



Universidad de Valladolid



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO EN DEPORTISTAS
CON RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR. UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Presentado por: Miguel Sanz Tardón

Tutor: Gema Santamaría Gómez

Soria, a 10 de junio de 2025

RESUMEN

Introducción: Las lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) son las más prevalentes en atletas, representando entre 100.000-200.000 lesiones anuales. El LCA tiene mecanorreceptores que ayudan a la propiocepción, sin embargo, los injertos empleados en la reconstrucción no, suponiendo un déficit propioceptivo y aumento del riesgo de relesión. Para suplir estas carencias se ha planteado añadir ejercicios propioceptivos durante la rehabilitación de LCA.

Objetivo: El objetivo principal del estudio fue revisar la evidencia científica disponible sobre los efectos del tratamiento propioceptivo en personas físicamente activas con una reconstrucción de LCA analizando la función, propiocepción, dolor y parámetros biomecánicos.

Metodología: Siguiendo las directrices “*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*” (PRISMA) se revisaron sistemáticamente los estudios registrados de las bases de datos Pubmed, Cochrane y Scopus. Se incluyeron los ensayos clínicos aleatorizados publicados desde el 2015 hasta el 2025 cuyo grupo intervención realizara ejercicio propioceptivo o rehabilitación junto con ejercicio propioceptivo y su grupo control realizara rehabilitación convencional. Para analizar la calidad metodológica se empleó la escala PEDro y para la evaluación de sesgos la herramienta de Cochrane.

Resultados: De los 653 registros identificados en la búsqueda, 7 cumplieron los criterios de selección. En general, la mayoría de los estudios informaron efectos beneficiosos del ejercicio propioceptivo de forma aislada o en combinación con la rehabilitación convencional y no se reportaron efectos adversos, siendo una terapia segura. Los pacientes que realizaron ejercicio propioceptivo mostraron niveles significativamente superiores ($p < 0,05$) de la propiocepción y parámetros biomecánicos frente a la rehabilitación convencional. No hay evidencia de los efectos superiores en la función y el dolor.

Conclusión: La terapia propioceptiva es superior a otras técnicas en la mejora de la propiocepción y los parámetros biomecánicos en pacientes físicamente activos con reconstrucción de LCA. Sin embargo, no se han reportado diferencias en la función y el dolor.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior, reconstrucción, propiocepción, deportistas.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Ligamento cruzado anterior.....	1
1.1.1	Mecanismo lesional:.....	1
1.1.2	Epidemiología:.....	1
1.1.3	Intervención quirúrgica:.....	2
1.2	Terapia propioceptiva.....	3
2.	JUSTIFICACIÓN	3
3.	OBJETIVOS	4
4.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	4
4.1	Estrategia de búsqueda:	4
4.2	Criterios de selección:	5
4.2.1	Criterios de inclusión:	5
4.2.2	Criterios de exclusión:.....	5
4.3	Extracción y síntesis de datos:.....	5
4.4	Evaluación de la calidad metodológica:	5
4.5	Evaluación de sesgos:	5
5	RESULTADOS	6
5.1	Búsqueda bibliográfica:	6
5.2	Evaluación de la calidad metodológica:	8
5.3	Evaluación de sesgos	9
5.4	Características de los participantes y las intervenciones:	10
5.5	Evaluación de los resultados:.....	11
5.5.1	Función	11
5.5.2	Propiocepción.....	11
5.5.3	Dolor	11
5.5.4	Parámetros biomecánicos.....	11
6	DISCUSIÓN	19
6.1	Función	19
6.2	Propiocepción	20
6.3	Dolor	20
6.4	Parámetros biomecánicos	20
6.5	Aplicaciones prácticas	21
6.6	Limitaciones y fortalezas	21

7	CONCLUSIÓN.....	22
8	BIBLIOGRAFÍA.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estrategias de búsqueda empleadas en las diversas bases de datos	4
Tabla 2: Escala PEDro para la evaluación metodológica de los artículos incluidos en la revisión.	8
Tabla 3: Análisis de sesgos según Cochrane de los estudios incluidos en la revisión sistemática	9
Tabla 4: Características de la muestra, objetivo y resultados de los estudios incluidos en la revisión.....	12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección de los estudios seleccionados según las directrices de “ Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA).....	7
Figura 2: Sesgos Cochrane de los artículos incluidos en la revisión sistemática.....	10
Figura 3: Protocolo propuesto de entrenamiento propioceptivo en atletas con RLCA. Fuente: elaboración propia.....	21

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AE: Error absoluto

CE: Error constante

ECA: Ensayo clínico aleatorizado

EVA: Escala visual analógica

GC: Grupo control

GI: Grupo intervención

HTH: Hueso-tendón-hueso

IKDC: Escala del Comité Internacional de documentación de la rodilla

JPS: Joint position sense

LCA: Ligamento cruzado anterior

LCP: Ligamento cruzado posterior

MeSH: *"Medical Subject Headings"*

PRISMA: *"Preferred Reporting Items for Systemmatic Reviews and Meta-Analyses"*

PEDro: *"Physiotherapy evidence database"*

PEP: Prevention Enhance Program

RLCA: Reconstrucción de ligamento cruzado anterior

SLST: Single-leg squat test

VE: Error variable

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior (LCA) se origina en la zona anterior de la meseta tibial, entre las eminencias intercondilares y se dirige a la zona posteromedial del cóndilo femoral externo (1). Los ligamentos cruzados son los encargados de limitar el exceso de movimiento anteroposterior de la rodilla. Si uno de ellos se lesiona, la biomecánica puede verse alterada a causa de los puntos de fijación asimétricos del LCA y del ligamento cruzado posterior (LCP), ya que la longitud y tensión de ellos varía en todos los grados de flexo-extensión (1). Gracias a esta interrelación, la articulación de la rodilla cuenta con un sistema de articulación cruzada de 4 barras, otorgándole estabilidad dinámica. Cuanto más aumenta la flexión de rodilla, el LCA se vuelve más horizontal mientras que el LCP se vuelve más vertical, en relación con la línea articular. Este cambio proporciona a la rodilla estabilidad dinámica en el plano sagital. En extensión completa, el LCA absorbe 75% de la carga de traslación anterior y el 85% entre 30º-90º de flexión (1).

Por tanto, la función principal del LCA es evitar la traslación anterior de la tibia sobre el fémur durante la extensión de rodilla. Cuando existe una deficiencia de LCA, puede producirse una traslación anterior de la tibia en el plano sagital durante la deambulación, cambiando el centro de rotación y produciendo tensión en otras estructuras de apoyo de la rodilla (1). Además, el LCA tiene mecanorreceptores que intervienen en la propiocepción articular de la rodilla, y nociceptores que envían sensaciones dolorosas después de un daño agudo (1).

1.1.1 Mecanismo lesional

Las lesiones de LCA se pueden producir por mecanismo de contacto y sin contacto, siendo las primeras más comunes en hombres y las segundas en mujeres (2). Las lesiones más prevalentes dentro de estas dos son de tipo sin contacto propiamente dicho y con contacto indirecto (3). La bibliografía actual es variada en lo que respecta a los factores de riesgo biomecánicos de la lesión del LCA. Sin embargo, se ha observado que los aterrizajes rígidos, escasa estabilidad central, escasa fuerza de abducción de cadera, aumento del valgo de rodilla y el aterrizaje en posición de golpe de talón pueden aumentar el riesgo de lesión, siendo particularmente frecuentes en las mujeres en comparación con los hombres (2). Por otro lado, también se observa que la carga axial es la principal fuerza responsable de una lesión del LCA sin contacto, creándose una perturbación menor justo antes de producirse la lesión. Estas perturbaciones alteran los patrones motores normales y conducen a una posición incorrecta de la pierna en el contacto inicial con el suelo (4). Indicar que, en el caso de las mujeres y a pesar de que los datos son limitados, factores hormonales tanto endógenos como exógenos, influyen en la laxitud del LCA y pueden modificar el riesgo de lesión (5).

