



**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca**
Universidad Zaragoza

"Rehabilitación del ligamento cruzado anterior: revisión sistemática de los ejercicios más efectivos y seguros".

"Anterior cruciate ligament rehabilitation: systematic review of the most effective and safe exercises."

Autor: Juan Alberó Seral

Tutor: Roberto Guillén Correas

Área de conocimiento: Educación física y deportiva

Fecha de presentación: 08/06/2023

Resumen:

Este trabajo fin de grado sobre los ejercicios para la rehabilitación del ligamento cruzado anterior se centra en la evaluación de los diferentes tipos de ejercicios que se utilizan para la recuperación de esta lesión tan común en la práctica deportiva.

El objetivo principal del TFG es realizar una revisión sistemática de la literatura científica disponible sobre los ejercicios de rehabilitación del ligamento cruzado anterior. Para ello, se ha llevado a cabo una búsqueda exhaustiva de estudios en diversas bases de datos, incluyendo PubMed, Google Académico y la Biblioteca Unizar (Alcorze), entre otras.

Los resultados obtenidos indican que existen diferentes tipos de ejercicios que se utilizan para la rehabilitación del ligamento cruzado anterior, que van desde los ejercicios de fortalecimiento muscular hasta los ejercicios de propiocepción y equilibrio. Estos ejercicios se realizan tanto en la fase aguda como en la fase de rehabilitación tardía, y su objetivo es mejorar la estabilidad de la rodilla y prevenir futuras lesiones.

La revisión sistemática también ha permitido identificar algunos de los ejercicios más efectivos para la rehabilitación del ligamento cruzado anterior. Entre ellos, destacan los ejercicios de fortalecimiento del cuádriceps y los ejercicios de equilibrio en plataforma inestable. Además, se ha encontrado que la combinación de diferentes tipos de ejercicios puede ser más efectiva que la realización de un solo tipo de ejercicio.

El trabajo fin de grado también incluye una discusión sobre las limitaciones de los estudios analizados y las posibles direcciones para futuras estudios.

En conclusión, el estudio realizado sobre los ejercicios para la rehabilitación del ligamento cruzado anterior proporciona una revisión completa y actualizada de la

literatura científica disponible en este campo. Los resultados obtenidos pueden ser de gran utilidad para profesionales de la salud, entrenadores deportivos y pacientes que necesiten rehabilitación tras una lesión del ligamento cruzado anterior.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior, LCA, fortalecimiento del cuádriceps, rehabilitación y métodos de recuperación.

Abstract:

This final degree work on exercises for the rehabilitation of the anterior cruciate ligament focuses on the evaluation of the different types of exercises used for the recovery of this injury so common in sports practice.

The main objective of the final degree work is to perform a systematic review of the available scientific literature on anterior cruciate ligament rehabilitation exercises. To this end, an exhaustive search of studies has been carried out in various databases, including PubMed, Google Scholar and the Unizar Library (Alcorze), among others.

The results obtained indicate that there are different types of exercises used for the rehabilitation of the anterior cruciate ligament, ranging from muscle strengthening exercises to proprioception and balance exercises. These exercises are performed both in the acute phase and in the late rehabilitation phase, and their aim is to improve knee stability and prevent future injuries.

The systematic review has also identified some of the most effective exercises for anterior cruciate ligament rehabilitation. Among them, quadriceps strengthening exercises and balance exercises on an unstable platform stand out. In addition, it has been found that the combination of different types of exercises can be more effective than performing only one type of exercise.

The final degree work also includes a discussion of the limitations of the studies analysed and possible directions for future research.

In conclusion, the study conducted on exercises for anterior cruciate ligament rehabilitation provides a comprehensive and up-to-date review of the available scientific

literature in this field. The results obtained may be of great use for health professionals, sports trainers and patients who need rehabilitation after an anterior cruciate ligament injury.

Key words: anterior cruciate ligament, ACL, quadriceps strengthening, rehabilitation and recovery methods.

ÍNDICE

1 Marco teórico.....	7
1.1 Contexto:.....	7
1.2 Fases de la recuperación de la lesión de LCA:	8
1.3 Ejercicios recomendados en cada fase de la rehabilitación	10
1.4 Objetivos buscados en cada fase de la rehabilitación	14
1.5 Precauciones para tener en cuenta.....	16
2 Objetivos del estudio:	19
3 Metodología.....	21
3.1 Diseño de investigación.....	21
3.2 Criterios de elegibilidad.....	21
3.3 Fuentes utilizadas	22
3.4 Estrategia de búsqueda	23
4 Resultados.....	24
4.1. Resultados de búsqueda.....	24
4.1.1. Diagrama de flujo	24
4.2.2 Tabla de resultados	25
6 Conclusiones.....	36
7 Bibliografía.....	38

1 Marco teórico

1.1 Contexto:

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es una lesión común en la rodilla que puede ocurrir tanto en actividades deportivas como en situaciones cotidianas. El LCA es uno de los principales ligamentos de la rodilla y juega un papel crucial en la estabilidad de la articulación.(Abulhasan & Grey, 2017)

Esta lesión suele ocurrir cuando hay un movimiento brusco de la rodilla, como un giro repentino, un cambio de dirección o un aterrizaje incorrecto después de un salto. Estos movimientos pueden ejercer una tensión excesiva en el LCA, lo que puede provocar su estiramiento excesivo o incluso su ruptura parcial o completa.(Abulhasan & Grey, 2017)

Los síntomas de una lesión del LCA pueden variar, pero generalmente incluyen dolor intenso en la rodilla, hinchazón, inestabilidad o sensación de que la rodilla se "da la vuelta", dificultad para caminar o apoyar peso en la pierna afectada, y limitación en el rango de movimiento.(Thomeé et al., 2007)

El diagnóstico de una lesión del LCA generalmente se realiza mediante una evaluación clínica realizada por un profesional de la salud, que puede incluir pruebas específicas como el test de Lachman, el test del cajón anterior y la resonancia magnética para confirmar el diagnóstico y evaluar la gravedad de la lesión.(Noyes et al., 1989)

En casos de lesiones graves o rupturas completas del LCA, se puede recomendar la cirugía para reconstruir el ligamento. Después de la cirugía, se inicia un proceso de rehabilitación que incluye ejercicios específicos para fortalecer los músculos que rodean la rodilla, mejorar el equilibrio y la estabilidad, y restaurar la función normal de la articulación.(Beynnon et al., 2005)

La rehabilitación del LCA es un proceso gradual y puede llevar varios meses, dependiendo de la gravedad de la lesión y la respuesta individual del paciente. Un programa de rehabilitación bien diseñado y supervisado por profesionales de la salud puede ser crucial para lograr una recuperación óptima, prevenir complicaciones a largo plazo y permitir el retorno seguro a las actividades deportivas y cotidianas.(Beynnon et al., 2005)

1.2 Fases de la recuperación de la lesión de LCA:

La recuperación de una rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) conlleva diferentes fases tanto antes como después de la cirugía. Estas fases están diseñadas para permitir la curación de los tejidos lesionados, fortalecer los músculos y tejidos circundantes, y restaurar la función y estabilidad de la rodilla. A continuación, se describen las fases típicas de la recuperación de una rotura del LCA con preoperación y postoperación:

Fase preoperatoria:

