

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**Tratamiento de fisioterapia aplicado a las roturas de ligamento
cruzado anterior intervenidas mediante cirugía:
revisión bibliográfica.**

AUTOR: Casado Santos, Juan Manuel.

TUTOR: García Valentín, Marina.

Departamento: Patología y Cirugía.

Curso académico 2022-2023.

Convocatoria de Junio.

ÍNDICE:

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	6
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
6. RESULTADOS.....	10
7. DISCUSIÓN.....	12
8. CONCLUSIONES.....	16
9. ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS.....	17
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24



1. RESUMEN

Introducción: El Ligamento Cruzado Anterior (LCA) es un elemento intraarticular cuya función es controlar el movimiento anterior de la tibia y la rotación tibial, dándole estabilidad a la rodilla. Su lesión es habitual entre deportistas cuya actividad incluya saltos, aterrizajes o cambios de dirección, generando problemas emocionales, sociales, físicos y económicos. Los propósitos claves en la recuperación son recuperar el rango de movilidad, la fuerza muscular y volver a niveles previos de actividad.

Objetivos: Investigar y comparar qué intervenciones de fisioterapia producen mejores resultados en los pacientes tras la reconstrucción de ligamento cruzado anterior (RCLA).

Material y método: Búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Cochrane, PEDro, Science Direct, Scopus y Web of Science de ensayos publicados a partir de 2010.

Resultados: Se obtienen un total de diez ensayos clínicos tras haber utilizado los criterios de inclusión y exclusión, en los cuales se muestran diferentes protocolos de intervención en fisioterapia.

Conclusiones: Existe evidencia de que un trabajo de fuerza y propiocepción preoperatorio, acompañado tras la cirugía de un protocolo de entrenamiento neuromuscular, de fortalecimiento con estimulaciones eléctricas, un entrenamiento cruzado, ejercicios pliométricos y de fortalecimiento de cadera mejoran la potencia de la musculatura y la función de la rodilla.

Palabras clave: “Ligamento Cruzado Anterior”, “Rehabilitación ACL”, “Fisioterapia”, “Intervenciones quirúrgicas”.

2. ABSTRACT

Introduction: The Anterior Cruciate Ligament (ACL) is an intra-articular element whose function is to control the anterior movement of the tibia and tibial rotation, giving stability to the knee. His injury is common among athletes whose activity includes jumping, landing or changing direction, generating emotional, social, physical and economic problems. The key purposes in recovery are to regain range of motion, muscle strength, and return to previous levels of activity.

Objective: To investigate and compare which physiotherapy interventions produce better results in patients after ACL reconstruction.

Material and methods: Bibliographic search in the Pubmed, Cochrane, PEDro, Science Direct, Scopus and Web of Science databases, of trials published from 2010.

Results: A total of ten clinical trials are obtained after having used the inclusion and exclusion criteria, in which different intervention protocols in physiotherapy are shown.

Conclusions: There is evidence that preoperative strength and proprioception work, accompanied after surgery by a protocol of neuromuscular training, strengthening with electrical stimulation, cross training, plyometric exercises, and hip strengthening improve muscle power and function of the muscles around the knee.

Keywords: “Anterior Cruciate Ligament”, “ACL rehabilitation”, “physiotherapy”, “surgical procedures, operative”.

3. INTRODUCCIÓN.

Para entender la lesión de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) es necesario realizar un recordatorio sobre la anatomía de la articulación. La articulación de la rodilla está formada por fémur, tibia, rótula, meniscos y los ligamentos; estos últimos, cuya función es dar estabilidad a la rodilla y evitar que se realicen excesivos movimientos, tienen mucha importancia para nuestro trabajo.

El LCA, en particular, es un elemento intraarticular muy importante; se origina en la zona anterior intercondílea de la tibia y se inserta en la zona posterior del cóndilo femoral externo. Este está formado por fibras de colágeno, así pues, su función es controlar el movimiento anterior de la tibia y la rotación tibial, asistiendo también a movimientos de varo y valgo de rodilla (1,2,3).

La lesión de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) es comparativamente habitual entre deportistas en los cuales la actividad incluye movimientos de cambios de dirección, saltos, aterrizajes o pivotajes (1,2,4). Este es el ligamento que más se lesiona de la articulación de la rodilla (100.000-200.000 roturas por año) representando el 60% de las intervenciones quirúrgicas de jóvenes deportistas, generando problemas emocionales, sociales, físicos y económicos. (4,5,6,9).

Respecto a los factores de riesgo, existen una serie de factores no modificables tales como el sexo, edad, estatura, laxitud articular, valgo de rodilla, etc. En cuanto a los factores de riesgo modificables, encontramos el deporte practicado, la activación del Core, la propiocepción, factores ambientales como el equipamiento a la hora de practicar el deporte, etc. (4,6). Además, se ha demostrado que la incidencia es de 3 a 7 veces mayor en mujeres ya que puede ser causado por un incremento en el valgo de rodilla, mayor laxitud articular, recurvatum y efectos hormonales de estrógeno (2,4,6,7,8,9,10).

Conviene hablar del mecanismo de lesión de dicha estructura. Puede ocurrir por mecanismo directo como un traumatismo o por mecanismo indirecto, sin contacto; este último es de especial importancia ya que el 70% de las lesiones de LCA son de este tipo, ocurriendo en la mayoría de los casos tras una desaceleración y un cambio de dirección con el pie plantado en el suelo. Como hemos dicho anteriormente, el valgo de rodilla combinado con una rotación interna de la tibia es un factor que predispone a la lesión de LCA, por lo que hay que observar la posición y cinemática de las extremidades inferiores.(1,2,8,9)

Tras la rotura del LCA es importante realizar una historia clínica completa. Generalmente, hay signos que indican que existe patología del LCA, como inestabilidad anteroposterior tras realizar la prueba de Lachman o la prueba del cajón anterior. Complementario a estas pruebas, existen los diagnósticos de imagen para confirmar la patología, como la resonancia magnética que es especialmente preciso para evaluar la lesión asociada del cartílago, ligamentos y meniscos (2,3,9).

