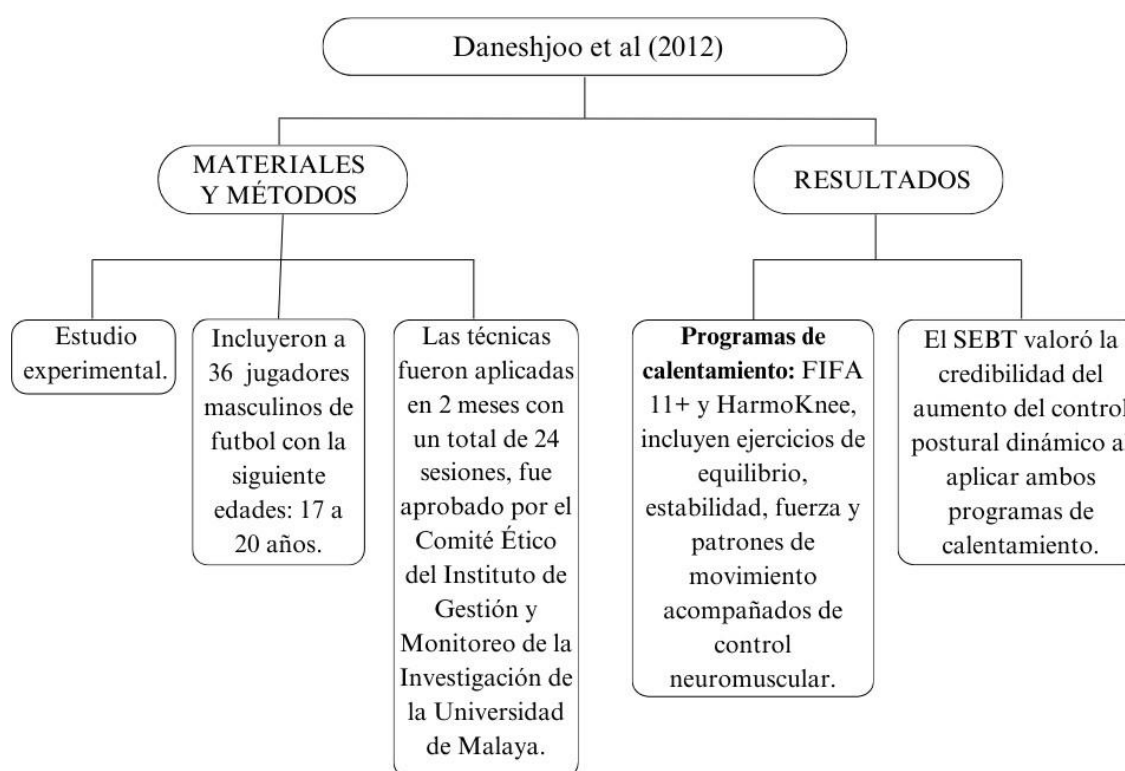
Daneshjoo et al., (2012) Realizaron un estudio experimental en su artículo *The Effects of Comprehensive Warm-Up Programs on Proprioception Statics and Dynamics Balance on Male Soccer Players*, incluyeron a jugadores de fútbol profesional con un total de 36 jóvenes masculinos entre 17 y 20 años y se desarrolló en aproximadamente 2 meses con un total de 24 sesiones; el estudio fue aprobado por el Comité Ético del Instituto de Gestión y Monitoreo de la Investigación de la Universidad de Malaya y el Comité de Investigación del Centro Deportivo.

Los autores describen dos programas de calentamiento como el FIFA 11+ que incluye un total de 27 ejercicios que requieren de equilibrio, estabilidad, fuerza y control neuromuscular y HarmoKnee con un total de 5 ejercicios que comprenden habilidades de

equilibrio, estabilidad, fuerza y patrones de movimiento, dicho estudio fue realizado para identificar el efecto que pueden generar los patrones de calentamiento anteriormente descritos sobre la propiocepción y el equilibrio. Utilizaron el SEBT para valorar la credibilidad de los programas y observar si existía un cambio significativo en el control postural dinámico.

Para concluir, Daneshjoo et al (2012) hacen referencia a Paterno et al. Y McLeod et al., dado que ambos concuerdan en su investigación refiriendo que, si los jugadores se someten a entrenamiento neuromuscular realizando 3 sesiones con una duración de 90 minutos por semana, realizados en un lapso de 6 meses, se logran mejoras significativas en la estabilidad de los miembros inferiores y el control postural dinámico.

Nota. Mapa general del artículo Daneshjoo et al (2012) *The Effects of Comprehensive Warm-Up Programs on Proprioception Static and Dynamic Balance on Male Soccer Players.*



Elaboración propia con información de: Daneshjoo et al., 2012.

Nota. Tabla comparativa de Domínguez et al., 2018, Ness et al., 2015 y Daneshjoo et al., 2012.