1. Evaluación y diagnóstico: En esta etapa inicial, se realiza una evaluación clínica completa de la rodilla, que puede incluir pruebas de imagen, como resonancia magnética, para confirmar la rotura del LCA y evaluar la gravedad de la lesión. Además, se realiza una evaluación funcional para determinar el estado físico y las necesidades individuales del paciente.(Osti et al., 2017)
2. Control del dolor e inflamación: Durante esta fase, se pueden utilizar terapias de frío, medicamentos antiinflamatorios y fisioterapia para reducir el dolor y la inflamación en la rodilla antes de la cirugía. Además, se pueden proporcionar instrucciones sobre el uso de dispositivos ortopédicos, como férulas o muletas, para proteger la rodilla y evitar una mayor lesión.(Thomeé et al., 2007)

3. Preparación física: Antes de la cirugía, se puede iniciar un programa de fortalecimiento y acondicionamiento físico. Esto puede incluir ejercicios para fortalecer los músculos de la pierna, especialmente el cuádriceps e isquiotibiales, así como ejercicios de equilibrio y estabilidad. El objetivo es mejorar la fuerza muscular y la estabilidad de la rodilla, lo que puede facilitar el proceso de rehabilitación posterior a la cirugía.(Osti et al., 2017)

Fase postoperatoria:

1. Fase inicial o aguda: Después de la cirugía, se inicia la fase de recuperación inicial, que se centra en controlar el dolor, reducir la inflamación y restaurar la movilidad de la rodilla. Se pueden utilizar terapias de frío, medicamentos para el dolor y ejercicios suaves de movilidad para evitar la rigidez y promover la curación adecuada.(Kruse et al., 2012)
2. Fase de rehabilitación temprana: A medida que la rodilla se recupera, se inicia la rehabilitación activa. Esta fase se enfoca en fortalecer los músculos de la pierna, mejorar la estabilidad de la rodilla y restaurar el rango de movimiento completo. Los ejercicios pueden incluir fortalecimiento progresivo, ejercicios de equilibrio y propiocepción, así como la mejora de la flexibilidad y la coordinación.(Kruse et al., 2012)
3. Fase intermedia: En esta etapa, se continúa el fortalecimiento y se introducen ejercicios más desafiantes para mejorar la fuerza y la estabilidad de la rodilla. Se pueden agregar ejercicios de resistencia, ejercicios funcionales y deportivos específicos, y programas de entrenamiento específicos para actividades deportivas o laborales. También se puede iniciar la reintroducción gradual de

actividades deportivas o recreativas, bajo la supervisión de un profesional de la salud.(Kruse et al., 2012)

4. Fase de rehabilitación tardía: En esta fase final, se busca mejorar la fuerza, la resistencia y la estabilidad de la rodilla. Se pueden incluir ejercicios más intensos, como carreras, saltos, cambios de dirección y movimientos deportivos específicos, para preparar al paciente para un retorno completo a sus actividades anteriores. Además, se puede trabajar en la prevención de futuras lesiones, brindando instrucciones sobre técnicas de entrenamiento adecuadas y medidas de precaución.(Beynnon et al., 2005)

Es importante destacar que la duración y el progreso de cada fase pueden variar según la gravedad de la lesión, la respuesta individual del paciente y la orientación del equipo médico y de rehabilitación. Es esencial seguir las recomendaciones y pautas proporcionadas por los profesionales de la salud para lograr una recuperación segura y efectiva.(Beynnon et al., 2005; Kruse et al., 2012)

1.3 Ejercicios recomendados en cada fase de la rehabilitación

En cada fase de la recuperación de una rotura de ligamento cruzado anterior (LCA) tendremos que hacer unos determinados ejercicios dependiendo de en que punto se encuentre el paciente y como reaccione a los ejercicios realizados previamente. Por lo que se deberá ir adaptando individualmente los ejercicios siempre teniendo en cuenta la evolución constante de su estado. (Osti et al., 2017)

Estos ejercicios deberán ser tanto propuestos como supervisados por un profesional de la salud y ser individualizados los siguientes son ejemplos los cuales no son recomendables para todos los tipos de población, por lo que se deberá analizar el paciente antes de proponer cualquier tipo de ejercicio.(van Grinsven et al., 2010)

Fase preoperatoria:

1. Evaluación y diagnóstico: En esta etapa, se realizarán pruebas de evaluación y diagnóstico para determinar la extensión de la lesión y evaluar el estado físico general del paciente.(Córdoba, 2019; Noyes et al., 1989) Esta fase será diagnosticada por un medico el cual se encargará de hacer las pruebas necesarias para determinar cual es la lesión del paciente. Se puede ayudar de resonancias y de técnicas las cuales te pueden dar una idea de la lesión que tiene sin tener que esperar a los resultados, como “la prueba de la palanca” (Córdoba, 2019; Sobrado et al., 2021) o “la prueba del cajón” (Sobrado et al., 2021)
2. Control del dolor e inflamación: Se pueden recomendar terapias de frío, medicamentos antiinflamatorios y fisioterapia para reducir el dolor y la inflamación en la rodilla.(van Grinsven et al., 2010)
3. Preparación física: Se pueden realizar ejercicios para fortalecer los músculos de la pierna, como los cuádriceps e isquiotibiales y además ganar ROM, ya que con la inflamación de la rotura se pierda la mayoría del movimiento.(van Grinsven et al., 2010) Algunos ejercicios recomendados son:
 - Ejercicios de cuádriceps: Contracciones isométricas del cuádriceps, elevaciones de piernas rectas mientras estás acostado boca arriba, y sentadillas parciales(Millett, n.d.).
 - Ejercicios de isquiotibiales: Estiramientos de isquiotibiales, elevaciones de piernas rectas mientras estás acostado boca abajo, y puentes de cadera.(Millett, n.d.)

Fase postoperatoria: esta fase se recomienda empezarla de manera tradicional trabajando la movilidad, los estiramientos y la fuerza de manera conjunta para la recuperación más rápida. (Lobb et al., 2012) Cuando se esté volviendo a valores previos a la operación tanto de fuerza, como de movilidad, equilibrio y tamaño se cambiará la metodología de trabajo estándar por una individualizada a cada persona dependiendo de sus necesidades y capacidades. (Cavanaugh & Powers, 2017) Lo primordial de esta fase sobre todo al principio es rebajar el dolor ya sea con crioterapia o con movilización.(Cavanaugh & Powers, 2017)

1. Fase inicial o aguda:

- Movilidad pasiva: Movimientos suaves y pasivos de flexión y extensión de la rodilla, bajo la supervisión del fisioterapeuta.(Cavanaugh & Powers, 2017)
- Contracciones isométricas: Contracciones sostenidas de los músculos cuádriceps e isquiotibiales para mantener la fuerza muscular sin ejercer tensión en el LCA.(Lobb et al., 2012)
- Rango de movimiento activo asistido: Ejercicios de flexión y extensión de la rodilla con la ayuda de un fisioterapeuta o utilizando dispositivos de asistencia.(Lobb et al., 2012)

2. Fase de rehabilitación temprana:

- Estiramientos: Estiramientos suaves de los músculos de la pierna, incluyendo cuádriceps, isquiotibiales, gemelos y músculos de la cadera.(Cavanaugh & Powers, 2017)