Existen dos formas para el tratamiento de la lesión: un tratamiento conservador en el que se lleva a cabo ejercicios de fortalecimiento para la musculatura que protege la rodilla; y un tratamiento quirúrgico para aquellas personas que quieren mantener un estilo de vida activo físicamente. Se ha demostrado que la mayoría de los pacientes (80%) que se someten al tratamiento quirúrgico regresan a la actividad y alcanzan una mejor calidad de vida, mientras que los que optan por el tratamiento conservador tienen una menor función de la rodilla, y es más, un tercio de ellos requerirán una reconstrucción tardía del ligamento. (2,3,11)

Dentro del tratamiento quirúrgico, el procedimiento que más se utiliza en la actualidad es la reconstrucción artroscópica con autoinjertos de isquiotibiales con los que se consigue reducir el dolor de la rodilla y la pérdida de fuerza de la musculatura extensora, es decir, se consigue una mejor estabilidad de la rodilla. (12)

Después de la operación, nos adentramos en el proceso clave de esta revisión, la recuperación. En este proceso influyen factores como el tipo de reconstrucción, factores psicológicos o la rehabilitación prequirúrgica y postquirúrgica (1). Teniendo en cuenta todo lo mencionado, los propósitos principales son reestablecer el rango de movilidad, recuperar la fuerza muscular de la extremidad, mejorar el control neuromuscular y volver a los niveles previos de la lesión (2,3).

Es importante destacar que, tras la reconstrucción, existe un riesgo de re-lesión de LCA ipsilateral o contralateral en las personas que vuelven a niveles altos de competición.

Existen algunos factores de riesgo de re-lesión como el género masculino o un mecanismo de lesión directo asociado, es decir, traumático. Dicho esto, es importante una intervención que incluya un entrenamiento neuromuscular, ejercicios de mejora de la fuerza excéntrica, ejercicios de propiocepción y la introducción de ejercicios pliométricos, entre otros, para una vuelta a la actividad más segura en cuanto a factores funcionales, psicológicos y biomecánicos.(13,14,15,16)

Debido a la alta prevalencia de la lesión y las consecuencias que ésta conlleva, considero necesaria realizar esta revisión para conocer la efectividad de las intervenciones de fisioterapia llevadas a cabo tras la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior según la evidencia encontrada.

4. OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Investigar y comparar qué intervenciones de fisioterapia producen mejores resultados en los pacientes tras la reconstrucción de ligamento cruzado anterior (RLCA).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar diferentes protocolos de tratamiento del LCA en base a la evidencia científica.
- Valorar la calidad de los estudios añadidos en esta revisión.
- Evaluar la efectividad de los diferentes tratamientos fisioterapéuticos.



5. MATERIAL Y MÉTODOS.

Esta revisión ha sido aprobada por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche bajo el código COIR: TFG.GFI.MGV.JMCS.230426.

El presente estudio consiste en una revisión bibliográfica. Para ello, se ha realizado una búsqueda bibliográfica en los meses de enero, febrero y marzo de 2023, a través de las siguientes bases de datos: Pubmed, Cochrane, PEDro, Science Direct, Scopus y Web of Science. En la búsqueda se han utilizado una serie de palabras clave: “Anterior Cruciate Ligament”, “ACL rehabilitation”, “physiotherapy”, “surgical procedures, operative”, tras averiguar previamente los descriptores exactos en Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS); y unidas todas ellas a través del enlace booleano “AND”. El proceso de la búsqueda y la cantidad de artículos totales son reflejados en un diagrama de flujos (**Figura 1**).

Respecto a los criterios de inclusión, en esta revisión se han incluido ensayos clínicos realizados en humanos con una edad comprendida entre 13 y 50 años. La intervención sobre el tratamiento y la fisioterapia de LCA ha sido el criterio de elección para escoger los artículos que han sido llevados a estudio. Los artículos han sido seleccionados teniendo en cuenta que estuviesen publicados a partir de 2010 y hasta el año actual, 2023. Con relación al sexo, no se ha diferenciado entre hombres y mujeres, por lo que se incluyen ambos en nuestro estudio. Por último, los artículos han sido evaluados según su calidad metodológica por la escala PEDro, y para su inclusión en el estudio, el resultado debía ser mayor o igual a 5 (**Tabla 2**).

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión, se han excluido de nuestra revisión metaanálisis, reseñas, revisiones sistemáticas e intervenciones llevadas a cabo en animales; también aquellas personas menores a 13 años y mayores de 50 años, los artículos publicados antes del 2010, aquellos

que estaban repetidos o no hablasen sobre la patología del LCA y los que no superaban la puntuación de 5 en la escala PEDro.

- ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA:

- PUBMED

Las palabras clave utilizadas fueron “Anterior Cruciate Ligament” AND “ACL rehabilitation” AND “physiotherapy” AND “surgical procedures, operative” con las que se obtienen 91 resultados. Se realiza un filtrado por título y abstract obteniendo 17 resultados, de los que se seleccionan 4 artículos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

- COCHRANE

Las palabras clave utilizadas fueron “Anterior Cruciate Ligament” AND “ACL rehabilitation” AND “physiotherapy” con las que se obtienen 50 resultados. Se realiza un filtrado por título y abstract obteniendo 15 resultados, de los que se selecciona 1 artículo tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

- PEDro

Las palabras clave utilizadas fueron “Anterior Cruciate Ligament” AND “ACL rehabilitation” con las que se obtienen 65 resultados. Se realiza un filtrado por título y abstract obteniendo 20 resultados, de los que se seleccionan 7 artículos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

- SCIENCE DIRECT

Las palabras clave utilizadas fueron “Anterior Cruciate Ligament” AND “ACL rehabilitation” AND “physiotherapy” con las que se obtienen 53 resultados. Se realiza un

filtrado por título y abstract obteniendo 14 resultados, de los que no se selecciona ningún artículo tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