Autor y Año	Tipo de Estudio	Metodología Aplicada	Relación con el objetivo
Domínguez et al (2018)	Estudio prospectivo longitudinal.	- Grupo de estudio: 24 participantes masculinos con lesión de LCA. - Grupo control: 24 participantes masculinos con LCA sano.	Gracias al <i>Star Excursion Balance Test</i> se pueden observar si existen déficits en el control postural como: equilibrio, estabilidad y control neuromuscular.
Ness et al (2015)	Estudio observacional.	Se realizó en un total de 100 sujetos sanos entre 18 y 34 años.	Es su estudio, refieren que aplicar el <i>Star Excursion Balance Test</i> se puede evaluar la calidad de movimiento y los márgenes de estabilidad que tiene el cuerpo, ayudando a identificar si existe la posibilidad de sufrir una lesión en la práctica deportiva.
Daneshjoo et al (2012)	Estudio experimental.	- Incluyeron a 36 jugadores masculinos de fútbol profesional con edades de 17 a 20 años. - El entrenamiento fue aplicado durante 2 meses (24 sesiones).	Aplicaron dos programas de calentamiento enfocados a mejorar el control postural dinámico por medio de equilibrio y patrones de movimiento, utilizaron el SEBT como herramienta para valorar su credibilidad.

Elaboración propia con información de: Domínguez et al., 2018; Ness et al., 2015 y Daneshjoo et al., 2012.

4.2 Discusión

Janssen y Scheffler (2013) identificaron al igual que Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) y Groningen et al (2020) que el proceso de ligamentización en un autoinjerto de ligamento cruzado anterior consta de 3 fases. Los autores establecieron tiempos en cada fase,

siendo la fase temprana que según Janssen y Scheffler (2013) inicia desde el proceso quirúrgico hasta las 4 semanas, sin embargo, Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) comentan que puede durar hasta 8 semanas. Janssen y Scheffler (2013) mencionan que la segunda fase llamada proliferativa inicia desde la 4 semana y finaliza hasta las 12 semanas, mientras que, Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) describen que finaliza hasta las 24 semanas. Janssen y Scheffler (2013) Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) y Groningen et al (2020) concuerdan que la fase de ligamentización es la última del proceso de cicatrización, dura 12 meses o más debido a que después del año aún se siguen observando cambios a nivel celular.

Por otro lado, Janssen y Scheffler (2013) en su artículo afirman que en la fase temprana se logra observar que las fibras de colágeno se orientan creando un patrón rizado, sin embargo, Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) señalan que las fibras de colágeno a nivel estructural aún no presentan un patrón rizado.

En la fase proliferativa, Janssen y Scheffler (2013) junto a Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) coinciden que hay un incremento en la vascularización llegando a sus niveles normales, existe aumento de fibroblastos y las fibras de colágeno se encuentran con un patrón rizado logrando una similitud a las de un ligamento cruzado anterior original, de igual manera, indican que en la estructura ya se permiten realizar movilizaciones activas, pasivas y aplicación de carga para mejorar sus propiedades mecánicas, incentivando a los procesos celulares para mejorar la estabilidad.

Aunado a ello, Groningen et al (2020) en su estudio complementan la información mencionando que la herramienta que demuestra el proceso de maduración del tejido es la resonancia magnética, ayudando a identificar la fase adecuada para iniciar la aplicación de movimiento en el tejido; finalmente en la fase de ligamentización Janssen y Scheffler (2013), Pauzenberger, Syré y Schurz (2013) y Groningen et al (2020) concuerdan en que las fibras

del colágeno llegan a sus niveles máximos y se encuentran correctamente orientadas.

Es de gran importancia conocer los procesos fisiológicos durante cada fase para identificar el momento idónea para aplicar movimientos y carga en el tejido sin poner en riesgo la integridad del mismo, es por ello que el artículo con mayor nivel de evidencia fue el de Janssen y Scheffler (2013) debido a que realizan un estudio más detallado de la fase proliferativa con un total de 67 personas que pasaron por proceso reconstructivo de LCA, fase donde se pueden aplicar movimientos debido a las propiedades mecánicas del tejido.

Nota. Tabla comparativa de la duración de las fases de ligamentización y la fase idónea para la aplicación del *Star Excursion Balance Test*.

Autor y Año	Fase y tiempo de duración	Fase idónea para la aplicación del SEBT
Janssen y Scheffler (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Curación temprana: 1 mes • Proliferación: 2 meses • Ligamentización: 6-12 meses 	Fase de proliferación
Pauzenberger, Syré y Schurz (2013)	<ul style="list-style-type: none"> • Temprana: 2 meses • Proliferativa: 4 meses • Maduración: 6 meses. 	A partir de los 2 a 4 meses (fase temprana y proliferativa)
Groningen et al (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • Curación temprana: 6 a 8 semanas. • Proliferativa: No indica • Ligamentización: 2 a 3 años 	No indica, sin embargo, menciona que por medio de la Resonancia Magnética se puede observar la maduración del tejido para identificar la fase idónea.

Elaboración propia con información de: Janssen y Scheffler 2013; Pauzenberger, Syré y Schurz 2013 y

Groningen et al., 2020.

Los autores Clagg et al (2015); Stiffler et al (2015) y Sklempe et al (2023) concuerdan que antes de la realización de la prueba *Star Excursion Balance Test*, los participantes deben recibir instrucciones verbales y una demostración visual.

En cuanto al número total de ensayos a realizar, Clagg et al (2015) y Sklempe et al

(2023) describen que se deben de realizar 6 ensayos de prueba puesto que los participantes logran familiarizarse con las direcciones, sin embargo, Stiffler et al (2015) menciona que solamente se deben de realizar 4 ensayos. En su estudio, Stiffler et al (2015) y Sklempe et al (2023) confirman que se deben realizar 3 ensayos de alcance máximo, en ellos se deben tomar las mediciones en cada una de las direcciones.