- Fortalecimiento progresivo: Ejercicios como las contracciones isométricas y progresión a ejercicios de fortalecimiento concéntrico y excéntrico para los cuádriceps e isquiotibiales.(Cavanaugh & Powers, 2017)
- Ejercicios de equilibrio y estabilidad: Ejercicios de equilibrio en una pierna, uso de plataformas de balanceo o almohadillas de espuma para mejorar la estabilidad y la propiocepción.(Saka, 2014)

3. Fase intermedia:

- Fortalecimiento dinámico: Ejercicios de fortalecimiento progresivo, como las sentadillas, estocadas, prensas de piernas, levantamiento de pesas y ejercicios con bandas de resistencia.(Saka, 2014)
- Ejercicios funcionales: Movimientos específicos para actividades deportivas o cotidianas, como caminar, correr, saltar y cambios de dirección controlados.(Cavanaugh & Powers, 2017; Lobb et al., 2012)
- Ejercicios de propiocepción avanzados: Ejercicios en superficies inestables, como bosu o balones de estabilidad, para desafiar aún más la estabilidad y la propiocepción de la rodilla.(Ma et al., 2021)

4. Fase de rehabilitación tardía:

- Entrenamiento deportivo específico: Ejercicios deportivos que imitan los movimientos y demandas físicas del deporte o actividad específica del paciente.(Cavanaugh & Powers, 2017)
- Ejercicios de salto y aterrizaje controlados: Saltos verticales y horizontales, aterrizajes suaves y controlados, y cambios de dirección rápidos y precisos.(Ma et al., 2021; O'Malley et al., 2018)

- Programas de acondicionamiento físico: Entrenamiento cardiovascular, ejercicios de resistencia y programas de entrenamiento para mejorar la fuerza, la resistencia y la capacidad física global.(Cavanaugh & Powers, 2017; Millett, n.d.)

Todos estos ejercicios deben ser adaptados y progresados de manera gradual según la tolerancia y respuesta individual del paciente, y siempre bajo la supervisión de un profesional de la salud capacitado. Teniendo en cuenta el estado y la evolución del paciente, buscando no causar recaídas como primera pauta. (Beynnon et al., 2002; Cavanaugh & Powers, 2017)

1.4 Objetivos buscados en cada fase de la rehabilitación

Los objetivos buscados en cada fase de la recuperación de una rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) son los siguientes:

Fase preoperatoria:

1. Evaluación y diagnóstico: Evaluar la gravedad de la lesión y determinar el plan de tratamiento adecuado.
2. Control del dolor e inflamación: Reducir el dolor y la inflamación en la rodilla antes de la cirugía.
3. Preparación física: Mejorar la fuerza muscular de la pierna, especialmente en los cuádriceps e isquiotibiales, para facilitar el proceso de rehabilitación posterior a la cirugía.

Fase postoperatoria:

1. Fase inicial o aguda:

- Control del dolor e inflamación: Reducir el dolor y la inflamación en la rodilla después de la cirugía.
 - Restaurar la movilidad: Recuperar gradualmente el rango de movimiento completo de la rodilla.
2. Fase de rehabilitación temprana:
- Fortalecimiento muscular: Fortalecer los músculos de la pierna, especialmente los cuádriceps e isquiotibiales, para mejorar la estabilidad de la rodilla y prevenir la atrofia muscular.
 - Mejorar la estabilidad y el equilibrio: Desarrollar la propiocepción y mejorar la estabilidad y el equilibrio de la rodilla.
3. Fase intermedia:
- Fortalecimiento progresivo: Continuar fortaleciendo los músculos de la pierna para mejorar la estabilidad y la función de la rodilla.
 - Mejorar la coordinación y el control: Desarrollar la capacidad de realizar movimientos controlados y coordinados, específicamente enfocados en actividades deportivas o cotidianas.
 - Aumentar la resistencia: Mejorar la resistencia muscular y cardiovascular para soportar demandas físicas más intensas.
4. Fase de rehabilitación tardía:
- Retorno a la actividad deportiva o funcional: Preparar al paciente para el retorno completo a las actividades deportivas o cotidianas.

- Mejorar el rendimiento: Optimizar la fuerza, la resistencia y la estabilidad de la rodilla para mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones futuras.

Estos objetivos se ajustarán y adaptarán a medida que avance la recuperación de cada paciente y se tengan en cuenta sus necesidades individuales y metas específicas.

1.5 Precauciones para tener en cuenta

Es importante tener en cuenta algunas precauciones durante cada fase de la recuperación de una rotura del ligamento cruzado anterior (LCA). Estas precauciones pueden variar según las características individuales de cada paciente y las recomendaciones específicas de su equipo médico y de rehabilitación. A continuación, se presentan algunas precauciones generales a considerar en cada fase:

Fase preoperatoria:

- Evitar actividades o movimientos que puedan poner una tensión adicional en la rodilla lesionada.
- Seguir las pautas de descanso y evitar actividades que puedan empeorar la lesión o aumentar el dolor.
- Cumplir con las recomendaciones de medicación y terapias de control del dolor e inflamación.
- Evitar ejercicios de alto impacto o movimientos bruscos que puedan agravar la lesión.

Fase postoperatoria:

Fase inicial o aguda:

- Seguir las instrucciones del médico sobre el uso de dispositivos ortopédicos, como férulas o vendajes, para proteger la rodilla y limitar el movimiento no deseado.
- Evitar cargar peso o realizar movimientos que generen tensión en la rodilla sin la aprobación del médico o fisioterapeuta.
- Mantener una postura adecuada al caminar o sentarse para evitar tensiones innecesarias en la rodilla.

Fase de rehabilitación temprana:

- Evitar sobrecargar la rodilla y realizar movimientos excesivamente bruscos o rápidos que puedan comprometer la cicatrización o la estabilidad de la rodilla.
- Seguir las pautas de los ejercicios prescritos y no forzar el rango de movimiento más allá de las indicaciones del fisioterapeuta.
- Tener cuidado al realizar ejercicios de equilibrio y estabilidad para evitar caídas o lesiones adicionales.

Fase intermedia:

- Evitar la fatiga excesiva y descansar adecuadamente entre las sesiones de ejercicio.
- Realizar una progresión gradual de los ejercicios de fortalecimiento y resistencia, evitando aumentos bruscos en la intensidad o carga.
- Prestar atención a las técnicas de movimiento adecuadas y corregir cualquier desequilibrio muscular o mala alineación postural.

Fase de rehabilitación tardía:

- No apresurar el retorno a actividades deportivas o funcionales intensas sin la aprobación del médico o fisioterapeuta.
- Seguir las recomendaciones de entrenamiento y programas específicos para evitar un exceso de entrenamiento o sobreuso de la rodilla.
- Mantener una buena higiene de entrenamiento, incluyendo el calentamiento adecuado, el enfriamiento y estiramientos apropiados para evitar lesiones adicionales.

Recuerda que estas precauciones son generales y pueden variar según las características individuales de cada paciente. Siempre es importante seguir las recomendaciones y pautas proporcionadas por los profesionales de la salud involucrados en el tratamiento y rehabilitación de la lesión del LCA.