- SCOPUS

Las palabras clave utilizadas fueron “Anterior Cruciate Ligament” AND “ACL rehabilitation” AND “physiotherapy” con las que se obtienen 119 resultados. Se realiza un filtrado por título y abstract obteniendo 18 resultados, de los que no se selecciona ningún artículo tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

- WEB OF SCIENCE

Las palabras clave utilizadas fueron “Anterior Cruciate Ligament” AND “ACL rehabilitation” AND “physiotherapy” con las que se obtienen 8 resultados. Se realiza un filtrado por título y abstract obteniendo 1 resultado, de los que no se selecciona ningún artículo tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

6. RESULTADOS.

Una vez detallado el proceso de búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión, hemos realizado un filtrado por título y resumen de los artículos resultantes, obteniendo un total de 10 artículos a estudio.

Los artículos encontrados fueron ensayos clínicos controlados y aleatorizados en los que se muestran diferentes protocolos de intervención tras la lesión de LCA.

En cuanto a la población incluida en los estudios, ésta ha ido variando, dependiendo de los sujetos disponibles; la mayoría de los ensayos ha contado con más de 30 sujetos seleccionados, excepto dos que contaban con 23 y 24 participantes (17,22). Por otra parte, la población estaba dividida en 2 grupos en casi todos los estudios, a excepción de dos ensayos en los cuales se dividió a la población en 3 grupos (23,24). Para terminar, todos los ensayos incluían a hombres y mujeres, salvo cuatro que solo estudiaba únicamente a varones (17,24,25,26).

Las intervenciones llevadas a estudio han consistido en un ensayo que valoraba la efectividad de un programa preoperatorio con ejercicios de equilibrio y resistencia (17); un ensayo acerca del inicio temprano de las actividades en cadena cinética abierta (18); dos ensayos sobre el entrenamiento excéntrico y concéntrico progresivo (19), pero uno de ellos es llevado a cabo en el miembro contralateral (23); un ensayo valorando la mejoría de los sujetos que realizaban un entrenamiento neuromuscular, funcional y específico de alta intensidad con respecto a otro grupo de baja intensidad (20); un ensayo sobre los efectos de introducir ejercicios de fortalecimiento de cadera (21); un ensayo sobre los efectos del ejercicio pliométrico (22); dos ensayos valorando la efectividad de electroestimulación (24,25) y por último, un ensayo acerca de la efectividad de incluir ejercicios propioceptivos acuáticos junto a la rehabilitación convencional (26).

Cabe destacar que las intervenciones han tomado como instrumentos de medida en la mayoría de los estudios las pruebas de salto a una pierna, el nivel de actividad Tegner- escala Lysholm, el formulario IKDC, la fuerza muscular extensora de la rodilla, entre otros.

Como hemos mencionado anteriormente, los artículos han sido evaluados por la escala PEDro para identificar si son válidos y si tienen la información suficiente para ser incluidos en nuestro estudio. La puntuación media ha sido de 7,8. Lo que se traduce en que la calidad metodológica de los ensayos es buena. Toda la información está recogida en la **Tabla 2**.

Al final, se muestran las tablas con toda la información recogida de los artículos. (**Tabla 1**)



7. DISCUSIÓN.

La revisión llevada a cabo tiene como objetivo investigar y comparar qué intervenciones producen mejores resultados en los pacientes tras la RLCA, analizando diferentes protocolos de tratamiento del LCA en base a la evidencia científica, valorando la calidad metodológica de los estudios añadidos en esta revisión y evaluando la efectividad de los diferentes tratamientos fisioterapéuticos, para finalmente conocer las pautas de intervención más adecuadas tras una rotura del LCA.

Para conocer las intervenciones más adecuadas, se han revisado diez ensayos en los que se observan distintas técnicas de tratamiento, valorando las fortalezas y debilidades de cada uno de los estudios. Todos ellos han demostrado tener efectos positivos en los sujetos seleccionados, en especial, sobre la fuerza muscular que es de vital importancia tras la reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior.

En primer lugar, un entrenamiento preoperatorio de fuerza y propiocepción ha demostrado mejores efectos, reduciendo el dolor e incrementando la función de la rodilla. Sin embargo, la fuerza muscular únicamente mejoró antes de la reconstrucción, ya que tras 12 semanas no se encontraron diferencias entre ambas extremidades. Estos resultados pueden deberse a ciertas limitaciones del estudio debido a que el seguimiento se llevó a cabo hasta 12 semanas tras la reconstrucción y se requiere un seguimiento a largo plazo para evaluar a la memoria muscular, la cual puede mejorar más allá de los tres meses tras la reconstrucción. Otra de las limitaciones que podría causar sesgos, es que el estudio se llevó a cabo en personas jóvenes y activas, teniendo éstas una mayor motivación que otras personas menos activas. Un dato relevante, fue que ninguno de los sujetos tuvo una recaída después de 15 meses (17). Diversos estudios han demostrado que los resultados pueden mostrarse incluso dos años después de la intervención quirúrgica, sin embargo, se desconoce cuál es el tratamiento óptimo de rehabilitación preoperatoria (27).

Tras la reconstrucción del LCA, se ha demostrado que el inicio temprano (a partir de 4 semanas) de las actividades en cadena cinética abierta resulta en una mejoría de la fuerza muscular del cuádriceps

,sin causar laxitud anterior de rodilla con un rango restringido entre 90° - 45°. Una limitación del estudio fue que no se evaluaron los valores de laxitud preoperatoria ni postoperatoria, por lo que no se sabe cómo la reconstrucción pudo afectar a laxitud de la articulación. Comparando con otros estudios, se ha demostrado que los ejercicios en cadena cinética cerrada mejorarían la movilidad de la articulación ya que se pueden usar desde el momento en que desaparezca el dolor por lo que estos tipos de ejercicios deben de ser complementarios (1,28).