1.1.2 Epidemiología

Las lesiones de rodilla son más frecuentes durante la segunda década de vida, teniendo los hombres una mayor incidencia que las mujeres. De todas las lesiones de rodilla, las lesiones de LCA son las más prevalentes, especialmente en mujeres jóvenes (6). Además, las lesiones de cruzados, tanto LCA como LCP, son las más comunes en la rodilla en atletas, representando entre 100.000-200.000 lesiones anuales (2). Las atletas femeninas presentan un riesgo 1,4 veces

mayor de desgarros del LCA por exposición específica que los atletas masculinos, aunque los jugadores de fútbol masculino tienen un mayor número de lesiones del LCA (7). Por último, recalcar que las lesiones de LCA, sin contacto, representan más de la mitad de todas las lesiones de LCA sufridas en deportes de pelota en equipo, reiterando la mayor proporción de lesiones del LCA sin contacto con respecto al total y que la incidencia fue mayor en mujeres que en hombres en deportes de pelota en equipo (8).

1.1.3 Intervención quirúrgica

El 99% de las lesiones de LCA en atletas requiere una reconstrucción quirúrgica (9). Los tendones isquiotibiales (71,4%) fueron los injertos más utilizados para la reconstrucción de LCA (RLCA) en deportistas profesionales, pero por otro lado, el injerto de tendón rotuliano (32,1%) fue el más utilizado en el fútbol en comparación con otros deportes (9). Se observó que las atletas de alto nivel tienen 3,3 veces más probabilidad de sufrir una RLCA en comparación con los atletas masculinos y que las atletas de segunda división tenían 1,7 veces más probabilidad de RLCA en comparación con las atletas de primera división (10).

Para seleccionar el tipo de injerto se tiene en cuenta las propiedades biológicas y biomecánicas del injerto, además de las exigencias clínicas, las características y expectativas del paciente (11). Para la cirugía hay 2 tipos de injerto: el autoinjerto, siendo este un injerto tomado de una parte del cuerpo y transferido a otra del mismo individuo, y el aloinjerto, siendo este un injerto de tejido u órgano vivo entre dos miembros de la misma especie (12). Dentro de los diversos tipos de injerto, el autoinjerto más utilizado es el hueso-tendón-hueso, o HTH, que presenta la ventaja de tener una fijación inicial más robusta y rápida en comparación con los injertos de tejido blando por la retención de la interfaz, creando una interfaz ósea pura. Además, se observa que en las pruebas de laxitud ha sido sistemáticamente superior en la HTH que, con los injertos de tendones, pero entre sus desventajas se encuentran la falta de coincidencia entre el injerto y túnel, la aparición de dolor en la cara anterior de la rodilla y la fractura de rótula, siendo esta poco frecuente. A continuación, está el autoinjerto del tendón del cuádriceps, con o sin bloqueo óseo. Dicho autoinjerto presenta buenos resultados en términos de laxitud, amplitud de movimiento y satisfacción general entre otro. Hay menos morbilidad en la zona donante, menor tasa de dolor anterior de rodilla y mayor área transversal del injerto en comparación con el HTH. Por otro lado, se utiliza el autoinjerto del tendón isquiotibial, siendo también bastante utilizado como el HTH, pero este presenta una mayor carga de tracción, rigidez y sección transversal. Además, este presenta un mayor tiempo de cicatrización, siendo causa de una mayor tasa de reroturas tempranas tras la RLCA en comparación con el HTH. Por último, se encuentra el aloinjerto, pudiendo ser: del tendón isquiotibial, del cuádriceps, HTH, tibial anterior, tibial posterior y tendón Aquiles. El mayor problema con este tipo de injerto es una mayor tasa de reroturas en pacientes jóvenes (11).

Por otro lado, se observa que los LCA intactos presentan mecanorreceptores que son responsables del funcionamiento propioceptivo. Estos, son sensibles a deformaciones mecánicas y modifican la función neuromuscular por retroalimentación aferente. Sin embargo, las plastias de tendón empleadas en las RLCA no presentan mecanorreceptores apareciendo déficits propioceptivos importantes tras la operación que tendrán que ser tratados durante el proceso de rehabilitación (13). Se ha demostrado que los muñones de LCA poseen mecanorreceptores operativos que dependen de la duración de la lesión y otros aspectos.

Recientes estudios sugieren que el aumento del LCA mediante reconstrucción con preservación del muñón pueden producir resultados clínicos satisfactorios en aspectos como la vascularización, función y propiocepción (13).

Por todo ello, es muy relevante incluir técnicas propioceptivas en la rehabilitación post-quirúrgica de esta patología.

1.2 Terapia propioceptiva

A principios del siglo XIX se describió por primera vez que el músculo esquelético tenía una función sensorial periférica, denominada “sentido muscular”. Experimentos realizados a principios del siglo XX demostraron que los propioceptores dentro del músculo esquelético, tendones y articulaciones están inervados por neuronas sensoriales y desempeñan un papel fundamental en el control del movimiento (14). Las señales propioceptivas permiten percibir la posición y el movimiento de nuestro cuerpo, la fuerza y el esfuerzo generado por los músculos y el peso de los objetos que se levantan. A pesar de que dentro de la cinestesia se agrupa la percepción de la posición y del movimiento, la propiocepción engloba todas estas percepciones. Por lo que, la propiocepción puede definirse como “la conciencia del estado mecánico y espacial del cuerpo y sus partes musculoesqueléticas” (15). Se ha observado que las mejoras en el control propioceptivo son un factor clave para la reducción significativa de lesiones deportivas, como esguinces de tobillo, de rodilla y dolor lumbar (16). Por otro lado, se ha visto, que el deterioro del equilibrio está influido por diversos factores dependiendo del carácter de la práctica deportiva, la intensidad de la estimulación propioceptiva inducida por el tipo de ejercicio, la altura de saltos y su duración. Además, en el caso del fútbol, la fatiga aumenta el tiempo de contacto con el suelo, asociándose con el deterioro del equilibrio dinámico (17). Por último, decir que la relación entre la propiocepción y el rendimiento deportivo es existente, ya que se observa que el entrenamiento propioceptivo mejora significativamente aspectos del rendimiento, aunque puede variar en función de ciertos factores como el sexo, la edad o el tipo de deporte. Aun así, se puede decir que el entrenamiento propioceptivo mejora la agudeza propioceptiva, fuerza muscular, función motora, coordinación y equilibrio (18).

2. JUSTIFICACIÓN

La lesión de LCA es una de las patologías más prevalentes en el mundo deportivo, llevando a la sociedad a cuestionar cuales son las mejores terapias y tratamientos para conseguir una recuperación óptima, después de un proceso quirúrgico. Como se ha comentado en la introducción, el LCA tiene mecanorreceptores que ayudan a la propiocepción, sin embargo, tras la lesión se afectan o destruyen, además, los injertos utilizados no tienen inicialmente mecanorreceptores funcionales como el original, e incluso con el tiempo puede haber una reinervación parcial pero nunca igualaría al LCA nativo, lo que supone un déficit de propiocepción y un riesgo importante de relesión. Por eso se plantea que realizar ejercicios propioceptivos durante la rehabilitación puede ser una opción terapéutica especialmente interesante.

A pesar de la importancia del trabajo de propiocepción en las lesiones de LCA, sigue sin haber conclusiones firmes sobre los beneficios de emplear técnicas propioceptivas en la recuperación post-quirúrgica en personas físicamente activas. Bajo nuestro conocimiento solo se han realizado 2 revisiones sistemáticas que abordan este problema y han reconocido las siguientes

limitaciones: la revisión de Cooper et al. (19), incluyeron pacientes con RLCA y pacientes con lesión de LCA sin operar, por lo que se debe tener precaución con los resultados obtenidos y el efecto reflejado. Por otro lado, en el estudio de Arumugam et al. (20), los estudios incluidos presentaban limitaciones metodológicas y no se valoraron propiedades psicométricas propioceptivas.

Por ello es necesario realizar una revisión sistemática rigurosa que indique los beneficios que realmente proporciona la terapia propioceptiva en la rehabilitación post-quirúrgica del LCA, una de las patologías más frecuentes en el ámbito deportivo.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal del estudio fue revisar la evidencia científica disponible sobre los efectos del tratamiento propioceptivo en personas físicamente activas con una RLCA analizando aspectos como función, dolor, propiocepción y parámetros biomecánicos.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

La siguiente revisión sistemática se realizó siguiendo las directrices *“Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses”* (PRISMA) (21).