2 Objetivos del estudio:

El ligamento cruzado anterior (LCA) desempeña un papel crucial en la estabilidad de la rodilla y su lesión es una de las lesiones de los ligamentos más comunes en la práctica deportiva. (Ellen et al., 1999) La rehabilitación después de una lesión del LCA es un proceso esencial para restaurar la función y estabilidad de la articulación de la rodilla, así como para prevenir futuras lesiones. (Lim et al., 2019)

El objetivo de la revisión es abordar de manera exhaustiva los métodos y los ejercicios utilizados en la rehabilitación del ligamento cruzado anterior. A través de una revisión sistemática de la literatura científica actualizada, se explorarán los diferentes enfoques terapéuticos y se evaluará la efectividad de los ejercicios en la recuperación de los pacientes.

La rehabilitación del LCA implica una combinación de ejercicios de fortalecimiento, estiramientos, ejercicios de equilibrio y propiocepción, entre otros. (Lim et al., 2019) Estos ejercicios se adaptan a las necesidades individuales de cada paciente, teniendo en cuenta factores como la gravedad de la lesión, la edad y el nivel de actividad física. (Beynnon et al., 2005)

Es fundamental comprender la base teórica y científica detrás de los ejercicios utilizados en la rehabilitación del LCA, así como su efectividad y seguridad en la práctica clínica. (Beynnon et al., 2005) A través de esta revisión sistemática, se buscará identificar los ejercicios más eficaces, proporcionando una guía sólida para los profesionales de la salud y los pacientes en el proceso de rehabilitación.

Además, se abordarán temas relevantes como la progresión del programa de ejercicios a lo largo del tiempo, las adaptaciones necesarias para diferentes deportes y actividades, y la prevención de futuras lesiones del LCA. (Noyes et al., 1989)

En resumen, este trabajo de fin de grado tiene como objetivo proporcionar una visión general y crítica de los métodos y ejercicios utilizados en la rehabilitación del ligamento cruzado anterior. Se espera que los hallazgos y conclusiones de este estudio contribuyan al avance de la evidencia científica en esta área y brinden una base sólida para el diseño de programas de rehabilitación más efectivos y personalizados.

3 Metodología

En este apartado voy a comentar el proceso de la elaboración de la revisión sistemática del trabajo. Separando los siguientes apartados:

3.1 Diseño de investigación

La revisión ha sido estructurada con la guía de “Beller, E. M., Glasziou, P. P., Altman, D. G., Hopewell, S., Bastian, H., Chalmers, I., ... & PRISMA for Abstracts Group. (2013). PRISMA for abstracts: reporting systematic reviews in journal and conference abstracts. *PLoS medicine*, 10(4), e1001419.” Con la que se busca hacer una correcta revisión sistemática.

Complementando con los estamentos de PRISMA “Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Reprint—preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Physical therapy*, 89(9), 873-880.

3.2 Criterios de elegibilidad

La elegibilidad de los estudios y la selección está basada en la pregunta PICOS (Participantes (1), Intervención (2), Comparación (3), Resultados (4) y Diseño de estudios respectivamente (5)).

Los estudios fueron incluidos en la revisión siguiendo los siguientes criterios: 1) Persona hombre o mujer que haya tenido una lesión de LCA (haya sido operada o no) la cual haya experimentado un programa de rehabilitación y readaptación supervisado por un profesional. 2) Artículos que programen ejercicios de rehabilitación de LCA con base científica. 3) Estudios que comparen los ejercicios de rehabilitación del LCA métodos más tradicionales con más novedosos. 4) Artículos que analicen los resultados después

de un programa de ejercicio. 5) Todo tipo de estudios, tanto comparativos como descriptivos.

Ciertos estudios fueron excluidos en la revisión siguiendo los siguientes criterios:1) Persona sin patologías añadidas aparte de la rotura del LCA 2) Artículos que programen ejercicios de rehabilitación de LCA con base científica desfasada anterior al año 2015. 3) Sin exclusiones 4) Artículos que analicen los resultados después de un programa de ejercicio con pruebas empíricas. 5) Sin excepciones.

3.3 Fuentes utilizadas

La búsqueda de las referencias y su selección cobran una importancia vital para poder llegar a unas conclusiones informadas y lógicas. Para esta búsqueda, utilicé tres bases de datos científicas:

- 1) PubMed, base de datos científica con más de 34 millones de referencias biomédicas, incluyendo artículos y libros.
- 2) Alcorze, base de datos científica con referencias bibliográficas y citas de publicaciones periódicas.
- 3) WOS (Web Of Science), Base de datos de ciencias en la que se recogen las mejores publicaciones de libros artículos y citas.
- 4) Scimedirect: es una de las mayores fuentes de información para la investigación científica, técnica y médica. La cual dispone de muchos artículos y libros exclusivos.
- 5) Scopus: es una base de datos de referencias bibliográficas y citas con herramientas para el seguimiento análisis y visualización de la investigación.

3.4 Estrategia de búsqueda

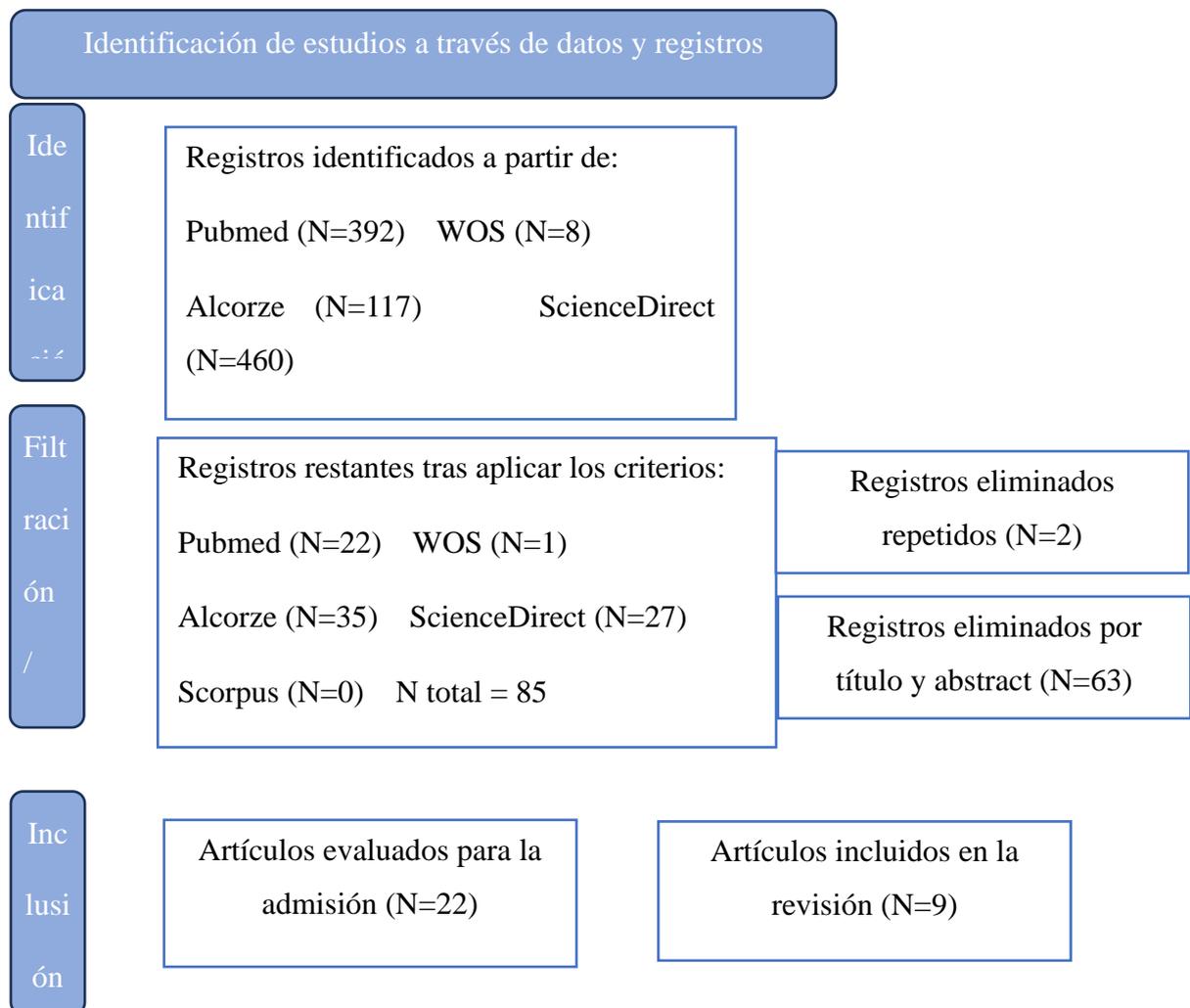
En cuanto a los términos de búsqueda hemos definido 4 categorías: la primera relacionada con el sector de población con el que quiero sacar información (“ACL injuries”), la segunda más relacionada con la intervención en los diferentes tipos de estudios (“exercises for ACL injuries”), la tercera y la cuarta más orientadas hacia los resultados o conclusiones (“biomechanics” y “effectiveness”).