Respecto al entrenamiento excéntrico y concéntrico se demuestra una mejoría en cuanto a la función de la rodilla y a la calidad de vida, pero en términos de fuerza no se demuestra que existe una mejora; estos resultados pueden ser debido al pequeño tamaño de la muestra que puede que sea insuficiente para detectar cambios entre ambos grupos (19). Estos resultados difieren de lo obtenido en un entrenamiento cruzado, el cual consiste en el entrenamiento unilateral de la extremidad no lesionada produciendo una mejora de la fuerza en la extremidad afectada observando una mejoría de la fuerza muscular del cuádriceps, debido a que este tipo de entrenamiento introducido en las primeras semanas puede llegar a disminuir los impulsos inhibitorios de origen central, provocando una mejor activación neuromuscular de la extremidad contralateral y resultando en cambios en la extremidad intervenida (22).

El entrenamiento neuromuscular, funcional y específico de alta intensidad y de inicio temprano(4 semanas) ha demostrado tener efecto en la mejora de la potencia de la musculatura extensora con respecto al entrenamiento de baja intensidad. Una de las principales fortalezas de este estudio es que se pudo evaluar la pérdida de fuerza durante las primeras 7 semanas y su consiguiente recuperación, mediante un equipo de medición que permite discriminar entre la extremidad afectada y la extremidad sana. Por otro lado, este estudio tiene algunas limitaciones ya que tuvo una alta tasa de abandono y los tiempos entre grupos desde la lesión hasta la cirugía fueron distintos (20). A su vez, un entrenamiento neuromuscular acompañado de estimulaciones eléctricas ha demostrado ser efectivo para la recuperación de la fuerza muscular del cuádriceps , mejorar la función de la rodilla y reducir

el dolor. Existe evidencia de que este tipo de intervenciones con estimulaciones eléctricas pueden comenzar a utilizarse desde la primera semana tras la cirugía (24,25,31).

Acerca del fortalecimiento de cadera, se ha observado que influyen en el desarrollo de la función de la extremidad afecta en los tres primeros meses, pero se necesita más investigación ya que en este estudio no se midió la fuerza de la musculatura glútea, por lo que no se sabe la ganancia real. Así pues, comparando con otro estudio se llega a la conclusión de que se debe relacionar la fuerza de abducción de cadera y el peso corporal para una vuelta a niveles previos de la lesión tras la reconstrucción del LCA (29).

Referente al ejercicio pliométrico, se ha demostrado que 8 semanas de pliometría ha tenido efectos positivos sobre la función de la rodilla y el estado psicosocial, sin tener en cuenta la intensidad del ejercicio. Se necesita más investigación ya que el estudio no tenía grupo control porque todos los sujetos habían sido intervenidos. A su vez, comparando con otro estudio, se llega a la conclusión de que el ejercicio pliométrico mejora la agilidad y la potencia, facilitando los cambios de dirección o mejorando saltos y aterrizajes, sin embargo, su utilización es escasa en las últimas etapas de rehabilitación (30).

Por último, y no menos importante, se ha demostrado que las intervenciones propioceptivas son fundamentales para recuperar la fuerza, el rango de movimiento e integrar el injerto tras la reconstrucción de LCA (26). Este estudio se llevó a cabo en el medio acuático y tiene algunas limitaciones ya que no se llevaron a cabo pruebas funcionales, pero la conclusión es, que gracias a las propiedades del agua conviene introducirlos en un programa de entrenamiento .

Existen muchos artículos publicados sobre la rehabilitación del LCA, pero lo cierto es que hay que individualizar el tratamiento. No obstante, existen pautas a aplicar a toda persona tras una RLCA como mejorar el rango articular o la recuperación de fuerza en cuádriceps e isquiotibiales, entre otros.

Existe la necesidad de crear un consenso acerca del protocolo a seguir para mejorar los tiempos de recuperación y la seguridad de que la persona vuelve al nivel anterior a la lesión (1,32).

LIMITACIONES:

La revisión actual se ha llevado a cabo realizando una búsqueda bibliográfica utilizando la metodología descrita ,con la que se obtiene únicamente ensayos clínicos controlados aleatorizados, por lo que se han podido ignorar artículos que podrían haber sido interesantes. Del mismo modo, se han excluido artículos anteriores a 2010, que igualmente podrían haber sido relevantes. Por otra parte, se realiza una comparación con otros estudios para comparar la efectividad de las intervenciones y sus conclusiones posteriores.



8. CONCLUSIONES.

Tras haber analizado diferentes protocolos de intervención, se llega a la conclusión de que:

- No existe un protocolo en la rehabilitación del LCA para concluir qué intervenciones producen mejores resultados, por lo que se necesita más investigación para crear un plan de tratamiento a seguir.
- Sin embargo, se ha demostrado que existe evidencia de que el trabajo de fuerza y propiocepción preoperatorio y postoperatorio está relacionado con una mejora de la función de la rodilla y con la prevención de recaídas tras la cirugía, demostrándose que el medio acuático favorece la recuperación.
- A su vez, tras la operación, existe evidencia de que un inicio temprano de los ejercicios de alta intensidad en cadena cinética abierta complementarios con ejercicios en cadena cinética cerrada, acompañados de estimulaciones eléctricas ha demostrado una mejora en la potencia de la musculatura extensora y de la función de la rodilla, al igual que un entrenamiento de la extremidad contralateral.
- Por último, para volver a niveles previos de la lesión y evitar recaídas, conviene introducir ejercicios pliométricos y de fortalecimiento de cadera en el protocolo de intervención.

9. ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS:

Tabla 1: Información sobre los estudios seleccionados.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	POBLACIÓN	OBJETIVO	INTERVENCIÓN	MEDIDAS DE RESULTADO	RESULTADOS
Shaarani S. R. et al, 2013.	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Pacientes entre 18-45 años con rotura aislada de LCA.	23 hombres divididos en 2 grupos: -Grupo control:9 -Grupo Intervención: 14	Investigar los efectos de un programa preoperatorio de entrenamiento de resistencia y propiocepción de 6 semanas.	Programa de ejercicios de 6 semanas antes a la cirugía que consistían en ejercicios de equilibrio y entrenamiento de la resistencia. 2 sesiones en gimnasio intercaladas con 2 sesiones en casa. Cada actividad de gimnasio constaba de 3 series/12 repeticiones con pesos progresivos. El ejercicio en casa consistió en el mismo programa, pero con el uso de bandas de resistencia.	-Prueba de salto a una pierna. -Fuerza máxima isquiotibiales y cuádriceps. -Área transversal del músculo (CSA) -Dolor y función con el Sistema de calificación de la rodilla Cincinnati. -Nivel de actividad de Tegner	La prueba de salto mostró mejores efectos en el grupo intervención. Las puntuaciones de Cincinnati fueron más altas en el grupo intervención. Mejora del 18% de la fuerza muscular del cuádriceps e isquiotibiales antes de la operación. CSA mayor en la extremidad lesionada antes de la operación.
Fukuda T. Y. et al, 2013.	Ensayo clínico controlado aleatorizado	Pacientes entre 16 y 50 años; Reconstrucción de LCA con autoinjerto de tendón grácil y semitendinoso.	49 pacientes divididos en 2 grupos: -25 EOKC. (inicio temprano) -24 LOKC. (inicio tardío)	Valorar si el inicio temprano de ejercicios en cadena cinética abierta (OKC) mejoraría la clínica sin causar laxitud anterior de la rodilla.	Programa de entrenamiento de 25 semanas/ 3 sesiones por semana. Ejercicios de aumento de ROM, equilibrio y fortalecimiento extremidades inferiores. Mismo protocolo, pero EOKC comenzaba antes los ejercicios en comparación con LOKC.	-Fuerza muscular: contracción voluntaria máxima medida con dinamómetro. -Laxitud anterior de la rodilla. -Dolor mediante NPRS. -Salto a una pierna y salto cruzado. -Escala Lysholm.	EOKC mismos resultados para dolor y función que LOKC, pero EOKC muestra mejoría más rápida de la fuerza del cuádriceps. Además, OKC con ROM restringido no aumentan laxitud anterior de la rodilla.

<p>Kinikli G. I. et al, 2014.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado</p>	<p>Pacientes entre 18 y 44 años; reconstrucción de LCA; Tegner \geq 4</p>	<p>33 pacientes separados en 2 grupos al azar: -Grupo a estudiar: 16 -Grupo control: 17.</p>	<p>Valorar los resultados de entrenamiento progresivo excéntrico y concéntrico de inicio temprano.</p>	<p>Programa de entrenamiento excéntrico y concéntrico progresivo de 12 semanas con un sistema de sentadilla controlado. Empieza a en la semana 3 post operación: 1 RM con el 5% de peso que podían levantar progresando hasta el 50%. 2-3 series/ 3 veces por semana durante 12 semanas.</p>	<p>-Prueba de salto vertical. -Prueba de distancia con salto a una pierna. -Escala Lysholm. -Cuestionario de Calidad de vida del LCA. -Índices de simetría de las extremidades. -Fuerza máxima extensora y flexora.</p>	<p>Mejora en el grupo de estudio respecto al grupo control en la prueba de distancia de salto a una pierna, prueba de salto vertical, escala Lysholm y el cuestionario de calidad de vida. No se evidencia mejora en la fuerza extensora y flexora de la rodilla en comparación con el grupo control.</p>
<p>Bieler T. et al, 2014.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado.</p>	<p>Pacientes entre 18-45 años con ruptura aislada de LCA.</p>	<p>50 pacientes divididos en 2 grupos: -24 Entrenamiento de resistencia de alta intensidad (HRT) -26 Entrenamiento de resistencia de baja intensidad (LRT)</p>	<p>Valorar si los sujetos que realizan HRT mejoran su potencia en la musculatura extensora y en la función de la rodilla con respecto a sujetos que realizan LRT.</p>	<p>Programa de rehabilitación de 20 semanas. A partir de semana 4, 1 hora/2 veces por semana de entrenamiento neuromuscular, funcional y específico. -HRT: prensa de piernas, flexión de rodilla en prono y extensión de rodilla sentado (de 20 a 8 RM) -LRT: Prensa de piernas, flexión de rodilla en prono y elevaciones de talones de pie (de 30 a 20 RM)</p>	<p>-Laxitud de la rodilla con artrómetro. -Potencia de la musculatura extensora de la pierna con equipos especializados. -Función de la rodilla con la prueba de salto y triple salto a una pierna; Escala KOOS y Lysholm; nivel de actividad por escala Tegner.</p>	<p>La potencia de la musculatura extensora mejoró más en el grupo HRT con respecto al LRT. TRH no parece recuperar la función de la rodilla más rápido con respecto LRT. No hubo diferencias significativas en la escala Lysholm ni en la escala KOOS.</p>
<p>Craig J. et al, 2014.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado.</p>	<p>Pacientes entre 14-40 años; reconstrucción aislada LCA; actividad física o recreativa 3 veces/semana.</p>	<p>43 pacientes divididos en 2 grupos: -22 Rehabilitación tradicional + fortalecimiento de Cadera (HIP) -21 Rehabilitación tradicional (NoHIP).</p>	<p>Determinar los efectos de introducir ejercicios aislados de fortalecimiento de cadera a la rehabilitación tradicional en los primeros 3 meses.</p>	<p>-HIP: programa de fortalecimiento de cadera (ABD lateral, puente bilateral y unilateral, extensión de cadera, puente lateral...) durante 8 semanas /2 veces por semana. 3 series de 10 repeticiones. -NoHIP: rehabilitación tradicional y a partir de semana 8 hasta 12 realizaron ejercicios de fortalecimiento de cadera.</p>	<p>-ROM de extensión de rodilla. -Formulario IKDC. -EVA. -Prueba de equilibrio Y.</p>	<p>Los participantes demostraron diferencias de alcance anterior en la prueba de equilibrio Y. No se observan diferencias significativas en IKDC, EVA o ROM.</p>