4.1 Estrategia de búsqueda

Se realizó la pregunta de investigación utilizando el modelo PICO del siguiente modo:

- P (Población): población físicamente activa con una reconstrucción quirúrgica de LCA.
- I (Intervención): protocolo de ejercicio propioceptivo o rehabilitación junto con ejercicios propioceptivos.
- C (Comparación): rehabilitación convencional.
- O (Outcomes): función, dolor, propiocepción y parámetros biomecánicos.
- S (Diseño del estudio): ensayos clínicos aleatorizados.

La búsqueda se realizó entre febrero y mayo de 2025 utilizando las bases de datos Pubmed, Cochrane y Scopus. Se utilizó una combinación de términos *“Medical Subject Headings”* (MeSH) y términos libres como *“Proprioceptive”, “Proprioceptive exercises”, “Neuromuscular”, “anterior cruciate ligament”, “ACL”, “reconstruction”, “quirúrgico”, “Athletes”, “Physically active people”, “Active people”, “Sport”*; unidos con los operadores booleanos *“AND”* y *“OR”*. Durante el proceso de búsqueda se añadió el filtro de ensayo clínico aleatorizado. La estrategia de búsqueda empleada en las diferentes bases de datos ha sido detallada en la tabla 1.

Tabla 1: Estrategias de búsqueda empleadas en las diversas bases de datos

Base de datos	Estrategia de búsqueda
Pubmed	(proprioceptive or proprioceptive exercises or neuromuscular) AND (anterior cruciate ligament OR ACL) AND (reconstruction OR quirurgico) AND (Athletes OR physically active people OR active people OR sport)
Cochrane	(proprioceptive or proprioceptive exercises or neuromuscular) AND (anterior cruciate ligament OR ACL) AND (reconstruction OR

	quirurgico) AND (Athletes OR physically active people OR active people OR sport)
Scopus	(proprioceptive OR proprioceptive AND exercises OR neuromuscular) AND (anterior AND cruciate AND ligament OR acl) AND (reconstruction OR quirurgico) AND (athletes OR physically AND active AND people OR active AND people OR sport)

4.2 Criterios de selección

4.2.1 Criterios de inclusión

Para realizar la selección de los estudios se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: 1) población físicamente activa con RLCA, 2) tratamiento propioceptivo o rehabilitación convencional junto con ejercicios de propiocepción, 3) grupo control (GC) realizando rehabilitación convencional, 4) estudios donde evalúen función, propiocepción, dolor, parámetros biomecánicos, 5) ensayos clínicos aleatorizados, 6) publicaciones en español, inglés, francés o italiano.

4.2.2 Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellos que: 1) En la intervención se realizaran exclusivamente ejercicios de fuerza o estimulación transcraneal 2), La población tuviera lesiones ligamentosas, óseas o musculares diferentes o concomitantes al LCA, 3) Que la población fuera de edad avanzada, 4) No ser estudios originales, 5) Fueran publicados antes de 2015.

4.3 Extracción y síntesis de datos

De cada estudio incluido en la revisión se extrajo: el apellido del primer autor, año de publicación, país donde se llevó a cabo, tamaño de la muestra, tipo de intervención realizada en grupo experimental y en el GC, objetivo del estudio, parámetros evaluados y resultados obtenidos.

4.4 Evaluación de la calidad metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los ensayos se utilizó la escala PEDro. Dicha herramienta consta de 11 ítems con respuesta dicotómica, siendo “Sí” la suma de 1 punto y siendo “No” la suma de 0 puntos. La puntuación de dicha escala es: menos de 4 los autores la consideran “baja calidad”, de 5-6 “aceptable” y mayor a 7 “alta calidad”. Recaltar que si el primer ítem se respondiera con un “No” se debería de excluir el artículo.

4.5 Evaluación de sesgos

Para evaluar el riesgo de sesgo de los ensayos incluidos en esta revisión se utilizó la herramienta Cochrane. Esta herramienta consta de 7 ítems, y cada uno se clasifica en “bajo riesgo”, “alto riesgo” y “riesgo poco claro”.

5 RESULTADOS

5.1 Búsqueda bibliográfica:

La búsqueda bibliográfica resultó en un total de 653 registros procedentes de Pubmed (n=67), Cochrane (n=108), y Scopus (n=478). No se registró ningún estudio adicional en fuentes como Research Gate ni en listas de referencias de estudios relevantes. Tras la eliminación de los duplicados (n= 35), se analizaron los títulos y resúmenes de las 618 publicaciones restantes. 587 fueron eliminadas por no estar relacionadas con el tema de interés (n = 495), por no ser ensayos clínicos aleatorizados (n = 30), estar publicados con anterioridad al 2015 (n = 37), tener un grupo control incorrecto (n = 25). Los 31 ensayos restantes fueron examinados a texto completo, eliminándose 24 por no haberse finalizado el estudio (n= 8), por el tipo de estudio (n = 3), no encontrarse el texto completo (n = 2), población en el grupo intervención (GI) o GC sin lesión (n = 9) y por las variables analizadas (n = 2). Se seleccionaron los artículos que cumplían los criterios de selección, siendo un total de 7 (22–28), que se incluyeron en la revisión sistemática (Figura 1).

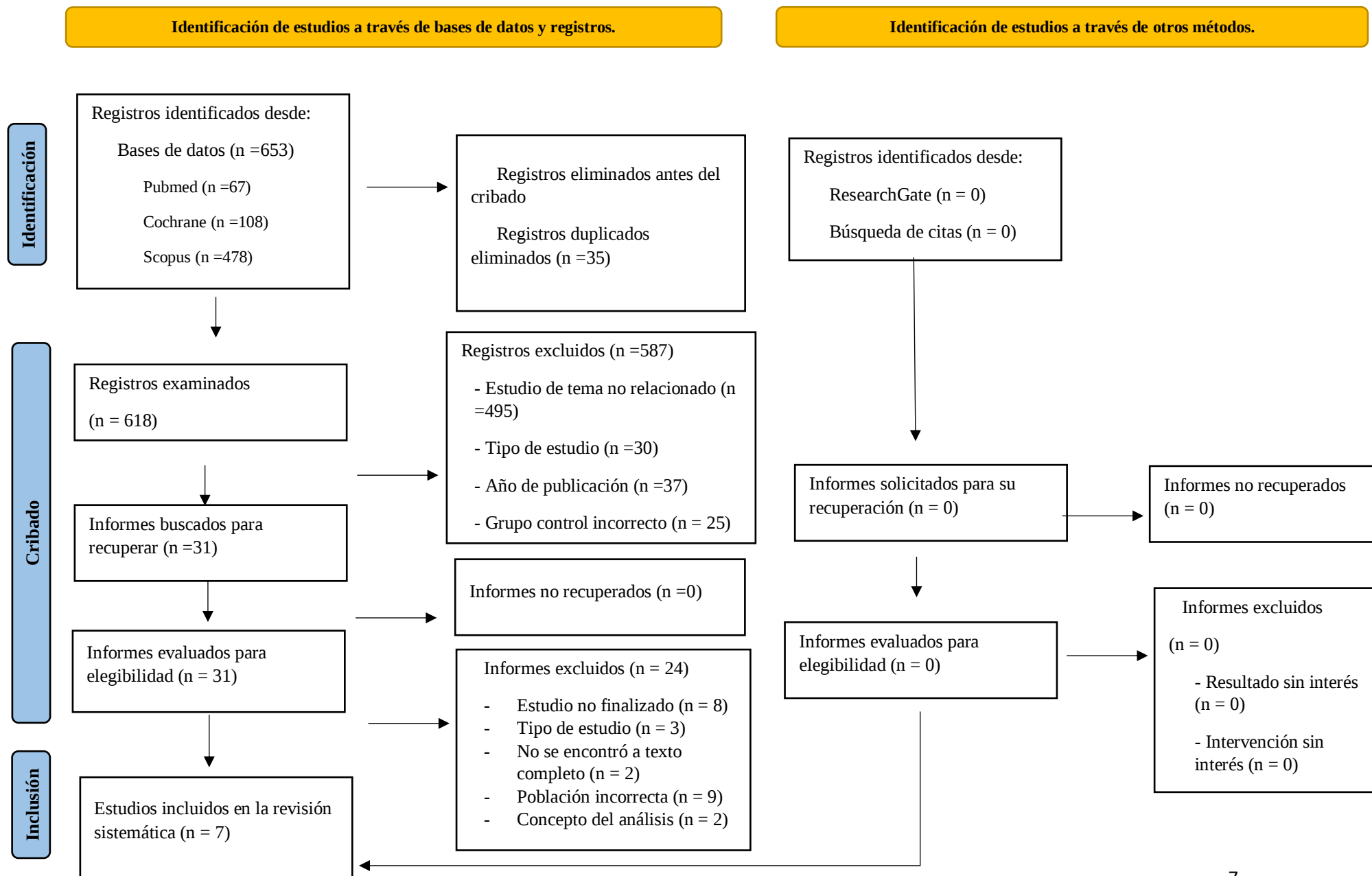


Figura 1: Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección de los estudios seleccionados según las directrices de "Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA)".