Por otro lado, los autores Clagg et al (2015), Stiffler et al (2015) y Sklempe et al (2023) se complementan al indicar que, si el participante no mantiene el equilibrio, las manos se alejan de la cadera y el pie apoyado pierde contacto con el suelo durante la prueba, se suspende y el participante debe realizarla nuevamente desde el inicio.

El estudio sugiere que el mayor nivel de evidencia fue el de Sklempe et al (2023) puesto que la prueba fue realizada en 42 jugadores masculinos de fútbol de 15 y 25 años y fueron monitoreados durante 3 meses y medio.

Nota. Tabla comparativa del número de ensayos y número de ensayos de alcance máximo para la ejecución del *Star Excursion Balance Test*.

Autor y Año	Número de ensayos	Número de ensayos de alcance máximo
Clagg et al (2015)	6	No indica
Stiffler et al (2015)	4	3
Sklempe et al (2023)	6	3

Elaboración propia con información de: Clagg et al., 2015; Stiffler et al 2015 y Sklempe et al 2023.

Los autores Domínguez et al (2018), Ness et al (2015) y Daneshjoo et al (2012) concuerdan al definir que el *Star Excursion Balance Test* (SEBT) es una herramienta útil que requiere de habilidades de equilibrio, estabilidad y control neuromuscular, su capacidad para identificar déficits permite realizar intervenciones específicas que contribuyan a mejorar la estabilidad y el rendimiento del deportista.

Aunado a ello, Domínguez et al (2018) describen que el SEBT es adecuado para observar déficits en el control postural dinámico, evidenciando fallas en el equilibrio y

evaluando la estabilidad de manera más precisa facilitando identificar las áreas específicas que requieran intervención para mejorar el rendimiento del deportista y prevención de posibles lesiones.

Por otra parte, Ness et al (2015) mencionan que la prueba no solo evalúa el control postural dinámico, sino también la calidad de movimiento y el riesgo de presentar una lesión, el test proporciona una visión del control motor, la coordinación y el equilibrio durante movimientos complejos como lo son las direcciones del SEBT, ayudando a identificar patrones de movimiento que pueden llevar a una lesión.

Por último, Daneshjoo et al (2012) presenta una visión diferente, describe que al aplicar el test antes y después en un tiempo determinado durante los programas de entrenamiento, se pueden evaluar los cambios en el rendimiento y la estabilidad de los deportistas, proporcionando datos valiosos sobre la efectividad de dichas intervenciones basándose en resultados cuantificables.

Se considera que los autores, Domínguez et al (2018), Ness et al (2015) y Daneshjoo et al (2012) son fundamentales para esta investigación, muestran perspectivas diferentes sobre la aplicación del SEBT en el ámbito deportivo destacando la versatilidad y utilidad en diferentes contextos deportivos, sugieren que el test es valioso para identificar déficits en el equilibrio y las habilidades musculares que podrían predisponer a una lesión, permitiendo implementar programas de entrenamiento específicos para corregir estas deficiencias.

Nota. Tabla comparativa de los beneficios del *Star Excursion Balance Test*.

Autor y Año	Beneficios del SEBT
Domínguez et al (2018)	Déficits en el control postural dinámico.
Ness et al (2015)	Riesgo de lesiones y calidad de movimiento.
Daneshjoo et al (2012)	Valora la credibilidad de patrones de entrenamiento.

Elaboración propia con información de: Domínguez et al 2018; Ness et al 2015 y Daneshjoo et al 2012.

4.3 Conclusión

En la presente investigación tiene como fin demostrar los beneficios que genera el Star Excursion Balance Test como evaluación en un autoinjerto de ligamento cruzado anterior en futbolistas masculinos de 18 a 25 años. Se realizó una búsqueda sistemática de diversos artículos científicos lo que permiten llegar al entendimiento de que el proceso de ligamentización es de gran importancia ya que este determina los procesos biológicos que ocurren ante la reconstrucción del ligamento cruzado anterior y como esto contribuye a la maduración del mismo, este proceso lo describen en 3 diferentes fases que son la curación temprana que inicia en los primeros 3 meses, posteriormente se inicia un proceso llamado remodelación o proliferación siendo esta la segunda fase en cuanto al proceso fisiológico del tejido, dado este proceso, entre los 6 y 12 meses se lleva a cabo la última fase llamada maduración o ligamentización.

Basado en los resultados obtenidos se determinó que el número de ensayos de práctica deben ser 6 para que el paciente pueda familiarizarse con la ejecución del mismo antes de la prueba formal, ya que se ha demostrado que 6 ensayos de práctica son realmente suficientes para generar un aprendizaje y así poder medir objetivamente y obtener buenos resultados, por otro lado tener en cuenta la posición de las manos contribuye a una mejor evaluación, ya que según los estudios, resulta mejor colocarlas a nivel de cadera para no alterar los resultados de la prueba.

Tras existir una lesión del ligamento cruzado anterior los mecanorreceptores se ven altamente afectados y por lo tanto la estabilidad en la articulación se ve fuertemente afectada, es por ello que la implementación del SEBT es fundamental como una herramienta clínica ya que se comprende de un conjunto de capacidades las cuales son: la fuerza, equilibrio, estabilidad y propiocepción, todas estas destrezas llevan a que se pueda desarrollar el control

neuromuscular que es el cofactor de la estabilidad dinámica.