<p>Chmielewski T. L et al, 2016.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado.</p>	<p>Pacientes entre 15-30 años; cirugía reconstrucción LCA no más de 6 meses; activos en deportes de nivel 1 o 2; 12 semanas después de la cirugía con extensión activa completa de rodilla, flexión activa parecida al lado contralateral; dolor no supera 2/10.</p>	<p>24 participantes separados en 2 grupos: -Grupo de baja intensidad: 12 -Grupo de Alta Intensidad: 12</p>	<p>Comparar los efectos del ejercicio pliométrico de baja y alta intensidad tras la reconstrucción de LCA.</p>	<p>-10 minutos caminar: trote de 10 minutos (grupo A.I. empieza antes) -Saltos en prensa (grupo de A.I. progresa a piernas alternas y pierna quirúrgica sola) - Saltos de pared(inicia antes grupo A.I.) - Saltos hacia delante con 2 piernas(Grupo de A.I. más exigentes) -Sentadilla con salto (inicia antes grupo A.I.) -Desplazamientos laterales, carrera con cambios de dirección 45º y 90º(grupo de B.I. al 50% de esfuerzo y A.I. al 75%). -EJERCICIOS SOLO EN GRUPO DE A.I.: Correr: sprint Saltos con sentadilla al aterrizar, salto con aterrizar en 1 pierna, aterrizaje +salto, saltar conos, salto con 1 pierna en línea, tuck jump.</p>	<p>-Función de la rodilla con el formulario del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC). -Rendimiento funcional con prueba de salto a una pierna vertical y hacia delante. -Laxitud con artrómetro de rodilla. -Dolor expresado verbalmente de 0-10 según NPRS. -Extensión de rodilla con dinamómetro isocinético.</p>	<p>No se encontraron diferencias entre ambos grupos. 8 semanas de pliometría tuvo efectos positivos sobre la función de la rodilla y el estado psicosocial, independientemente de la intensidad del ejercicio.</p>
<p>Harput G et al, 2018.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado</p>	<p>Pacientes entre 17 y 45 años; ACLR con autoinjerto de tendón isquiotibial; mecanismo de lesión sin contacto; Tegner ≥ 5</p>	<p>48 personas separados en 3 grupos al azar: -EC concéntrico + rehabilitación. -EC excéntrico + rehabilitación -Rehabilitación de ACLR.</p>	<p>Valorar la recuperación de fuerza en la extremidad reconstruida tras un entrenamiento excéntrico y concéntrico isocinético de la extremidad contraria (EC).</p>	<p>-Rehabilitación ACLR: rehabilitación temprana centrada en limitar edema, obtener rango completo de rodilla y normalizar marcha. Rehabilitación centrada en entrenamiento neuromuscular progresivo, fortalecimiento de cadera y rodilla, pliometría, carrera y equilibrio. -Entrenamiento cruzado a partir de la cuarta semana: entrenamiento isocinético concéntrico y excéntrico 3 veces/semana.</p>	<p>-Fuerza de cuádriceps: Contracción isométrica voluntaria máxima de cuádriceps -Función física de la rodilla: Prueba de distancia con salto a una pierna; Formulario del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC)</p>	<p>La fuerza de cuádriceps fue mayor en los grupos de EC concéntrico y excéntrico; La puntuación IKDC y la distancia de salto a una pierna no fueron significativamente diferentes.</p>