5.2 Evaluación de la calidad metodológica:

La evaluación de la calidad metodológica mediante la escala PEDro ha sido reflejada en la Tabla 2. Cuatro de los artículos obtuvieron una puntuación igual o mayor a 7, lo que equivale a una calidad metodológica alta (22,24–26), mientras que los 3 restantes obtuvieron puntuaciones de 4 y 5, suponiendo una calidad baja y aceptable respectivamente (23,27,28). Debido al tipo de intervención, los terapeutas y los participantes conocían el grupo al que fueron asignados, por ello no cumplen el ítem de cegamiento.

Tabla 2: Escala PEDro para la evaluación metodológica de los artículos incluidos en la revisión.

ESTUDIO	ITEMS											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Capin et al. 2021 (28)</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4/10
<i>Ghaderi et al. 2020 (24)</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
<i>Ghaderi et al. 2021 (25)</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
<i>Hajouj et al. 2021 (22)</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
<i>Hajouj et al. 2021 (26)</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
<i>Kaiyaperumal et al. 2022 (27)</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	5/10
<i>Queen et al. 2021 (23)</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5/10
Ítems de la escala Pedro: 1. Criterios de elegibilidad 2. Asignación aleatoria 3. Asignación oculta 4. Similitud de los grupos al inicio 5. Cegamiento de los sujetos 6. Cegamiento de los terapeutas 7. Cegamiento del evaluador 8. Medidas de al menos unos de los resultados clave se obtuvieron en > 85% de los sujetos 9. Análisis por intención a tratar 10. Comparación estadística entre grupos 11. Medidas puntuales y de variabilidad												

5.3 Evaluación de sesgos

La evaluación de sesgos se representa en la Tabla 3 y figura 2. Se observa que uno de los estudios presenta la máxima puntuación, siendo de 6 (25), cuatro de ellos presentaron una puntuación de 5 (22,24,26,27) y 2 de ellos presentaron una puntuación de 3 (23,28). Todos los estudios mostraron alto riesgo en el cegamiento de los participantes (22–28), y 6 en el cegamiento de los evaluadores de los resultados (22–24,26–28). Por el contrario, todos los estudios mostraron bajo riesgo en la generación aleatoria de la secuencia, datos de resultados incompletos y otros sesgos (22–28).

Tabla 3: Análisis de sesgos según Cochrane de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Autor y Año	1	2	3	4	5	6	7
Capin et al. 2021 (28)							
Ghaderi et al. 2020 (24)							
Ghaderi et al. 2021 (25)							
Hajouj et al. 2021 (22)							
Hajouj et al. 2021 (26)							
Kaiyaperuma I et al. 2022 (27)							
Queen et al. 2021 (23)							
Ítems del cuestionario Cochrane: 1. Generación aleatoria de la secuencia 2. Ocultamiento de la asignación 3. Cegamiento de los participantes y del personal 4. Cegamiento de los evaluadores de los resultados 5. Datos de resultados incompletos 6. Notificación selectiva de los resultados 7. Otros sesgos							

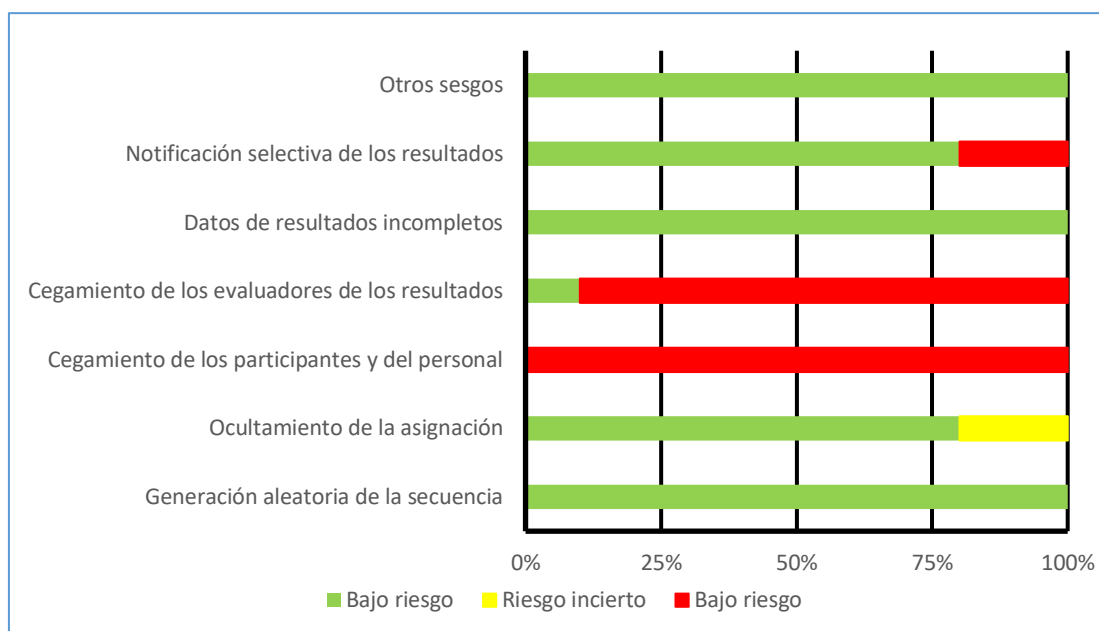


Figura 2: Sesgos Cochrane de los artículos incluidos en la revisión sistemática.

5.4 Características de los participantes y las intervenciones

Se incluyeron 7 ensayos clínicos aleatorizados (22–28), de los cuales 1 era un estudio piloto (23). Los estudios incluidos se realizaron en Estados Unidos (23,28), Irán (22,24–26) e India (27).

Las características de los pacientes se muestran detalladas en la tabla 4. La muestra total fue de 227 sujetos, de los cuales 226 sujetos completaron los estudios. Además, hay que decir que uno de los artículos no especificó el número de participantes que formaba en cada grupo (23). Las edades comprendidas entre los participantes fueron de 20 a 30 años. Todos los ensayos que especificaron el género de los participantes indicaron que su muestra era completamente masculina (22,24–26,28). Además, en 5 de los estudios, comunicaban el tipo de injerto utilizado (22,24–26,28). En 1 de ellos indicaba si eran autoinjertos o aloinjertos (28), en 2 de ellos el tipo de injerto especificado era el autoinjerto de isquiotibiales (24,25), en otros 2 indicaba injerto de isquiotibiales (22,26).

Respecto a las características de las intervenciones, 1 estudio planteó la misma duración del protocolo, frecuencia y duración de las sesiones para el GC y GI, diferenciándose el tipo de intervención a realizar (28). Por el contrario, los 6 estudios restantes no presentan una equidad de duración en frecuencia, tiempo del protocolo, duración de las sesiones entre el GC y el GI (22–27). La duración de los protocolos fue de 5 (28), - 6 (22,23,26) y 8 semanas (24,25,27). Cada semana se realizaron 2 (22–26,28) o 3 sesiones (24,25,27). Las sesiones fueron supervisadas por profesionales cualificados (23–26,28). La intervención utilizada en cada grupo es especificada en la tabla 4.

5.5 Evaluación de los resultados

Los parámetros evaluados y los resultados obtenidos tras las intervenciones han sido expuestos en la tabla 4.