4 Resultados

4.1. Resultados de búsqueda

En la búsqueda se encontraron 392 en Pubmed, 117 en Alcorze, 8 en WOS, 460 en ScienceDirect y 1 en Scopus.

4.1.1. Diagrama de flujo



4.2.2 Tabla de resultados

Nº	Referencia	Características de la muestra	Protocolo del estudio	Objetivo del estudio	Criterios analizados	Resultados
1	Coulondre C, et al., (2022).	Son 30 personas entre 18 y 50 años que tiene una lesión únicamente en una rodilla y están operados del LCA con tendón propio. Identificados por centros de salud en Francia.	Se hicieron entre 2 y 3 sesiones semanales con un día de descanso entre cada una con un total de 24 sesiones. Se separaron en dos fases una primera que se basó en recuperar las nociones básica de extensión, retracción y control de la rodilla. La segunda que empezó unas 3 semanas después de la operación se trabajó la flexo extensión y una movilidad completas, basada en la fuerza y la propiocepción. A parte de eso el grupo de vibración consistía en 1 hora en la pierna lesionada después de la sesión de rehabilitación.	El principal objetivo es comprobar si el protocolo de entrenamiento con votación localizada ayuda a la recuperación de fuerza en las primeras semanas (10 semanas) después de la operación de LCA.	Se analizaron los parámetros físicos como edad, peso, altura, nivel de actividad previo a la lesión, pierna hábil y lesionada. Aspectos relacionados a la operación centrándose más en el estudio fuerza isométrica máx y dos variables llamadas RFD y la medida funcional.	En el estudio se obtiene que el uso de la vibración localizada mejora la fuerza en la recuperación de la operación de LCA, además de que no se observan efectos adversos con su uso. Por tanto, es muy recomendable su uso procesional además de su uso en casa debido a su facilidad de aplicación. Se recomienda en todo el proceso de rehabilitación.
2	King, E., et al., (2018).	Son 156 hombres con una media de 24,8 años, una estatura media de 180 m y un peso de	Las pruebas se llevaron a cabo en un laboratorio de biomecánica utilizando un sistema de análisis del movimiento con ocho cámaras sincronizado con dos plataformas	Los objetivos de este estudio eran determinar las diferencias entre extremidades y entre pruebas en el	Los criterios analizados fueron el tiempo de realizar la prueba, el tiempo en contacto con el suelo	Los resultados que hemos podido analizar son que eisten diferencias en cuanto a la reacción de la pierna operada y la que no, pero sin

		84 kg. Los sujetos fueron examinados una media de 8.8 meses después de la operación de LCA, sin ninguna otra patología.	de fuerza que registraban 24 marcadores reflectantes y la fuerza de reacción del suelo. Los sujetos llevaban su propio calzado deportivo para utilizarlo en la superficie de césped artificial con marcadores reflectantes fijados a la zapatilla o a la piel con cinta adhesiva, en puntos de referencia óseos de las extremidades inferiores, la pelvis y el tronco. Con esto se realizaron pruebas de esfuerzo máximo tanto planificadas con no.	rendimiento (tiempo) y la cinemática y cinética articulares y cinética articular durante los cambios de dirección planificada y no planificada.	y la velocidad con la que sale en el inicio, esto se analiza y se compara en la prueba libre y en la programada.	embargo en cambios de dirección no podemos decir que limite el rendimiento, se puede deber al tipo de rehabilitación que hacían los sujetos, que se basaba en eso. Por lo que podríamos decir que es interesante realizar este tipo de rehabilitaciones.
3	Lepley, L. K., et al., (2015).	36 personas operadas de LCA.	36 individuos después de la lesión fueron colocados en cuatro grupos de tratamiento: estimulación eléctrica neuromuscular y excéntricos, excéntricos solamente, NMES solamente, estándar de cuidado, y controles sanos participaron. Los grupos NMES y excéntricos recibieron un protocolo combinado NMES y excéntrico tras la reconstrucción (cada tratamiento 2 veces por semana durante 6	El objetivo era ver cómo afecta a estimulación eléctrica neuromuscular y el trabajo excéntrico a la recuperación de la operación de LCA.	Se analizo la flexión de la rodilla, la fuerza del cuádriceps, la máxima extensión de rodilla, la comparación con la rodilla no operada y la "quadiceps Index".	En la vuelta a la actividad tras la reconstrucción del LCA se observaron diferencias específicamente, en comparación con los individuos sanos, los grupos NMES solamente demostraron una simetría de la extremidad significativamente menor y clínicamente significativa para los momentos de

			semanas), mientras que los grupos NMES solo y excéntrico solo recibieron únicamente la terapia NMES o excéntrica, respectivamente. Para evaluar la simetría de la mecánica de la rodilla, se obtuvo el área bajo la curva para el ángulo de flexión y el momento de extensión de la rodilla y se normalizó con respecto a la extremidad contralateral. La fuerza del cuádriceps se evaluó mediante el índice del cuádriceps.			extensión de la rodilla. Esta simetría reducida de la extremidad se debió a los pequeños momentos de extensión de la rodilla con la extremidad reconstruida con LCA. El grupo NMES con excéntrico mostró momentos de extensión de rodilla reducidos con su miembro reconstruido ACL que eran clínicamente significativos.
4	Ong M, et al., (2022).	Adultos de entre 18 y 30 años con solamente la lesión LCA. Sin lesiones previas añadidas en las dos rodillas.	Los participantes en el grupo de intervención estarán expuestos a un tratamiento llamado PEMF. El dispositivo electromagnético de pulso activo no produce calor ni provoca ninguna sensación en el tejido lo que permite que los participantes no vean el tratamiento. El tratamiento será dos veces por semana durante 8 semanas, sumando 16 sesiones de sesiones de	El objetivo de este estudio es realizar un ensayo doble ciego, aleatorizado y controlado para investigar los efectos del tratamiento con PEMF en la resistencia y fuerza del músculo cuádriceps en pacientes en pacientes tras una LCA.	Se realizó una medición antropométrica, una evaluación isocinética, el grosor muscular por resonancia, el espesor muscular por ultrasonido, la laxitud de la rodilla, la fuerza de reacción al suelo, movimientos de la articulación de la rodilla, distancia de	Se puede observar como las lesiones de LCA afectan en su mayoría a jóvenes deportistas durante su práctica. Se ha visto que lo más importante para poder llevar una buena recuperación sería conseguir recuperar los niveles de masa muscular y de fuerza previos a la lesión. Con el método del estudio “PEMF” y el entrenamiento de fuerza consigue promover la