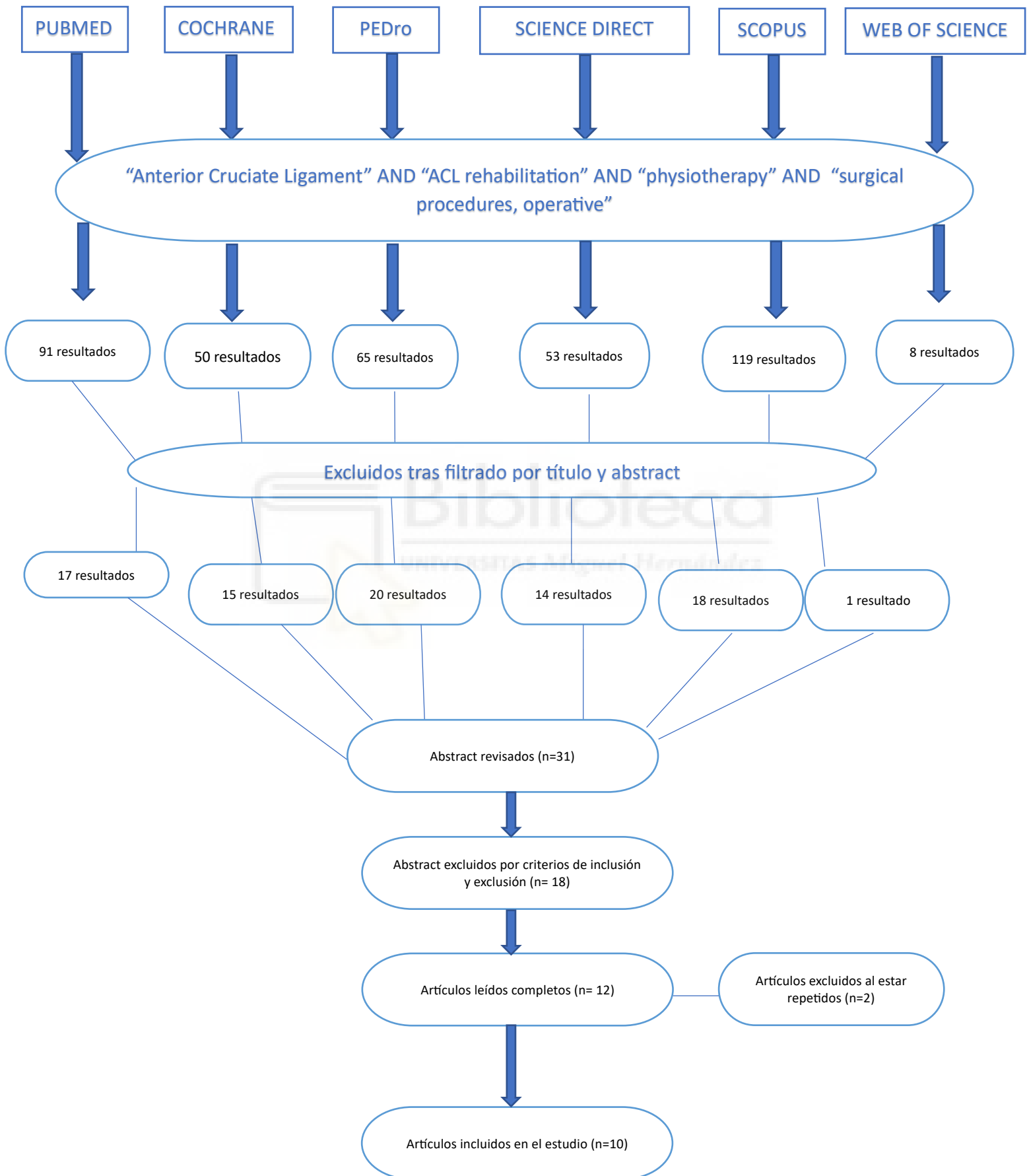
<p>Labanca L et al, 2018.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado</p>	<p>Pacientes varones entre 18 y 40 años; reconstrucción LCA hueso-tendón rotuliano-hueso por el mismo cirujano; nivel de actividad física por la escala Tegner 7-10; flexión de rodilla 90° 15 días posteriores intervención.</p>	<p>63 pacientes varones separados en 3 grupos al azar: -NMES+STSTS. -STSTS. -NAT</p>	<p>Valorar la efectividad de un protocolo de entrenamiento (6 semanas) en el que se utilizan estimulaciones eléctricas neuromusculares (NMES) del cuádriceps junto a ejercicios de levantarse y sentarse (STST).</p>	<p>Calentamiento en bicicleta estática con resistencia baja: 10 minutos. -NMES+STSTS: 2 frecuencias de estimulación (35 Hz y 50 Hz). Se les solicita a los pacientes que sentados con flexión de rodilla 90° cuando noten la corriente realizan la fase STSTS. -STSTS: Mismo tratamiento que NMES pero sin estimulación. -NAT: programa de rehabilitación estándar.</p>	<p>-Fuerza isométrica de músculos extensores de rodilla y flexores. -Dolor en la articulación de la rodilla. -Simetría de carga en extremidades inferiores.</p>	<p>Los pacientes NMES+STSTS mostraron una mayor fuerza muscular en cuádriceps que los otros grupos, mayor simetría en carga de las extremidades inferiores y menor sensación de dolor.</p>
<p>Ogrodzka-Ciechanowicz K. et al, 2021.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado.</p>	<p>Pacientes entre 21-50 años con rotura completa LCA, reconstrucción con tendón semitendinoso, capacidad de moverse independiente antes y después cirugía, ninguna lesión adicional o enfermedad.</p>	<p>35 varones divididos en 2 grupos: -17 grupo experimental. (HiTop) -18 grupo control. (No HiTop)</p>	<p>Valorar la efectividad de la electroestimulación en el cuádriceps, aplicando HiTop (High Tone Power Therapy)</p>	<p>Programa de ejercicios de mejora del ROM, fortalecimiento, propiocepción y coordinación. Grupo experimental se añadió HiTop después de la sesión durante 1 hora con frecuencia de 20 Hz.</p>	<p>-Fuerza muscular con extensiones de rodilla. -Mediciones ROM de la rodilla. -Escala Lysholm. (Función de la rodilla)</p>	<p>En el grupo experimental con respecto al grupo control: La fuerza muscular mejoró, la inflamación se ha disminuido y mejoría del ROM; mejoría de la función de la rodilla.</p>
<p>Hajouj E. et al, 2021.</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado.</p>	<p>Atletas entre 18-35 años; reconstrucción unilateral LCA; sin antecedentes de lesión rodilla contralateral; menos de un mes desde lesión hasta cirugía; 6 semanas después de ACLR; flexión de rodilla 100° y extensión completa (0°)</p>	<p>38 varones divididos en 2 grupos: -19 Terapia Convencional (TP) -19 Hidroterapia (HT)</p>	<p>Valorar la efectividad de introducir el ejercicio propioceptivo acuático junto a la rehabilitación convencional después de la reconstrucción de LCA</p>	<p>TP: rehabilitación convencional con ejercicios de fortalecimiento, caminar y entrenamiento neuromuscular/ 3 sesiones por semana/60-75 minutos. HT: a partir de semana 7 Protocolo TP + 2 sesiones por semana (6 semanas) de 45-60 minutos de ejercicios acuáticos de propiocepción. Cada sesión constaba de calentamiento, práctica principal y enfriamiento.</p>	<p>-Evaluación de la propiocepción en una posición activa de la articulación. -Evaluación del dolor: EVA. -Evaluación de la función de la rodilla: Cuestionario IKDC.</p>	<p>-Reducción de los errores de propiocepción. -El dolor se redujo, pero no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. -Mejora en ambos grupos en el cuestionario IKDC, pero el grupo HT obtuvo mejores puntuaciones.</p>

Tabla 2: Análisis metodológico de los ensayos incluidos mediante la escala PEDro.