5.5.1 Función

Los cambios producidos en la función se evaluaron en 4 de los estudios incluidos en la revisión sistemática (22,25–27). Las escalas de valoración utilizadas fueron la escala del Comité Internacional de documentación de la rodilla (IKDC) (22,25–27) y la prueba de salto con una pierna (One-legged hop test) (27). Todos los estudios presentaron mejorías estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en la función del GI respecto a la línea base (22,25–27). Sin embargo, únicamente 1 de los estudios obtuvo mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) respecto al GC (25), mientras que los 3 restantes no encontraron cambios ($p > 0,05$) (22,26,27).

5.5.2 Propiocepción

En 4 de los estudios incluidos en la revisión sistemática se evaluaron los cambios sobre la propiocepción (22,24–26). En todos los estudios la herramienta utilizada para su valoración fue el test de sentido de posición articular o “Joint Position Sense”. En los 2 estudios de Hajouj et al. (22,26) se midió el error absoluto (AE), error variable (VE) y el error constante (CE). En los 4 estudios, se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el GI respecto a la línea base (22,24–26). Dentro de estos 4, en los de Hajouj et al. (22,26) no se observaron mejoras significativas ($p > 0,05$) sobre el CE. Todos los estudios mostraron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) respecto al GC (22,24–26), pero en los estudios de Hajouj et al. no se observaron mejoras estadísticamente significativas ($p > 0,05$) respecto al CE (22,26).

5.5.3 Dolor

En 2 de los 7 estudios incluidos en la revisión evaluó el dolor (22,26), utilizando la escala EVA. En dicho estudio, se obtuvo una mejora significativa ($p < 0,05$) del dolor en el GI respecto a la línea base. Por el contrario, no se encontraron cambios estadísticamente significativos ($p > 0,05$) respecto al GC.

5.5.4 Parámetros biomecánicos

En 3 de los ensayos se estudiaron parámetros biomecánicos (23,25,28), utilizando sistemas de análisis de movimiento con cámaras para los datos cinemáticos y en los datos cinéticos se utilizó una plataforma de fuerza. En 2 de ellos se colocaron marcadores retrorreflectivos en puntos de referencia anatómica (25,28). Respecto a la línea base, 1 estudio reportó mejoras significativas ($p < 0,05$) (25).

Tabla 4: Características de la muestra, objetivo y resultados de los estudios incluidos en la revisión.

Autor y país	Tipo de estudio y año	Tamaño y características de la muestra	Intervención	Objetivo	Parámetros evaluados	Resultados
Capin et al. (28) Estados Unidos	ECA 2017	$n_i = 40$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 40$); 40 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 23 ± 7 años RLCA unilat. (Autoinjerto = 27, Aloinjerto = 13) GI (G. SAP + PERT): $n_i = 20$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 20$); 20 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 23 ± 6 Tipo de injerto: Autoinjerto = 13, Aloinjerto = 7 Mecanismo de lesión: Contacto = 9, NO Contacto = 11 Semanas desde la cirugía (media $\pm$ SD) = 22 ± 7	GI (G. SAP + PERT): Ejercicios del G. SAP + entrenamiento de perturbación (2 sesiones/semana, siendo nº de sesiones totales = 10) GC (G. SAP): Ejercicios de prevención de lesión de LCA, agilidad y pliometría (2 sesiones/semana, siendo nº de sesiones total = 10)	Evaluar el efecto de dos versiones del protocolo de entrenamiento ACL – SPORTS sobre la mecánica de la marcha de cadera y rodilla después de una RLCA	KFA: ángulo de flexión de rodilla HFA: ángulo de flexión de cadera	GI: Cambios con la línea base $\leftrightarrow$: KFA y HFA GI vs GC $\leftrightarrow$: KFA y HFA

		GC (G. SAP): $n_i = 20$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 20$); 20 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 24 ± 9 Tipo de injerto: Autoinjerto = 14, Alloinjerto = 6 Mecanismo de lesión: Contacto = 9, NO Contacto = 11 Semanas desde la cirugía (media $\pm$ SD) = 23 ± 8				
Ghaderi et al. (24) Irán	ECA 2020	$n_i = 24$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 24$); 24 ♂. Tipo de injerto: Autoinjerto de tendón isquiotibial GI: $n_i = 12$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 12$); 12 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 27.2 ± 3.4	GI: Programa de entrenamiento neuromuscular: (2-3 sesiones/semana, siendo nº total de sesiones 22 y nº total de semanas 8) GC: Rutina típica de habilidades	Evaluar el efecto de un entrenamiento neuromuscular sobre la propiocepción de la rodilla en atletas que habían regresado al deporte después de una RLCA	Propiocepción: Knee position sense error	GI: Cambios con la línea base ↑*: Knee position sense ($p < 0,01$) GI vs GC ↑*: Knee position sense

		Tiempo desde la cirugía (meses $\pm$ SD) = 7.8 ± 1.7 GC: $n_i = 12$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 12$); 12 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 26.9 ± 4.1 Tiempo desde la cirugía (meses $\pm$ SD) = 7.5 ± 1.4	relacionadas con su deporte			
Ghaderi et al. (25) Irán	ECA 2021	$n_i = 25$ (1 pérdida $\rightarrow n_f = 24$); 24 ♂. RLCA con autoinjerto de tendón isquiotibial. GI: $n_i = 12$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 12$); 12 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 26.9 ± 4.1 Tiempo desde cirugía (meses $\pm$ SD) = 7.8 ± 1.7 GC:	GI: Programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas (3 sesiones por semana desde la semana 1 hasta la 6 y 2 sesiones por semana en las semanas 7 y 8) GC: Rutina de entrenamiento enfocada en habilidades específicas	Examinar los efectos de un programa de entrenamiento neuromuscular que enfatiza la atención externa sobre la biomecánica, propiocepción de la rodilla y función informada del paciente en atletas con RLCA y completaron la rehabilitación	Función: IKDC Propiocepción: Knee Joint Position Sense (JPS) Pruebas de biomecánica: Cinemáticos: PTH PHF PKF PKA PKRot. Int	GI: Cambios con la línea base ↑*: IKDC, PTF, PHF, PKA, PKRot, Int., PRF, PKAbd Moment, JPS, PKF, PAnt. Tibial SF, PKExt. Moment, Loading rate GI vs GC ↑*: JPS, IKDC, PTF, PHF, PRF, PKF, PKA, PKRot. Int., PAnt. Tibial SF, PKExt. Moment, PKAbd Moment, Loading Rate

		$n_i = 12$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 12$); 12 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 27.2 ± 3.3 Tiempo desde cirugía (meses $\pm$ SD) = 7.5 ± 1.4	de su deporte durante 8 semanas	postoperatoria convencional	Cinéticos: PFT PAnt. Tibial SF PKExt. Moment PKAbd Moment Loading Rate	
Hajouj et al. (22) Irán	ECA 2021	$n_i = 38$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 38$); 38 ♂. RLCA con injerto de tendón isquiotibial GI: $n_i = 19$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 19$); 19 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 23.79 ± 3.04 GC: $n_i = 19$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 19$); 19 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 24.68 ± 3.78	Programa de rehabilitación terrestre acelerada desde el día 1 postoperatorio (7 semanas). En la 7ª semana: GI: Programa de rehabilitación terrestre acelerada + Entrenamiento propioceptivo acuático (2 sesiones/semana de 45-60min durante 6 semanas) GC:	Evaluar la efectividad de agregar el entrenamiento propioceptivo acuático al protocolo convencional de rehabilitación acelerada en tierra en la función de rodilla y posición articular en atletas masculinos después de la RLCA.	Propiocepción: Sentido de la posición articular activa (Joint Position Sense/JPS). Cuantifica: AE, VE, CE Dolor: EVA Función de rodilla: IKDC	GI: Cambios con la línea base $\uparrow^*$: AE, VE, IKDC, EVA $\leftrightarrow$: CE GI vs GC $\uparrow^*$: AE, VE $\leftrightarrow$: CE, EVA, IKDC