4.4 Perspectivas

- ❖ Espero que la presente investigación pueda ser utilizada a futuro como referencia para trabajos de investigación a nivel académico, con el fin contribuir en el campo de la fisioterapia.
- ❖ Deseo que la investigación pueda ser tomada en cuenta en estudios de campo para observar el funcionamiento del *Star Excursion Balance Test* en patologías específicas como lo es el LCA en poblaciones como lo son los jugadores de fútbol a nivel profesional.
- ❖ Espero que esta investigación impulse a la comunidad científica a poder ampliar el conocimiento y evaluar el potencial del test para detectar y llevar un control de los déficits en el equilibrio dinámico luego de una reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

Referencias

- Abreu, J. (2014). El método de la investigación, 9 (3): 195-204. ISSN 1870-557X
- Abulhasan, J. y Grey, M. (2017). Anatomy and Physiology of Knee Stability. (Anatomía y Fisiología de la estabilidad de la rodilla). 2(4). <https://doi.org/10.3390/jfmk2040034>
- Almendáriz, P., (2017). La propiocepción como método de prevención de lesiones de tobillo en los jugadores de la categoría superior del centro deportivo olmedo en el período septiembre 2016-febrero 2017. (Pág-25).
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3787/1/UNACH-EC-FCS-CULT-FIS-2017-0023.pdf>
- Almeida, A., De la Rosa, J., Santisteban, L., Peña, M. & Gonzales, D. (2020). La articulación de la rodilla: Lesión del ligamento cruzado anterior, 3 (1).
<https://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view/38/97>
- Álvarez, R., Gómez, G. & Pachano, A., (2018). Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA, 25 (1). https://revista.aatd.org.ar/wp-content/uploads/2019/02/actualizacion_bibliografica.pdf
- Andrade, C. & Villena, P. (2006). Estudio sobre la aplicación del “Star Excursion Balance Test” como método de Entrenamiento del equilibrio dinámico y propiocepción en sujetos que presenten inestabilidad funcional de tobillo. (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile. Chile.
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110647/andrade_c2.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Arévalo, C., (2020). Biomecánica de la rodilla y el ciclo de la marcha. Journal Boliviano de Ciencias. 16 (49). P. 25. <https://doi.org/10.52428/20758944.v16i49.352>

- Ayala, J., García, G. & Pérez, L., (2015). Actualización de las Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Análisis de los Resultados Mediante TAC y Escalas Clínicas, 22 (1). Recuperado de: https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/images/artroscopia/volumen-22-nro-1/PDF/22_01_01_Ayala.pdf
- Baena, G. & Callejas, J. (2017). Metodología de la investigación, serie integral por competencias. México, Grupo Editorial Patria. ISBN Ebook: 978-607-744-748-1
- Banios, K., Raoulis, V., Fyllos, A., Chytas, D., Mitrousias, V., & Zibis, A., (2022). Anterior and Posterior Cruciate Ligaments Mechanoreceptors: A Review of Basic Science. (Mecanorreceptores de los ligamentos cruzados anterior y posterior: una revisión de la ciencia básica). 12(2). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12020331>
- Beaulieu, M., Ashton, J. & Wojtys, E. (2021). *Loading mechanisms of the anterior cruciate ligament*. (Mecanismos de carga del ligamento cruzado anterior). 22(1). <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1916578>
- Besch, S. (2015). Inestabilidad rotuliana. EMC - Aparato Locomotor, 48(3), P. 2. doi:10.1016/s1286-935x(15)72884-4
- Calori, P., Souza, F., Batista, T., Fonseca, L., Salim, R., Fogognolo, F. & Ferreira, A. (2018). La relación entre el rendimiento en la prueba de equilibrio de excursión en estrella modificada y la fuerza muscular de la rodilla antes y después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, 1 (1). DOI:<https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.05.010>
- Camacaro, M., Colina, A., & Zissu, M. (2021). Análisis de las variables cinemáticas en la técnica del pateo en el fútbol a partir de criterios de eficiencia biomecánicos. SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte, 10 (2), 25–45. <https://doi.org/10.6018/sportk.429211>
- Canales, C., Medín, C., Villegas, S. & Peña, P. (2009). SciELO: un proyecto cooperativo para

la difusión de la ciencia, 11 (2). ISSN 2013-6463

- Clagg, S., Paterno, M., Hewett, T., Schmitt, L., (2015). *Performance on the Modified Star Excursion Balance Test at the time of return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction*. (Rendimiento en la prueba de Prueba de la estrella de Excursión de equilibrio modificada en el momento del regreso al deporte después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior). Revista de fisioterapia ortopédica y deportiva. 45 (6). <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.5040>
- Claramunt, R., Hinarejos, P., Sánchez, J., Leal, J., Lloreta, J. & Carles, J. (2019). El menisco medial presenta un potencial de revascularización en gran parte de su superficie, 26 (2). <https://fondoscience.com/reaca/vol26-fasc2-num66/fs1902010-el-menisco-medial-presenta-un-potencial-de-revascularizacion>
- Corchuelo, C., (2020). Google académico: perfilando el impacto de las métricas, 1 (1). <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/22580>
- Córdova, J., (2021). Conceptos actuales sobre la lesión del ligamento cruzado anterior. (Título médico). Universidad Católica de Cuenca, Cuenca – Ecuador. <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/11366/2/9BT2021-MTI087-CORDOVA%20ROBLES%20JUAN%20CRISTOBAL.pdf>
- Coughlan, G., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C., Caulfield, B., (2012). *A comparison between performance on selected directions of the Star Excursion Balance Test and the Y balance test*. (Una comparación entre el rendimiento en direcciones seleccionadas de la prueba de equilibrio de excursión estelar y la prueba de equilibrio Y). Journal of Athletic training. 47 (4). <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.03>
- Cruz, A., Villalba, A., García, R & Cerezal, L. (2020) Monográfico de ligamento cruzado anterior. Lesiones parciales del ligamento cruzado anterior, 21 (69).