			exposición a PEMF, cada sesión de 10 minutos.		salto con una sola pierna y varios cuestionarios específicos.	secreción de mioquinas y por tanto la regeneración muscular,
5	Peebles A, et al., (2022).	40 atletas que están operados de LCA y tiene una media de 17 años.	El estudio consistió en 12 sesiones repartidas en 6 semanas en la cuales los pacientes hacían sentadilla sin peso con un biofeedback táctil en la rodilla operada. La información del rendimiento obtenido se tomo con un salto desde parado.	Determinar la seguridad de una intervención novedosa de biofeedback táctil para mejorar la mecánica de aterrizaje post operación de LCA.	De los pacientes se les tomo los datos personales, además de unos tests y cuestionarios como “the Tegner Physical Activity questionnaire”, el “The Anterior Cruciate Ligament Return to Sport after Injury” y “TSK-11”	En cuanto a la ganancia de grados en la extensión de rodillas no hubo cambios, pero en la reacción vertical máxima sobre el suelo en salto si que hubo mejoras respecto al grupo control.
6	Saki F, et al., (2023).	Atletas varones de 20-30 años de las disciplinas de baloncesto y voleibol de Irán.	El grupo realizo el entrenamiento 8 semanas 3 días a la semana. Se centrará en la estabilidad del tronco con 8 ejercicios todo estáticos, con volumen de tres series de cada uno con una duración de 30 a 60 segundos.	El objetivo del estudio es investigar si el entrenamiento de estabilidad de tronco reduce los problemas en la mecánica de aterrizaje de los saltos y ayuda con la rehabilitación de	Se registraron datos básicos como la edad, el peso, la altura, el IMC, experiencia deportiva y tiempo desde la operación. También se hizo una prueba para medir el valgo de rodilla y el	Los resultados del estudio muestran con esta intervención de 8 semanas mejora la fuerza en el core, en los abductores y en rotadores de la cadera en los atletas entrenados con este método a parte del convencional.

				lesiones de LCA.	ángulo de flexión.	
7	Samaan, M. A., et al., (2018).	Una mujer de 20 años jugadora de fútbol de la primera división de la universidad de EEUU, la cual mide 1,62 m y pesa 59,2 kg. Rotura del LCA en la pierna no dominante.	Se va haciendo mediciones de distintos puntos de las dos piernas viendo como avanza la flexo-extensión a lo largo de la intervención.	Determinar si la mecánica de la pierna después de una operación de LCA esta modificada. Sobre todo a nivel nervioso.	Se compararon el alcance máximo, las distancias de salto, la cinemática de las articulaciones de las extremidades inferiores y los momentos entre ambos puntos temporales.	Se analizó como se encontraba un atleta en un estado sano y después de 27 meses de una operación de LCA, mirando los criterios anteriores y solo se vieron diferencias con alcance en la extremidad ipsilateral. Con el estudio podemos decir que los programas de rehabilitación del LCA tienen que mejorar u optimizar el sistema nervioso con el fin de mejorar la función de la rodilla.
8	Sole G, et al., (2022).	31 participantes, de los cuales 16 mujeres con, una edad media de 26 años. Que han pasado una operación de LCA unos 16 meses antes del estudio.	Se separaron los participantes en dos grupos uno que llevaron la rodillera durante 6 semanas al menos 1 hora al día y otro no llevo. Se midieron los ángulos de flexo-extensión de la rodilla y la trayectoria de la flexo-extensión, durante un salto horizontal máximo. Que se usaran para	El objetivo principal es determinar los efectos del uso de la rodillera en saltos a las 6 semanas en operados del LCA.	A parte de los datos personales se midieron el ángulo de flexión de rodilla en el momento de contacto inicial, el máximo ángulo flexión de rodilla, el desplazamiento de la	En este estudio se puede ver como el uso de la rodillera durante una hora al día, no tenía resultados notables en cuanto a la flexión externa de la rodilla, ni aumento los grados de flexión de la misma. Sin embargo, ayudo a disminuir el tiempo de

			compararse al final del estudio entre los grupos.		flexo/extensión, momento máximo de flexión rodilla y el tiempo de apoyo. Se analizo en las dos piernas, con la rodillera y sin en diferentes periodos de tiempo.	contacto en el grupo con la rodillera por lo que ayudaría a mejorar el rendimiento durante las tareas de salto.
9	Song, Y., Li, et al., (2021).	Diecisiete atletas de la División I de la NCAA (≥ 18 años) que se sometieron a una operación del LCA en el último año participaron en el estudio.	Los participantes fueron evaluados entre 0 y 6 meses y/o entre 6 y 12 meses después de su operación de LCA. Se eligió la primera evaluación cuando los participantes se encontraban rehabilitación y trabajando para volver a jugar, mientras que se la segunda se realizó mayoría de los participantes volvieron a jugar. Los participantes realizaron actividades de calentamiento elegidas por ellos mismos. Se colocaron 24 marcadores retrorreflectantes en las articulaciones	El objetivo principal era cuantificar las correlaciones entre las posiciones medial-lateral del hombro/cadera y los ángulos de flexión lateral y las asimetrías bilaterales en las fuerzas de reacción vertical del suelo y los momentos de extensión de la rodilla durante las sentadillas a dos piernas en atletas universitarios	Los criterios analizados fueron los ángulos de flexión de rodilla y tobillo en la sentadilla a dos piernas, con referencia de la tibia relacionado con el peso corporal y la altura.	Se encontró una relación en la posición de los hombros y las asimetrías después de la operación LCA, al igual que la posición de la cadera. Estas simetrías disminuyeron del momento 1 al 2 con el paso de la rehabilitación.

				en dos momentos después de la reconstrucción del LCA.		
--	--	--	--	--	--	--

5 Discusión

Con esta revisión buscábamos analizar los ejercicios más efectivos en la rehabilitación de la rotura del ligamento cruzado anterior y con ello poder recomendar a las personas que sufran esta lesión unas pautas para la correcta recuperación.

La rehabilitación de una rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) es un proceso gradual y personalizado que busca restaurar la funcionalidad, la fuerza y la estabilidad de la rodilla afectada. Durante las distintas fases de recuperación, se deben tener en cuenta diferentes precauciones para garantizar una rehabilitación segura y efectiva.

Los ejercicios desempeñan un papel crucial en la rehabilitación del LCA, y existen varios ejercicios que han demostrado ser efectivos en cada fase de recuperación.

En la fase preoperatoria, se enfoca en fortalecer los músculos de la pierna, como los cuádriceps e isquiotibiales, a través de ejercicios como contracciones isométricas y sentadillas parciales.