			Programa de rehabilitación terrestre acelerada (3 sesiones/semana de 60-75min durante 6 semanas)			
Hajouj et al. (26) Irán	ECA 2021	$n_i = 30$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 30$); 30 ♂. RLCA con injerto de tendón isquiotibial GI: $n_i = 15$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 15$); 15 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 23.14 $\pm$ 3.03 GC: $n_i = 15$ (0 pérdidas $\rightarrow n_f = 15$); 15 ♂. Edad (media $\pm$ SD) = 24.33 $\pm$ 3.68	Protocolos de rehabilitación convencional similares de acuerdo con el programa de rehabilitación terrestre acelerada desde el día 1 postoperatorio (9 semanas). En la 9ª semana: GI: Programa de rehabilitación terrestre acelerada + Entrenamiento propioceptivo (2 sesiones/semana de 45-60min durante 6 semanas)	Investigar la efectividad de incorporar un entrenamiento propioceptivo en tierra al protocolo convencional de rehabilitación acelerada sobre el sentido de la posición articular y la función de la rodilla en atletas masculinos después de una RLCA.	Propiocepción: Joint Position Sense (JPS). Cuantifica: AE, VE, CE Dolor: VAS Función de rodilla: IKDC	GI: Cambios con la línea base $\uparrow^*$: AE, VE, IKDC, EVA $\leftrightarrow$: CE GI vs GC $\uparrow^*$: AE, VE $\leftrightarrow$: CE, EVA, IKDC

			GC: Rehabilitación convencional (3 sesiones/semana de 60-75min durante 6 semanas)			
Kaiyaperumal et al. (27) India	ECA 2022	$n_i = 30$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 30$); 30. Edad: 18-25 años GI: $n_i = 15$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 15$); 15. GC: $n_i = 15$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 15$); 15.	GI: Entrenamiento propioceptivo (17min) GC: Entrenamiento PEP (3 sesiones/semana de 22min durante 8 semanas)	Encontrar un programa de ejercicios efectivo que prevenga la recurrencia de la lesión de LCA.	Función de rodilla: IKDC. Predictor de lesión de LCA: Single Leg Hop Test.	GI: Cambios con la línea base $\uparrow^*$: IKDC, Single Leg Hop Test GI vs GC $\leftrightarrow$: IKDC, Single Leg Hop Test
Queen et al. (23) Estados Unidos	ECA 2021	$n_i = 40$ (0 pérdida $\rightarrow n_f = 40$); 40. Edad: 14-21 años	GI: Programa de entrenamiento con biofeedback = feedback visual + feedback táctil (12 sesiones no consecutivas durante 6	Busca incluir la evaluación y restauración de la simetría del movimiento y la carga antes de que los pacientes retomen la práctica	Momento máximo de extensión de rodilla Fuerza de reacción al suelo Simetría de la amplitud de movimiento de la	GI: Cambios con la línea base GI vs GC $\uparrow^*$: Momento máximo de extensión de rodilla, F reacción al suelo, Amplitud de movimiento de rodilla en plano frontal

			semanas. 3 series x 10rep/ sesión. 20seg de descanso entre los ensayos y 10min entre ejercicios de retroalimentación visual y táctil) GC: Programa de control de atención (1 vez/semana durante 6 semanas. 3 fueron presenciales y las 3 restantes online, produciéndose de manera alternativa)	deportiva sin restricciones	rodilla en el plano frontal (Flexión máxima de rodilla, Ángulo de flexión de rodilla)	
--	--	--	---	-----------------------------	---	--

Abreviaturas: ↑* estadísticamente significativo, ↔: sin cambios significativos, ♂: hombre, AE: error absoluto, CE: error constante, ECA: ensayo clínico aleatorizado, EVA: escala visual analógica, GC: grupo control, GI: grupo intervención, HFA: ángulo de flexión de la cadera, IKDC: Escala del Comité Internacional de documentación de la rodilla, JPS: joint position sense, KFA: ángulo de flexión de rodilla, LCA: ligamento cruzado anterior, n_f: muestra final, n_i: muestra inicial, PAnt. Tibial SF: peak anterior tibial shear force (fuerza máxima de cizallamiento tibial anterior), PEP: Prevention Enhance Program (programa de mejora de la prevención), PHF: peak hip flexion (flexión máxima de rodilla), PKA: peak knee abduction (pico de abducción de rodilla), PKAbd Moment: peak knee abduction moment (momento máximo de abducción de la rodilla, PKExt. Moment: peak knee extension moment (momento máximo de extensión de la rodilla), PKF: peak knee flexion (flexión máxima de rodilla), PKRot. Int: peak knee internal rotation (pico de rotación interna de la rodilla), PRF: peak reaction force (fuerza de reacción máxima), PTF: peak trunk flexion (flexión máxima del tronco), RLCA: reconstrucción de ligamento cruzado anterior, SD: desviación estándar, VE: error variable

6 DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión fue analizar los efectos de la terapia propioceptiva en personas físicamente activas con una RLCA dada la prevalencia e importancia que conlleva esa lesión y la inmersa utilización de tratamientos, y en especial, protocolos convencionales, para obtener unas condiciones óptimas de cara a su regreso al deporte. Un total de 7 ensayos clínicos aleatorizados cumplieron los criterios de selección y fueron incluidos en la revisión sistemática (22–28).

En general, la terapia propioceptiva de forma aislada o en combinación con la rehabilitación convencional, ha demostrado ser una herramienta eficaz que mejora parámetros como la función, la propia propiocepción, y el dolor en atletas con RLCA, no habiendo un consenso sobre sus efectos en los parámetros biomecánicos. Además, ha mostrado ser significativamente superior ($p < 0,05$) que la rehabilitación convencional en la mejora de la propiocepción y parámetros biomecánicos. Sin embargo, no se han reportado diferencias en la función y el dolor.

Importante destacar que ninguno de los 7 ensayos revisados mostró que la fisioterapia convencional sea superior a la terapia propioceptiva en ninguno de los parámetros evaluados. Dicho esto, se puede afirmar con que la terapia propioceptiva puede ser una opción significativamente superior, o por lo menos, igual que la convencional para tratar atletas con RLCA. Además, ningún estudio reportó efectos secundarios de la terapia propioceptiva, demostrando ser una estrategia de tratamiento segura.

6.1 Función

La función es un parámetro de gran relevancia para los atletas, ya que necesitan presentar la máxima funcionalidad posible para desempeñar correctamente su práctica deportiva. Todos los artículos (22,25–27) que midieron dicho parámetro encontraron mejoras significativas ($p < 0.05$) para el GI respecto a la línea base, lo que confirma que la terapia propioceptiva de por sí, es beneficiosa en el tratamiento de las RLCA para la mejora de la función. Sin embargo, no se observan cambios entre grupos en 3 de ellos (22,26,27). Estos hallazgos, al menos en 2 de ellos (22,26), pueden deberse a que el protocolo de tratamiento del GI utilizado es el mismo en ambos ensayos. Otra posibilidad podría ser que la aplicación de un programa de rehabilitación acelerada junto con un programa propioceptivo, ya sea acuático o terrestre, no presentan cambios significativos empleándolos conjuntamente, por lo que sería necesario realizar futuras investigaciones que comparasen las terapias por separado. Sin embargo, el único estudio que combinó la propiocepción con ejercicios de fuerza si presentó mejoras significativas, por lo que se puede decir que la utilización de propiocepción y fuerza (25), es beneficiosa para la función. Por otro lado, en el artículo de Boer et al. (29), donde la muestra son pacientes físicamente activos, se observa que la utilización de la reparación con sutura de LCA combinada con aumento dinámico, en comparación con la reconstrucción utilizando isquiotibiales autólogos, presenta al menos, los mismos resultados sobre la función. Por otra parte, en el estudio de Hall et al. (30), se observa que el 45% de los pacientes presentan déficits neuromusculares persistentes en la prueba single – leg squat test (SLST) y puntuaciones más bajas en el IKDC a los 6 meses de realizar un protocolo estandarizado de rehabilitación acelerada, por lo que es importante confirmar y asegurarse al finalizar los tratamientos que la función presenta condiciones óptimas, además de que un protocolo estandarizado de rehabilitación

acelerada no consigue recuperar dichas condiciones, o al menos por sí solo. Por el contrario, el estudio de Jiang et al. (31), sugiere que el entrenamiento propioceptivo mejora el rendimiento funcional de la rodilla y que presenta una función cinemática mejor en comparación que el entrenamiento de rehabilitación común.