<https://fondoscience.com/reaca/vol27-fasc3-num69/fs1906024-lesiones-parciales-lca>

Daneshjoo, A., Mokhtar, A., Rahnama, N. & Yusof, A. (2012). The Effects of Comprehensive Warm-Up Programs on Proprioception, Static and Dynamic Balance on Male Soccer Players. (Los Efectos de los Programas Integrales de Calentamiento en la Propriocepción, Balance Estático y Dinámico en Jugadores Masculinos de Fútbol). 7(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051568>

Díaz, C., (2020). Análisis Computacional de la Articulación de la Rodilla: aplicación en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Universidad de la república Uruguay. Tesis de maestría, Montevideo. P. 4 a 15. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/26836>

Domínguez, P., Serenza, F., Muniz, T., Fonseca, L., Salim, R., Kfuri, M., Ferreira, A., (2018). *The relationship between performance on the modified star excursion balance test and the knee muscle strength before and after anterior cruciate ligament reconstruction.* (La relación entre el rendimiento en la prueba de equilibrio de excursión en estrella modificada y la fuerza muscular de la rodilla antes y después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior). *The Knee*. 25(4). <https://doi.org/10.1016/j.knee.2018.05.010>

Dressendorfer, R. & Callanen, A., (2017). Lesión de ligamento cruzado anterior: prevención. 1 (1). <https://www.ebsco.com/sites/g/files/nabnos191/files/acquiadam-assets/Rehabilitation-Reference-Center-Clinical-Review-Recurrent-Patella-Dislocation.pdf>

Duclos, N. & Mesure, S., (2017). Control postural: fisiología, conceptos principales e implicaciones para la readaptación. 38(2). [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(17\)83662-8](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(17)83662-8)

Dufour, M., Pilu, M., (2006). Biomecánica funcional: cabeza, tronco, extremidades. Elsevier

Masson. ISBN-10: 8445816454

Entrena Yáñez, C. M., Rincón Bolívar, N. J., & Rosas Quintero, A. M. (2018). Ligamento cruzado anterior: prevención, rehabilitación pre-operatoria y post operatoria en atletas. *Revista Digital: Actividad Física Y Deporte*, 4(1).
<https://doi.org/10.31910/rdafd.v4.n1.2018.413>

Erquínigo, N., (2017). Efectos y resultados de una vía clínica para el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior (tesis doctoral). Universidad de Murcia, Murcia, España.
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/462199/TNSEA.pdf?sequence=1&i>

Espinosa, E. (2020). La investigación cualitativa, una herramienta ética en el ámbito pedagógico, 16 (75). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199086442020000400103#:~:text=Seg%C3%BAAn%20criterio%20de%20Espinoza%20\(2020,de%20este%20tipo%20de%20investigaci%C3%B3n](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199086442020000400103#:~:text=Seg%C3%BAAn%20criterio%20de%20Espinoza%20(2020,de%20este%20tipo%20de%20investigaci%C3%B3n)

Faggal, S., Abdelsalam, S., Adel, M., Mahmoud, F., (2019) Proprioceptive training after ACL reconstruction: Standard versus stump preservation technique. (Entrenamiento propioceptivo después de la reconstrucción del LCA: Técnica estándar versus preservación del muñón). *Physiotherapy Practice and Research*, 40 (1), page 1.
DOI: 10.3233/PPR-180127

Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M., Myer, G., y Hewett, T., (2010). *Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in Young female athletes*. (Mejora el entrenamiento neuromuscular rendimiento de la prueba de excursión de estrella en mujeres atletas jóvenes). *Journal of orthopaedic: sports physical therapy*. 40 (9). DOI: 10.2519/jospt.2010.3325

Forsythe, B., Lavoie-Gagne, O. Z., Forlenza, E. M., Diaz, C. C., & Mascarenhas, R. (2021).