En la fase postoperatoria inicial, se busca controlar el dolor, reducir la inflamación y restaurar el rango de movimiento completo de la rodilla mediante ejercicios de movilidad pasiva, contracciones isométricas y rango de movimiento activo asistido.

En la fase de rehabilitación temprana, se continúa fortaleciendo los músculos de la pierna, mejorando la estabilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fortalecimiento progresivo, estiramientos y ejercicios de equilibrio en una pierna.

En la fase intermedia, se enfoca en fortalecer los músculos de la pierna de manera dinámica, mejorar la coordinación y el control, y realizar ejercicios funcionales específicos para actividades deportivas o cotidianas.

En la fase de rehabilitación tardía, se prepara al paciente para el retorno completo a las actividades deportivas o funcionales mediante el entrenamiento deportivo específico, ejercicios de salto y aterrizaje controlados, y programas de acondicionamiento físico.

Cabe destacar que la selección de los mejores ejercicios puede variar según las características individuales de cada paciente, como la gravedad de la lesión y la respuesta a la rehabilitación. Por lo tanto, es fundamental contar con la supervisión y orientación de un profesional de la salud, para adaptar los ejercicios a las necesidades y capacidades específicas de cada persona.

En resumen, los ejercicios desempeñan un papel fundamental en la recuperación de una rotura del LCA, contribuyendo a fortalecer los músculos, mejorar la estabilidad y la función de la rodilla, y preparar al paciente para el retorno a las actividades previas a la lesión. La selección de los mejores ejercicios debe basarse en la evaluación individual y seguir las pautas proporcionadas por los profesionales de la salud.

Después de ver las pautas generales esta sería una guía general de ejercicios que está demostrada su eficacia a lo largo del proceso de rehabilitación postoperatoria:

Fase Postoperatoria Inicial:

1. Contracciones Isométricas: las cuales se pueden sentados o tumbados, se basan en contraer los músculos del muslo sin mover la pierna. Esto ayuda a mantener la fuerza muscular sin ejercer demasiada presión sobre el LCA recién operado.
2. Movilidad Pasiva: movimientos suaves y controlados de flexión y extensión de la rodilla bajo la supervisión de un profesional de la salud.
3. Elevación de Piernas Rectas: tumbado boca arriba, levanta la pierna recta del suelo, manteniendo la rodilla extendida. Este ejercicio ayuda a trabajar los músculos

cuádriceps sin ejercer demasiada tensión en el LCA, además de tener baja demanda para la rodilla,

Fase de Rehabilitación Temprana:

1. Movilidad Activa Asistida: movimientos activos de flexión y extensión de la rodilla con la ayuda de un profesional de la salud o mediante dispositivos asistidos.
2. Fortalecimiento Progresivo: ejercicios como las medias sentadillas y las extensiones de la pierna contra una resistencia suave pueden iniciarse para fortalecer gradualmente los músculos alrededor de la rodilla.
3. Ejercicios de Equilibrio y Estabilidad: en superficies estables, realizando ejercicios de equilibrio para mejorar la estabilidad.

Fase Intermedia:

1. Sentadillas: empezar con un rango de movimiento limitado y aumentarlo gradualmente.
2. Zancadas: hacia adelante, hacia atrás y hacia los lados para trabajar diferentes grupos musculares y mejorar la estabilidad.
3. Fortalecimiento con Banda Elástica: para proporcionar resistencia durante ejercicios como la extensión de la pierna y la abducción de cadera.

Fase Tardía:

1. Ejercicios Funcionales: ejercicios que imiten los movimientos específicos de la actividad deportiva o rutina diaria del paciente.
2. Ejercicios de Salto y Aterrizaje: ejercicios controlados para mejorar la fuerza y la estabilidad dinámica.

3. Ejercicios de Core: planchas y elevación de piernas para mejorar la estabilidad general del cuerpo.

Es crucial tener en cuenta que estos ejercicios deben ser supervisados por un profesional de la salud, y la progresión debe basarse en la tolerancia y la respuesta individual del paciente. Además, siempre sigue las recomendaciones específicas de tu equipo médico y de rehabilitación.

6 Conclusiones

Esta revisión ha explorado a fondo el proceso de rehabilitación tras una operación de ligamento cruzado anterior, prestando atención sobre todo a la selección de ejercicios usados por los profesionales en los artículos más relevantes. También se ha prestado atención a componentes clave como el uso de la vibración local como método terapéutico, la utilidad de las rodilleras en la recuperación, y el trabajo enfocado en el fortalecimiento del core.

La recuperación de una lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es un proceso de gran importancia en el ámbito del rendimiento deportivo en la actualidad debido a la gran cantidad de casos que hay. A lo largo de este trabajo, hemos explorado diversas facetas de la rehabilitación posoperatoria del LCA, destacando aspectos fundamentales que guían hacia una recuperación exitosa. A continuación, se presentan algunas de las claves más importantes en este proceso:

1. Evaluación y diagnóstico preciso: El diagnóstico adecuado de la lesión del LCA es esencial. Se requiere una evaluación clínica completa y, en muchos casos, pruebas de imagen, como la resonancia magnética, para determinar la gravedad de la lesión y planificar el tratamiento apropiado.
2. Cirugía de alta calidad: Cuando se requiere cirugía para reparar o reconstruir el LCA, la elección de un cirujano experimentado y la calidad de la intervención son factores determinantes en el éxito a largo plazo de la recuperación.
3. Inicio temprano de la rehabilitación: Comenzar la rehabilitación poco después de la cirugía es crucial. Esto puede incluir ejercicios de rango de movimiento, contracciones isométricas y terapias para controlar el dolor y la inflamación.

4. Enfoque individualizado: Cada paciente es único, y la rehabilitación debe adaptarse a sus necesidades específicas. Esto implica personalizar los programas de ejercicios, la duración de la terapia y la intensidad del tratamiento según la gravedad de la lesión y las metas del paciente.
5. Fortalecimiento muscular progresivo: El fortalecimiento de los músculos de la pierna, especialmente los cuádriceps e isquiotibiales, es esencial para restaurar la estabilidad de la rodilla. Los ejercicios de fortalecimiento deben progresar gradualmente a lo largo de las diferentes fases de recuperación.
6. Trabajo de estabilidad y propiocepción: La mejora de la estabilidad y el equilibrio de la rodilla es vital para prevenir futuras lesiones. Los ejercicios de estabilidad, como los realizados en superficies inestables, y la propiocepción deben incorporarse en la rehabilitación.
7. Paciencia y adherencia: La recuperación del LCA es un proceso que lleva tiempo. Es fundamental que el paciente sea paciente y constante en la realización de ejercicios y en seguir las recomendaciones de los profesionales de la salud.
8. Supervisión y seguimiento: La orientación y supervisión de un fisioterapeuta o profesional de la salud especializado en rehabilitación de LCA son esenciales para garantizar una recuperación óptima. El seguimiento regular permite ajustar el programa de rehabilitación según el progreso del paciente.

En última instancia, la recuperación de una lesión del LCA es un desafío que requiere determinación y trabajo constante, pero con el enfoque adecuado y el apoyo de un equipo de profesionales de la salud, la mayoría de los pacientes pueden lograr una recuperación exitosa y regresar a sus actividades normales y deportivas con confianza.