6.2 Propiocepción

Es interesante observar los cambios producidos en la propia propiocepción, ya que la posición y sentido articular se ve afectado en la RLCA. En este sentido, Suner et al. reportaron que la propiocepción es deficiente en pacientes sometidos a una RLCA en comparación con pacientes sanos (32). En los 4 estudios se observan mejoras significativas para el GI respecto a la línea base (22,24–26), por lo que el trabajo propioceptivo mejora la propiocepción. Además, todos los estudios encuentran mejoras significativas respecto al GC (22,24–26). Estas mejoras podrían deberse a que en 2 de los 4 estudios (24,25), además de la propiocepción utilizan ejercicios de fuerza, por lo que se podría decir que la utilización de terapia propioceptiva junto con fuerza mejora los valores propioceptivos. A su vez, los 2 estudios restantes (22,26), se utiliza entrenamiento propioceptivo y también se observan mejoras significativas, por lo que utilizar únicamente terapia propioceptiva también produce mejoras en la propia propiocepción. De acuerdo con los resultados de esta revisión, Xu et al. (33), observaron que la terapia propioceptiva mejoraba la propiocepción tras RLCA en personas no activas. Además, se observa que la utilización de autoinjerto isquiotibial o injerto artificial es igual de segura para recuperar la propiocepción, añadiendo que hay mayor diferencia significativa dando igual el tipo de injerto sobre el error JPS a los 3 meses tras la RLCA que a los 12.

6.3 Dolor

El dolor es un factor bastante difícil de manejar y evaluar, lo que supone un reto para las investigaciones. Aun así, se evaluó en 2 de los estudios (22,26), obteniéndose mejoras significativas para el GI respecto a la línea base, pero no se obtuvieron cambios significativos respecto al GC. Estos resultados podrían deberse a que la evaluación del dolor, y más utilizando escalas como la EVA, que presentan un formato subjetivo, puede verse condicionada por las emociones, actitudes personales, etc., aunque es cierto que con la utilización de ejercicio propioceptivo se han observado mejoras significativas en cuanto a la reducción del dolor (34).

6.4 Parámetros biomecánicos

Se ha reportado que los pacientes que presentan alteraciones en los parámetros biomecánicos o asimetrías respecto al lado contralateral sano tienen un alto riesgo de relesión de LCA (23). De este modo, Petero et al. (35) observaron que la cinética de la cadera en el plano transversal y la cinemática de la rodilla en el plano frontal durante el aterrizaje, los momentos de rodilla en el plano sagital al aterrizar y los déficits de estabilidad postural predijeron una relesión después de una RLCA en atletas. Además de esto, Picot et al. (36), observaron que una estrategia propioceptiva de dirección del tobillo, en vez de tener una estrategia propioceptiva desde la zona lumbar, presenta mayor riesgo de lesión de LCA en maniobras de corte lateral por menor actividad del semitendinoso, mayor actividad del vasto lateral o mayor rotación interna del tobillo antes y durante la fase de apoyo, entre otros. Los resultados obtenidos en el GI respecto a la línea base no son concluyentes. 1 de los artículos presentaron cambios significativos (25), otro no se observaron diferencias significativas (28), y el restante no

proporcionó los resultados (23) respecto a la línea base. Sin embargo, los datos obtenidos en comparación con el GC muestran que 2 de los estudios presentan cambios significativos (23,25), y que el restante no muestra diferencias significativas (28). Estos resultados podrían explicarse porque los 2 ensayos que obtuvieron resultados positivos realizaron los ejercicios propioceptivos en combinación con otras terapias como la de fuerza y atención externa que se dio con instrucciones fijas durante los ejercicios (25), o biofeedback con atención táctil o visual (23), demostrando que el uso de propiocepción añadiéndole terapia de fuerza, biofeedback o focos atencionales externos mejoran dicho parámetro.

6.5 Aplicaciones prácticas

A lo largo de la discusión, se ha observado que ninguno de los ensayos revisados mostró que la fisioterapia convencional sea superior a la terapia propioceptiva en ninguno de los parámetros evaluados (22–28), afirmando con que la terapia propioceptiva puede ser una opción significativamente superior, o por lo menos, igual que la convencional para tratar atletas con RLCA. Siguiendo los resultados de esta revisión, se ha unificado la gran variedad de programas de ejercicio propioceptivo diseñado para atletas con RLCA planteando un protocolo basado en la evidencia de los 7 artículos incluidos en la revisión (22–28).

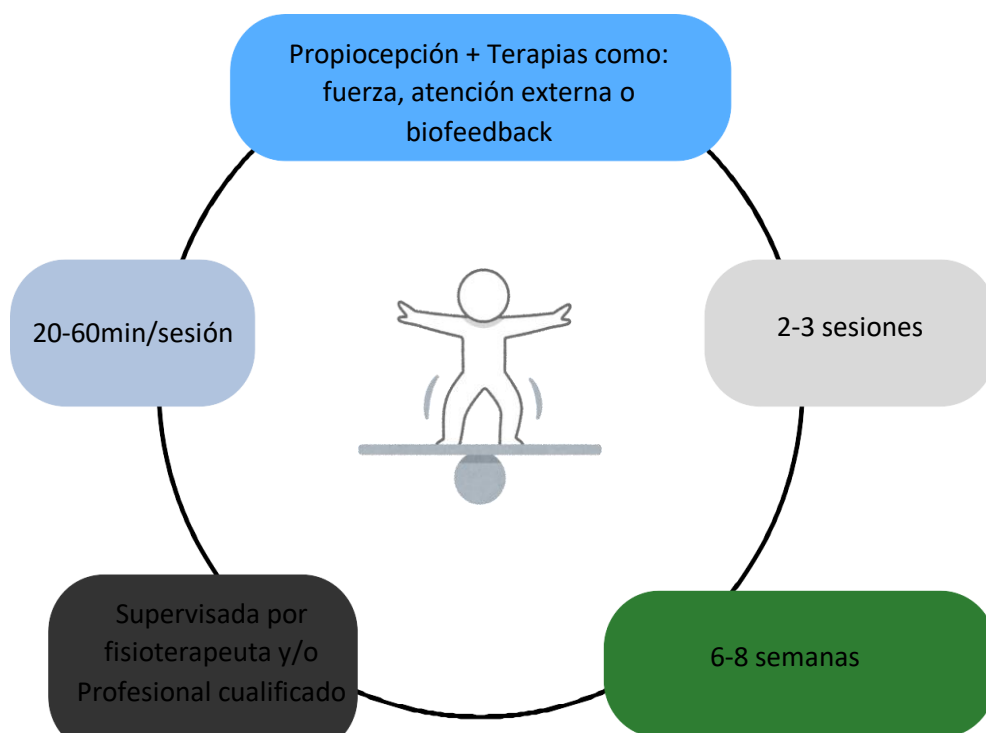


Figura 3: Protocolo propuesto de entrenamiento propioceptivo en atletas con RLCA.

Fuente: elaboración propia

6.6 Limitaciones y fortalezas

En primer lugar, decir que los 5 estudios (22,24–26,28) que especificaron el género de su muestra incluyeron únicamente a hombres, por lo que los resultados de la presente revisión no son extrapolables a mujeres. Es necesario que futuros estudios evalúen los efectos de la terapia propioceptiva en la rehabilitación post-quirúrgica de LCA en población femenina dada la mayor prevalencia de dicha lesión en mujeres.

A pesar de haber seguido las recomendaciones PRISMA y realizar la búsqueda estructurada en 3 bases de datos solo 7 estudios cumplieron los criterios de selección. Las intervenciones realizadas por estos estudios fueron muy heterogéneas, siendo difícil establecer duraciones concretas de las sesiones, la frecuencia de aplicación de la terapia propioceptiva y, un protocolo específico. La mayoría de los estudios seleccionados aplicaron la terapia propioceptiva después de realizar, aunque sea durante un breve periodo de tiempo, un protocolo convencional, por lo que para futuros estudios sería interesante observar si aparecen cambios significativos desde primera estancia utilizando la terapia propioceptiva. Además, parte de los estudios no siguieron protocolos de terapia propioceptiva aislada, sino que la combinaron con otras terapias complementarias como ejercicios de fuerza. En sí esto no tiene por qué ser una limitación porque durante la práctica clínica habitual es común combinar diferentes tipos de terapias con el objetivo de maximizar la recuperación del paciente, sin embargo, la heterogeneidad de protocolos dificulta la comparación de resultados entre estudios. Por otro lado, escalas como la EVA presentan cierta dificultad a la hora de establecer los efectos del tratamiento, por lo que para futuras investigaciones sería conveniente establecer escalas objetivas en parámetros como el dolor para corroborar dichos resultados. Además, hay que indicar que ninguno de los artículos cegó a los participantes ni al personal, siendo cierto que por el tipo de estudio que se realiza es imposible, o al menos, muy difícil realizar dicho cegamiento, pero si es cierto que se podría haber cegado a los evaluadores de los resultados, donde solo en un artículo se hizo.