- Return-to-Play Times and Player Performance after ACL Reconstruction in Elite UEFA Professional Soccer Players: A Matched-Cohort Analysis from 1999 to 2019. (Tiempos de regreso al juego y rendimiento del jugador después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol profesional de élite de la UEFA: un análisis de cohortes emparejadas de 1999 a 2019) *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(5), 23259671211008892. <https://doi.org/10.1177/23259671211008892>
- García-Quiles, V., & Aparicio Sarmiento, A. (2021). Mecánica sagital del cambio de dirección en jugadoras de fútbol de diferente nivel competitivo. *JUMP*, (4), 46 y 47. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.5>
- Gómez, R., Estrada-Lorenzo, José-Manuel, (2010). La base de datos PubMed y la búsqueda de información científica, *Seminarios de la fundación española de reumatología*. 11 (2). 1. <https://doi.org/10.1016/j.semreu.2010.02.005>
- González, J., (2021) Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Espacio I+D: Innovación más desarrollo*. 10(28). <https://doi.org/10.31644/IMASD.28.2021.a02>
- González-Fernández, F.T.; Falces-Prieto, M.; Baena-Morales, S.; Romance-García, A.R.; Adalid-Leiva, J.J.; Morente-Oria, H. (2020). Propuesta de un programa de entrenamiento propioceptivo en fútbol para prevenir lesiones deportivas. *Trances: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 12(1):19-21. ISSN: 1989-6247
- Granja, B., Morales, S., (2022). Plan de ejercicios pliométricos y propioceptivos para estabilidad de tobillo y salto vertical en jugadoras profesionales de baloncesto seleccionadas de la provincia de pichincha periodo agosto- septiembre 2021. Tesis de licenciatura en fisioterapia, Ecuador – Quito.

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/20308/TESIS%20BRENDA%20GRANJA%20Y%20SIDNEY%20MORALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Groningen, B., Steen, M., Janssen, D., Rhijn, El., Linden, A. & Janssen, P. (2020).

Assessment of graft maturity after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts: A systematic review of biopsy and magnetic resonance imaging studies.

(Evaluación de la madurez del injerto después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior usando autoinjertos: Una revisión sistemática de biopsia y estudios de imágenes de resonancia magnética). 2(4). doi: 10.1016/j.asmr.2020.02.008

Guerrero, M., Mendes, J., (2020). Retorno al deporte tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Revista Española de Artroscopia y Cirugía articular. 27 (3). ISSN online: 2443-9754

Häfelinger, U. & Schuba, V., (2010). La coordinación y el entrenamiento propioceptivo. Editorial Paidotribo. ISBN: 978-84-8019-615-4

Hajouj, E., Hadian, M., Mohsen, S., Talebian, S., Ghazi, S., (2021) Effects of innovative Land-based Proprioceptive Training on Knee Joint Position Sense and Function in Athletes with Anterior Cruciate Ligament Randomized Controlled Trial. (Efectos del entrenamiento propioceptivo innovador en tierra sobre el sentido y la función de la posición de la articulación de la rodilla en atletas con reconstrucción del ligamento cruzado anterior: un ensayo controlado aleatorio). Archives of Neuroscience. 8 (1), 4 a 7. DOI: 10.5812/ans.111430

Hassebrock, J., Gulbrandsen, M., Asprey, W., Makovicka, J. & Chhabra, A. (2020). *Knee Ligament Anatomy and Biomechanics*. (Anatomía y biomecánica del ligamento de la rodilla). 28(3). DOI: 10.1097/JSA.0000000000000279

Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A. y Moreno, L., (2018).

Metodología de la investigación científica. Editorial Área de innovación y Desarrollo, S.L. ISBN: 978-84-948257-0-5

Hernández, S., González, J. & Delgado, A., (2022). Traumatología y ortopedia. Miembro inferior. Elsevier, España.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=L41hEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA189&dq=rodilla+anatomia&ots=oAKWA-2PXQ&sig=LVUWb1kKqQvLc2acnoRiLzO-Po0#v=onepage&q&f=false>

Herrington, L., Hatcher, J., Hatcher, A. & McNicholas, M. (2009). *A comparison of Star Excursion Balance Test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls*. (Una comparación de las distancias de alcance del Star Excursion Balance Test entre pacientes con deficiencia de LCA y controles asintomáticos). 16 (2). doi: 10.1016/j.knee.2008.10.004.

Hincapié, O., Tierradentro, L., Bravo, D. & Córdoba, N. (2023). Estabilidad dinámica de miembros inferiores y estabilidad central en basquetbolistas con y sin capacidad auditiva. 25(2). DOI: 10.18633/biotecnia.v25i2.1925

Huerta, A., Casanova, D., Barahona-Fuentes, G., (2019). Métodos de entrenamiento propioceptivos como herramienta preventiva de lesiones en futbolistas: una revisión sistemática. Archivos de medicina del deporte. 36 (3), p. 173 y 174.
https://www.researchgate.net/publication/336014124_Metodos_de_entrenamiento_propioceptivos_como_herramienta_preventiva_de_lesiones_en_futbolistas_una_revision_sistemica

Infante, C., Barahona, M., Palet, M. y Zamorano C., (2021). Traumatología de la Rodilla. Editorial: Departamento de Ortopedia y Traumatología, Facultad de Medicina. Chile. <https://doi.org/10.34720/agz2-hw86>

Jagger, K., Frazier, A., Aron, A., Harper, B., (2020). Scoring performance variations between the Y Balance test, a Modified Y Balance Test, and the Modified Star Excursion Balance Test. (Puntuación de las variaciones en el rendimiento entre la prueba de balance Y, una prueba de balance Y modificada y la prueba de balance de excursión de estrella modificada). Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 15 (1).
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7015020/>

Janssen, R., y Scheffler, S., (2013). *Intra-articular remodelling of hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction*. (Remodelación intraarticular de injertos de tendones isquiotibiales después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 22(9). DOI 10.1007/s00167-013-2634-5