AUTOR, AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PUNTUACIÓN
Shaarani S. R. et al, 2013.	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Fukuda T. Y. et al, 2013.	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	8
Craig J. et al, 2014.	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	6
Bieler T. et al, 2014.	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	8
Kinikli G. I. et al, 2014.	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	7
Chmielewski T. L et al, 2016.	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	7
Labanca L. et al, 2018.	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	9
Harpur G. et al, 2018.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	9
Ogrodzka-Ciechanowicz K.. et al, 2021.	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	9
Hajouj E. et al, 2021.	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	8
PUNTUACIÓN MEDIA:	7.8											(+)=PRESENTE (-)=AUSENTE

1. Los criterios de elección fueron especificados.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos).
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave

Figura 1. Diagrama de flujo.



10. BIBLIOGRAFÍA

1. Pons Albert F, NPunto. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR ¿QUÉ SE PUEDE HACER DESDE EL DEPORTE? PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN. ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR ¿QUÉ SE PUEDE HACER DESDE EL DEPORTE? PREVENCIÓN Y RECUPERACIÓN 2021;144(144):1–144.
2. Micheo W, Hernández L, Seda C. Evaluation, management, rehabilitation, and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. *PM R* 2010;2(10):935–44.
3. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med.* 2012;22(4):349–55.
4. Garín ZDE, Reyes PE, Penagos PA. Lesión del ligamento cruzado anterior. Opciones actuales de tratamiento en el deportista. *Ortho-tips.* 2016;12(2):88-95
5. Malempati C, Jurjans J, Noehren B, Ireland ML, Johnson DL. Current rehabilitation concepts for anterior cruciate ligament surgery in athletes. *Orthopedics*]. 2015;38(11):689–96.
6. Price MJ, Tuca M, Cordasco FA, Green DW. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Curr Opin Pediatr.* 2017;29(1):55–64.
7. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, Yut L, Galloway MT, Heidt RS Jr, et al. Anterior cruciate ligament injury risk in sport: A systematic review and meta-analysis of injury incidence by sex and sport classification. *J Athl Train.* 2019;54(5):472–82.
8. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(1):41–50.
9. Kaeding CC, Léger-St-Jean B, Magnussen RA. Epidemiology and diagnosis of anterior cruciate ligament injuries. *Clin Sports Med .* 2017;36(1):1–8.
10. 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):38-26.

11. Krause M, Freudenthaler F, Frosch K-H, Achtnich A, Petersen W, Akoto R. Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture. *Dtsch Arztebl Int* . 2018;115(51–52):855–62.
12. Alazzawi S, Sukeik M, Ibrahim M, Haddad FS. Surgical treatment of anterior cruciate ligament injury in adults. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2016;77(4):227–31.
13. Wong C-YT, Mok K-M, Yung S-HP. Secondary anterior cruciate ligament injury prevention training in athletes: What is the missing link? *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(6).
14. Law MA, Ko Y-A, Miller AL, Lauterbach KN, Hendley CL, Johnson JE, et al. Age, rehabilitation and surgery characteristics are re-injury risk factors for adolescents following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther Sport*. 2021; 49:196–203.
15. Velázquez-Rueda ML, Martínez-Ávila JP, Pérez-Serna AG, Gómez-García F. Risk factors and frequency in re-ruptures of the anterior cruciate ligament in adults. *Acta Ortop Mex*. 2016;30(2):61–6.
16. Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2005;21(8):948–57.
17. Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna N, Moran R, O'Byrne JM. Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2013;41(9):2117–27.
18. Fukuda TY, Fingerhut D, Moreira VC, Camarini PMF, Scodeller NF, Duarte A Jr, et al. Open kinetic chain exercises in a restricted range of motion after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled clinical trial: A randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med*. 2013;41(4):788–94.

19. Kınıklı GI, Yüksel I, Baltacı G, Atay OA. The effect of progressive eccentric and concentric training on functional performance after autogenous hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled study. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014;48(3):283–9
20. Bieler T, Sobol NA, Andersen LL, Kiel P, Løfholm P, Aagaard P, et al. The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *Biomed Res Int.* 2014;2014:278512.
21. Garrison JC, Bothwell J, Cohen K, Conway J. Effects of hip strengthening on early outcomes following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(2):157–67.
22. Chmielewski TL, George SZ, Tillman SM, Moser MW, Lentz TA, Indelicato PA, et al. Low-versus high-intensity plyometric exercise during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016;44(3):609–17.
23. Harput G, Ulusoy B, Yildiz TI, Demirci S, Eraslan L, Turhan E, et al. Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019;27(1):68–75.
24. Labanca L, Rocchi JE, Laudani L, Guitaldi R, Virgulti A, Mariani PP, et al. Neuromuscular electrical stimulation superimposed on movement early after ACL surgery. *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(3):407–16.
25. Ogrodzka-Ciechanowicz K, Głąb G, Ślusarski J, Gądek A. Quadriceps muscle strength recovery with the use of high tone power therapy after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22(1):975.
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. Grindem H, Granan LP, Risberg MA, et al. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A

- comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry *British Journal of Sports Medicine* 2015; 49:385-389.
28. Culvenor AG, Girdwood MA, Juhl CB, et al Rehabilitation after anterior cruciate ligament and meniscal injuries: a best-evidence synthesis of systematic reviews for the OPTIKNEE consensus *British Journal of Sports Medicine* 2022; 56:1445-1453.
29. Higbie S, Kleihege J, Duncan B, Lowe WR, Bailey L. Utilizing hip abduction strength to body-weight ratios in return to sport decision-making after ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther*. 2021;16(5):1295–301.
30. Garcés C, Andrés J. Pliometría para readaptación post lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas. Universidad Nacional de Chimborazo; 2022.
31. Arna Risberg M, Lewek M, Snyder-Mackler L. A systematic review of evidence for anterior cruciate ligament rehabilitation: how much and what type? *Phys Ther Sport*. 2004;5(3):125–45.
32. van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18(8):1128–44