7 Bibliografía

- Abulhasan, J. F., & Grey, M. J. (2017). Anatomy and physiology of knee stability. In *Journal of Functional Morphology and Kinesiology* (Vol. 2, Issue 4). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/jfmk2040034>
- Beynnon, B. D., Johnson, R. J., Abate, J. A., Fleming, B. C., & Nichols, C. E. (2005). Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. In *American Journal of Sports Medicine* (Vol. 33, Issue 10, pp. 1579–1602). <https://doi.org/10.1177/0363546505279913>
- Beynnon, B. D., Johnson, R. J., & Fleming, B. C. (2002). The Science of Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation. *CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH* Number, 402, 9–20. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000026072.30435.95>
- Cavanaugh, J. T., & Powers, M. (2017). ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? In *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* (Vol. 10, Issue 3, pp. 289–296). Humana Press Inc. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9426-3>
- Córdoba, C. H. (2019). ARTÍCULO ORIGINAL. In *Camilo Hernández Córdoba ARTROSCOPIA* / (Vol. 26).
- Ellen, M. I., Young, J. L., & Sarni, J. L. (1999). Musculoskeletal Rehabilitation and Sports Medicine. 3. Knee and Lower Extremity Injuries. In *Arch Phys Med Rehabil* (Vol. 80).
- Kruse, L. M., Gray, B., & Wright, R. W. (2012). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. In *Journal of Bone and Joint Surgery*

(Vol. 94, Issue 19, pp. 1737–1748). *Journal of Bone and Joint Surgery Inc.*
<https://doi.org/10.2106/JBJS.K.01246>

Lim, J. M., Cho, J. J., Kim, T. Y., & Yoon, B. C. (2019). Isokinetic knee strength and proprioception before and after anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between home-based and supervised rehabilitation. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 32(3), 421–429. <https://doi.org/10.3233/BMR-181237>

Lobb, R., Tumilty, S., & Claydon, L. S. (2012). A review of systematic reviews on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. In *Physical Therapy in Sport* (Vol. 13, Issue 4, pp. 270–278). <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.05.001>

Ma, J., Zhang, D., Zhao, T., Liu, X., Wang, J., Zheng, H., & Jin, S. (2021). The effects of proprioceptive training on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 35(4), 506–521. <https://doi.org/10.1177/0269215520970737>

Millett, P. J. (n.d.). *ACL Reconstruction Rehabilitation Protocol*. www.drmmillett.com

Noyes, F. R., Mooar, L. A., Moorman Iii, C. T., & McGinniss, G. H. (1989). *PARTIAL TEARS OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT PROGRESSION TO COMPLETE LIGAMENT DEFICIENCY*.

O'Malley, E., Richter, C., King, E., Strike, S., Moran, K., Franklyn-Miller, A., & Moran, R. (2018). Countermovement jump and isokinetic dynamometry as measures of rehabilitation status after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*, 53(7), 687–695. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-480-16>

Osti, L., Buda, M., Osti, R., Massari, L., & Maffulli, N. (2017). Preoperative Planning for ACL Revision Surgery. In *Sports Med Arthrosc Rev* (Vol. 25, Issue 1). www.sportsmedarthro.com|19

Saka, T. (2014). Principles of postoperative anterior cruciate ligament rehabilitation. *World Journal of Orthopedics*, 5(4), 450–459. <https://doi.org/10.5312/wjo.v5.i4.450>

Sobrado, M. F., Bonadio, M. B., Ribeiro, G. F., Giglio, P. N. A., Helito, C. P., & Demange, M. K. (2021). LEVER SIGN TEST FOR CHRONIC ACL INJURY: A COMPARISON WITH LACHMAN AND ANTERIOR DRAWER TESTS. *Acta Ortopedica Brasileira*, 29(3), 132–136. <https://doi.org/10.1590/1413-785220212903238345>

Thomeé, P., Währborg, P., Börjesson, M., Thomeé, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2007). Self-efficacy, symptoms and physical activity in patients with an anterior cruciate ligament injury: A prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(3), 238–245. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00557.x>

van Grinsven, S., van Cingel, R. E. H., Holla, C. J. M., & van Loon, C. J. M. (2010). Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(8), 1128–1144. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-1027-2>

2. Lim JM, Cho JJ, Kim TY, Yoon BC. Isokinetic knee strength and proprioception before and after anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between home-based and supervised rehabilitation. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2019;32(3):421–9.
3. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. Vol. 33, *American Journal of Sports Medicine.* 2005. p. 1579–602.
4. Noyes FR, Mooar LA, Moorman Iii CT, Mcginness GH. PARTIAL TEARS OF THE ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT PROGRESSION TO COMPLETE LIGAMENT DEFICIENCY. 1989.
5. Abulhasan JF, Grey MJ. Anatomy and physiology of knee stability. Vol. 2, *Journal of Functional Morphology and Kinesiology.* MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2017.
6. Thomeé P, Währborg P, Börjesson M, Thomeé R, Eriksson BI, Karlsson J. Self-efficacy, symptoms and physical activity in patients with an anterior cruciate ligament injury: A prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2007 Jun;17(3):238–45.
7. Osti L, Buda M, Osti R, Massari L, Maffulli N. Preoperative Planning for ACL Revision Surgery [Internet]. Vol. 25, *Sports Med Arthrosc Rev.* 2017. Available from: www.sportsmedarthro.com|19
8. Kruse LM, Gray B, Wright RW. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. Vol. 94, *Journal of Bone and Joint Surgery.* Journal of Bone and Joint Surgery Inc.; 2012. p. 1737–48.

9. van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2010;18(8):1128–44.
10. Córdoba CH. ARTÍCULO ORIGINAL. Vol. 26, Camilo Hernández Córdoba ARTROSCOPIA |. 2019.
11. Sobrado MF, Bonadio MB, Ribeiro GF, Giglio PNA, Helito CP, Demange MK. LEVER SIGN TEST FOR CHRONIC ACL INJURY: A COMPARISON WITH LACHMAN AND ANTERIOR DRAWER TESTS. *Acta Ortop Bras*. 2021 May 1;29(3):132–6.
12. Millett PJ. ACL Reconstruction Rehabilitation Protocol [Internet]. Available from: www.drmillett.com
13. Lobb R, Tumilty S, Claydon LS. A review of systematic reviews on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. Vol. 13, *Physical Therapy in Sport*. 2012. p. 270–8.
14. Cavanaugh JT, Powers M. ACL Rehabilitation Progression: Where Are We Now? Vol. 10, *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. Humana Press Inc.; 2017. p. 289–96.
15. Saka T. Principles of postoperative anterior cruciate ligament rehabilitation. *World J Orthop*. 2014;5(4):450–9.
16. Ma J, Zhang D, Zhao T, Liu X, Wang J, Zheng H, et al. The effects of proprioceptive training on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2021 Apr 1;35(4):506–21.
17. O'Malley E, Richter C, King E, Strike S, Moran K, Franklyn-Miller A, et al. Countermovement jump and isokinetic dynamometry as measures of rehabilitation

status after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2018 Jul 1;53(7):687–95.

18. Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC. The Science of Anterior Cruciate Ligament Rehabilitation. *CLINICAL ORTHOPAEDICS AND RELATED RESEARCH* Number [Internet]. 2002;402:9–20. Available from: <http://journals.lww.com/clinorthop>