Lago, C., (2020). Frecuencia y tiempo de recuperación de la lesión de ligamento cruzado anterior en el fútbol de élite. Barca Innovation Hub, 1-11.
<https://barcainnovationhub.com/es/frecuencia-y-tiempo-de-recuperacion-de-la-lesion-del-ligamento-cruzado-anterior-en-el-futbol-de-elite/#:~:text=La%20frecuencia%20de%20la%20lesi%C3%B3n,en%20los%20partidos%20de%20competici%C3%B3n.>

Landero H. y González, R. (2014) *Estadística con SPSS y metodología de la investigación*. Trillas, México. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/CR.UNA01000283416/Details>

Linek, P., Sikora, D., Wolny, T. & Saulicz, E. (2017). Reliability and number of trials of Y Balance Test in adolescent athletes. (Fiabilidad y número de ensayos del Y Balance Test en deportistas adolescentes). 31(72). DOI: 10.1016/j.msksp.2017.03.011

Liu, S. y Kelliher, L. (2022). Physiology of pain – a narrative review on the pain pathway and its application in the pain management. (Fisiología de dolor: una revisión narrativa

sobre la vía del dolor y su aplicación en el manejo del dolor). 5. doi: 10.21037/dmr-21-100

Lobos, G., (2019). Plastia de ligamento cruzado anterior: autoinjerto y aloinjerto (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Chiquimula.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/16351/1/19%20MC%20TG-3786-Lobos.pdf>

López, F., Zavala, K., Rojas, F., Ramos, C., (2020). Evaluación y tratamiento de la inestabilidad patelofemoral, Journal o American Health. 3 (2). P 12 a 13.
<https://www.jah-journal.com/index.php/jah/article/view/36>

Ma J, Zhang D, Zhao T, Liu, X., Wang J., Zheng, H., Jin, S., (2021) The effects of proprioceptive training on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: A systematic review and meta-analysis (Los efectos del entrenamiento propioceptivo en la rehabilitación de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática y un metanálisis). Rehabilitación Clínica. 35(4), 6 a 7. doi: 10.1177/0269215520970737

Macalupu, I., (2018). Entrenamiento propioceptivo en terapia física. (Pág-4).
<https://core.ac.uk/download/pdf/328143207.pdf>

Madera, S. (2022). Análisis por elementos finitos de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (L.C.A.). (Título de ingeniero civil mecánico) Universidad de Chile, Santiago de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/187081>

Maqueda- Aristi, I., (2021). Incidencia de lesiones en un equipo de fútbol: estudio de cohorte prospectivo. Logía, educación física y deporte: Revista Digital de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, 1 (2). página 2. ISSN: 2695-9305.

Masouros, S., Bull, A., Amis, A., (2010). Biomechanics of the knee joint. (*Biomecánica de la rodilla*). Orthopaedics and trauma. 28 (2). P. 84

<https://doi.org/10.1016/j.mporth.2010.03.005>

Mediavilla, I., Aramberri, M., Guerrero, J., Soler, F., (2017). Conceptos biomecánicos de la cirugía reconstructiva del ligamento cruzado anterior. Revista española de artroscopia y cirugía articular. 24 (59). P. 161 a 162.

<https://doi.org/10.24129/j.reaca.24259.fs1701004>

Montaluisa, F., Bolívar, S., (2019). Disfunción biomecánica en rodilla izquierda tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, en un adulto masculino. Tesis de licenciatura en terapia física. Ecuador. P. 2 a 5.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30270>

Mouth, R., (2020) Efectividad del Kinesio Taping en las lesiones del ligamento cruzado anterior, 3 (32) <https://www.npunto.es/content/src/pdf-articulo/5fc4d69fe10e0art2.pdf>

Moya, V., (2015). ResearchGate, la res social de los investigadores, 1 (1).

https://bib.us.es/educacion/sites/bib3.us.es.educacion/files/default_images/researchgate_tutorial_v2.pdf

Munro, A., Herrington, L., (2010). Between-session reliability of the star excursion balance test. (Fiabilidad entre sesiones de la prueba de equilibrio de excursión de estrellas).

Physical Therapy in Sport. 11(4). <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.07.002>

Muñoz, S., Miranda, E., Iñíguez, M., Wainer, M., Cerda, A., López, D., (2022). Estudio por imágenes de la articulación patelofemoral: estado del arte. Revista chilena de radiología. P. 12 a 14. <http://dx.doi.org/10.24875/rchrad.21000004>

Ness, B., Taylor, A., Haberl, M., Reuteman, P. & Borger, A. (2015). Clinical observation and analysis of movement quality during performance on the Star Excursion Balance Test. (Observación clínica y análisis de la calidad del movimiento durante el rendimiento en la prueba de equilibrio Star Excursion Balance Test. 10(2).