En definitiva, es importante destacar la necesidad de estudios mucho más específicos en cuanto a sexo de la muestra, tiempos de tratamiento y protocolos, estudios con alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo, y utilización únicamente de la terapia propioceptiva.

7 CONCLUSIÓN

- La terapia propioceptiva aislada o en combinación con otras terapias ha demostrado ser una herramienta de tratamiento eficaz en la mejora de la función, propiocepción y el dolor en atletas con RLCA, no habiendo un consenso sobre sus efectos en los parámetros biomecánicos.
- La terapia propioceptiva es superior a otras técnicas en la mejora de la propiocepción y los parámetros biomecánicos. Sin embargo, no se han reportado diferencias en la función y el dolor.
- Ningún estudio ha mostrados que la rehabilitación convencional u otras terapias sean superiores a la terapia propioceptiva en ninguno de los parámetros evaluados. Por lo que la terapia propioceptiva es superior o por lo menos igual que la rehabilitación convencional.
- La terapia propioceptiva es una estrategia de tratamiento segura
- Es necesario desarrollar protocolos estructurados de la terapia propioceptiva que unifiquen las diversas formas de aplicación. Así como futuros estudios deben evaluar los efectos de la terapia propioceptiva en mujeres.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2020;28(3):80–6.
2. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3826.
3. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, Nابیuzzi A, Tosarelli F, Zaffagnini S, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *Br J Sports Med*. 2020;54(23):1423–32.
4. Boden BP, Sheehan FT. Mechanism of non-contact ACL injury: OREF Clinical Research Award 2021. *J Orthop Res*. 2022;40(3):531–40.
5. Mancino F, Gabr A, Plastow R, Haddad FS. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Bone Joint J*. 2023;105-B(10):1033–7.
6. Maniar N, Verhagen E, Bryant AL, Opar DA. Trends in Australian knee injury rates: An epidemiological analysis of 228,344 knee injuries over 20 years. *Lancet Reg Health West Pac*. 2022;21:100409.
7. Bram JT, Magee LC, Mehta NN, Patel NM, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2021;49(7):1962–72.
8. Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, McKay MJ, Sullivan J, Fuller CW, et al. Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure Type. *Sports Med*. 2022;52(10):2447–67.
9. Bloch H, Reinsberger C, Klein C, Luig P, Krutsch W. High revision arthroscopy rate after ACL reconstruction in men's professional team sports. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2023;31(1):142–51.
10. Castellanos Dolk D, Hedevik H, Stigson H, Wretenberg P, Kvist J, Stålmán A. Nationwide incidence of anterior cruciate ligament reconstruction in higher-level athletes in Sweden: a cohort study from the Swedish National Knee Ligament Registry linked to six sports organisations. *Br J Sports Med*. 2025;59(7):470-9.
11. Musahl V, Engler ID, Nazzari EM, Dalton JF, Lucidi GA, Hughes JD, et al. Current trends in the anterior cruciate ligament part II: evaluation, surgical technique, prevention, and rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(1):34–51.
12. Pujji O, Keswani N, Collier N, Black M, Doos L. Evaluating the functional results and complications of autograft vs allograft use for reconstruction of the anterior cruciate ligament: A systematic review. *Orthop Rev (Pavia)*. 2017;9(1):6833.

13. Fleming JD, Ritzmann R, Centner C. Effect of an Anterior Cruciate Ligament Rupture on Knee Proprioception Within 2 Years After Conservative and Operative Treatment: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2022;52(5):1091–102.
14. Shadrach JL, Gomez-Frittelli J, Kaltschmidt JA. Proprioception revisited: where do we stand? *Curr Opin Physiol*. 2021;21:23–8.
15. Heroux ME, Butler AA, Robertson LS, Fisher G, Gandevia SC. Proprioception: a new look at an old concept. *J Appl Physiol* (1985). 2022;132(3):811–4.
16. Riva D, Bianchi R, Rocca F, Mamo C. Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *J Strength Cond Res*. 2016;30(2):461–75.
17. Zemková E. Sport-specific balance. *Sports Medicine*. 2014;44(5):579–90.
18. Yılmaz O, Soylu Y, Erkmen N, Kaplan T, Batalik L. Effects of proprioceptive training on sports performance: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2024;16(1):149.
19. Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Research in Sports Medicine*. 2005;13(2):163–78.
20. Arumugam A, Björklund M, Mikko S, Häger CK. Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: A systematic review and GRADE evidence synthesis. *BMJ Open*. 2021;11(5):e049226.
21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ*. 2021;372:n71.
22. Hajouj E, Hadian MR, Mir SM, Talebian S, Ghazi S. Effects of innovative land-based proprioceptive training on knee joint position sense and function in athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Arch Neurosci*. 2021;8(1):1-10.
23. Queen RM, Peebles AT, Miller TK, Savla J, Ollendick T, Messier SP, et al. Reduction of Risk Factors for ACL Re-injuries using an Innovative Biofeedback Approach: rationale and Design. *Contemp Clin Trials Commun*. 2021;22:100769.
24. Ghaderi M, Letafatkar A, Almonroeder TG, Keyhani S. Neuromuscular training improves knee proprioception in athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2020;80:105157.
25. Ghaderi M, Letafatkar A, Thomas AC, Keyhani S. Effects of a neuromuscular training program using external focus attention cues in male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021;13(1):49.
26. Hajouj E, Hadian MR, Mir SM, Talebian S, Ghazi S. Effects of Innovative Aquatic Proprioceptive Training on Knee Proprioception in Athletes with Anterior Cruciate

- Ligament Reconstruction: a Randomized Controlled Trial. *Arch Bone Jt Surg*. 2021;9(5):519-26.
27. Kaiyaperumal AB, Babu S, Paulraj M, Sudhan P. Prevention enhance program (pep) with proprioceptive training on the recurrence of acl injury for post-acl reconstruction among football players. *NeuroQuantology*. 2022;20(19):143-8.
 28. Capin JJ, Zarzycki R, Arundale A, Cummer K, Snyder-Mackler L. Report of the Primary Outcomes for Gait Mechanics in Men of the ACL-SPORTS Trial: secondary Prevention With and Without Perturbation Training Does Not Restore Gait Symmetry in Men 1 or 2 Years After ACL Reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(10):2513-22.
 29. Boer BC, Hoogeslag RAG, Brouwer RW, Demmer A, Huis In't Veld RMHA. Self-reported functional recovery after reconstruction versus repair in acute anterior cruciate ligament rupture (ROTOR): A randomized controlled clinical trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):127.
 30. Hall MP, Paik RS, Ware AJ, Mohr KJ, Limpisvasti O. Neuromuscular evaluation with single-leg squat test at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2015;3(3):2325967115575900.
 31. Jiang L, Zhang L, Huang W, Zeng Q, Huang G. The effect of proprioception training on knee kinematics after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized control trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2022;35(5):1085–95.
 32. Suner Keklik S, Güzel N, Çobanoğlu G, Kafa N, Ataoğlu MB, Öztemür Z. Evaluation of proprioception in patients who underwent acl reconstruction: Measurement in functional position. *Turk J Med Sci*. 2021;51(4):2036–42.
 33. Xu C, Liu T, Wang M, Liu C, Li B, Lian Q, et al. Comparison of proprioception recovery following anterior cruciate ligament reconstruction using an artificial graft versus an autograft. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):1056.
 34. Ordahan B, Küçükşen S, Tuncay I, Salli A, Uşurlu H. The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2015;28(3):531–7.
 35. Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(10):1968–78.
 36. Picot B, Lempereur M, Morel B, Forestier N, Rémy-Néris O. Lack of Proprioceptive Strategy Modulation Leads to At-Risk Biomechanics for Anterior Cruciate Ligament in Healthy Athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2024;56(5):942–52.