PMID: 25883865

Neumann, D., (2007). Fundamentos de la rehabilitación física: Cinesiología del sistema musculoesquelético, Badalona, Editorial: Paidotribo. ISBN-13: 978-8480198134

Nordin, M. & Frankel, V., (2013). Bases biomecánicas del Sistema Musculoesquelético. Editorial Wolters Kluwer Health. ISBN:9788415840701

Ortíz, A. & Garcia, A., (2021). Inestabilidad anterior de la rodilla. Guía de práctica clínica basadas en evidencia, 1 (134). <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2022/04/GPC-BE-No-134-Inestabilidad-anterior-de-rodilla-IGSS.pdf>

Pauzenberger, L., Syré, S. y Schurz, M. (2013). "Ligamentization" in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature and a glimpse into the future. ("Ligamentación" en los injertos de tendones isquiotibiales después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior: una revisión sistemática de la literatura y una visión del futuro). 29(10). DOI: 10.1016/j.arthro.2013.05.009

Panesso, M., Tolosa-Guzmán, Ingrid-Alexandra, Trillos-Chacón, Maria-Constanza. (2008). Biomecánica clínica de la rodilla. Editorial Universidad del Rosario https://doi.org/10.48713/10336_3693

Peredo, L., Bárcena, R., y Mecías, M. (2021). Lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) en futbolistas cántabros. Análisis descriptivo de los factores de riesgo. MLS Sport Research, 1 (1). <https://www.mlsjournals.com/Sport-Research/article/view/654>

Picot, B., Terrier, R., Forestier, N., Fourchet, F., McKeon, P., (2021). The Star Excursion Balance Test: An update review and practical guidelines. (La prueba de equilibrio de *Star Excursion*: una revisión actualizada y pautas prácticas). Human Kinetics Journals. 26 (6). <https://doi.org/10.1123/ijatt.2020-0106>

Pró, E., (2012). Anatomía Clínica. Buenos Aires, Bogotá. Editorial médica panamericana.

ISBN: 978-950-06-0565-6-

Repetto A., (2005). Bases biomecánicas para el análisis del movimiento humano. Edición en

CD-ROM. Argentina. Recuperado de:

<http://weblog.maimonides.edu/deportes/archives/basesbiomecanicas.pdf>

Stiffler, M., Sanfilippo, J., Brooks, A., Heiderscheit, B., (2015). Star Excursion Balance Test performance varies by sport in healthy division I collegiate athletes. (El rendimiento de la prueba de equilibrio de excursión de la Estrella varía según el deporte en atletas universitarios saludables de la división I). Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 45 (10). DOI: 10.2519/jospt.2015.5777

Rosales, J., (2018). Resultados de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala de la asunción.

<https://recursosbiblio2.url.edu.gt/tesisjrcd/2018/09/18/Rosales-Jose.pdf>

Rosu, B., Cordun, M., (2022). The Star Excursion Balance Test (SEBT) in Knee sprain recovery. Science, movement and Health. 12 (2). 165-166.

<https://www.analefefs.ro/anale-fefs/2022/i2/pe->

[autori/14.%20RO%C8%98U%20Bogdan,%20CORDUN%20Mariana%202.pdf](https://www.analefefs.ro/anale-fefs/2022/i2/pe-autori/14.%20RO%C8%98U%20Bogdan,%20CORDUN%20Mariana%202.pdf)

Sáez, G. (2018). Relación entre variables antropométricas respecto antecedentes propioceptivos en deportistas chilenos. 19(1). DOI: <https://doi.org/10.29035/rcaf.19.1.3>

Sklempe, K., Katarina, P., Danijela, K., Jelica, S. & Kokic, T. (2023). Star Excursion Balance Test as a Predictor of Musculoskeletal Injury and Lower Back Pain in Non-Professional Soccer Players. (Star Excursion Balance Test como Predictor de Lesiones Musculoesqueléticas y Dolor de Espalda Inferior en Jugadores de Fútbol No Profesionales. 11(7). <https://doi.org/10.3390/sports11070129>

- Saló, J., (2016). Estructura de los ligamentos. Características de su cicatrización. Althaia, Xarxa Assistencial Universitària de Manresa, Manresa, Barcelona. (S8).
<https://www.elsevier.es/es-revista-revista-del-pie-tobillo-366-articulo-estructura-los-ligamentos-caracteristicas-su-X1697219816549387>
- Smale, S. (2017). *Star excursion balance test & dynamic postural control* (Prueba de equilibrio Star Excursion y control postural dinámico), 1 (1).
<https://www.raynersmale.com/blog/2017/8/21/star-excursion-balance-test-dynamic-postural-control>
- Soriano, P., Belloch, S., (2015). Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte. Paidotribo. España. P. 123 a 124, 354 a 357. ISBN: 978-84-9910-180-4
- Stiffler, M., Sanfilippo, J., Brooks, A. & Heiderscheit, B. (2015). Star Excursion Balance Test Performance Varis by Sport in Healthy Division I Collegiate Athletes. (Star Excursion Balance Test Performance varía según el deporte en Healthy Division I Collegiate Athletes). 45(10). <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.5777>
- Tortora, G., Derrickson, B., (2011). Principios de anatomía y fisiología. Panamericana-UNAM, Barcelona, P. 262. ISBN: 9789687988771
- Valderrama, A., Granados, J., Rodríguez, C., Barrera, B., Contreras, E., Uriarte, K. & Arauz, G. (2017). Lesión de ligamento cruzado anterior, 13 (4).
<https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2017/ot174b.pdf>
- Velterop, J. La Elsevier que usted conoce no es la única Elsevier [online]. SciELO en Perspectiva, 2015 [revisado el 12 Mazo 2023]. Recuperado de:
<https://blog.scielo.org/es/2015/04/09/la-elsevier-quested-conoce-no-es-la-unica-elsevier/>

Violante, A. & López, J., (2023). Signo de Romberg: Concepción histórica. 28(2).

<https://doi.org/10.31157/an.v28i2.443>