

# Tratamiento funcional de la lesión de ligamento cruzado anterior de la rodilla: una revisión

## (Functional treatment of anterior knee cruciate ligament injury: a review)

David Cristóbal Orozco Brito<sup>(1)\*</sup>, Shirley Fernanda Rosero Ordóñez<sup>(1)</sup>, Pedro Renato Flores Brito <sup>(1)</sup>

(1)Carrera de Medicina, Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador

\*Correspondencia: Dr. David Orozco Brito, Carrera de Medicina, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2 EC060150, Riobamba, Chimborazo, Ecuador, correo electrónico: david.orozco@esPOCH.edu.ec

Recibido el 14.02.2019. Aceptado el 14.06.2019

### RESUMEN

**Introducción:** la ruptura del ligamento cruzado anterior de la rodilla es una de las lesiones que se presenta frecuentemente en las personas que realizan deporte o actividad física. **Objetivo:** comparar los tratamientos funcionales utilizados para la recuperación de la ruptura de ligamento cruzado anterior. **Metodología:** se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados desde enero del 2000 hasta enero de 2018. Las bases de datos consultadas fueron Medline, Scopus y Scielo. Utilizando las siguientes palabras claves: lesión de rodilla, ligamento cruzado anterior, rehabilitación funcional. Se seleccionaron aquellos estudios en los que se hubiese analizado lesiones de ligamento cruzado anterior en cualquier disciplina deportiva. Resultados: se encontró seis estudios, todos de aplicación en los diferentes niveles de experimentación (pre-, cuasi- y experimental). **Discusión y conclusiones:** el ejercicio funcional, prescrito de una manera individualizada, con un seguimiento mediante test apropiados que se realicen antes durante y después de la rehabilitación de lesiones del ligamento cruzado anterior reduce los tiempos de recuperación de la lesión.

**Palabras clave:** ligamento cruzado anterior, rehabilitación funcional, lesión de rodilla

### ABSTRACT

Summary The objective of the present study is to compare the functional treatments used for the recovery of anterior cruciate ligament rupture. To this end, a bibliographic review of scientific articles published from January 2000 to January 2018 was carried out. The databases consulted were Medline, Scopus and Scielo. Using the following keywords: knee injury, anterior cruciate ligament, functional rehabilitation. Those studies in which anterior cruciate ligament injuries were analyzed in any sport discipline were selected. Six studies were found, all of them applicable at different levels of experimentation (pre-, quasi-experimental). It is concluded that the functional exercise, prescribed in an individualized way, with a follow-up by means of appropriate tests that are performed before and after the rehabilitation of lesions of the anterior cruciate ligament reduces the recovery times of the lesion.

**Key words:** anterior cruciate ligament, functional rehabilitation, knee injury

## 1. Introducción

La ruptura del ligamento cruzado anterior (LCA), es una de las lesiones que se presentan frecuentemente en personas que realizan deporte o actividad física, de esto aproximadamente dos tercios son a consecuencia de la práctica del deporte y la prevalencia en la población es de aproximadamente 3/10.000 habitantes al año. La incidencia aumenta en deportes de contacto y en los que se realizan cambios bruscos de dirección como por ejemplo baloncesto, fútbol, esquí. En este contexto un estudio en futbolistas de España realizado en el periodo de cinco años (1996 – 2000) presenta una incidencia media de 6 lesiones por cada 100 jugadores de las que el 67% se produce por trauma directo.(1)

El ligamento cruzado anterior es una estructura fibrosa que se encuentra uniendo la articulación de la rodilla, se inserta sobre la superficie preespinal en la porción anterior del espacio intertrocantereo, en la extremidad superior de la tibia, desde ahí sus fibras se dirigen posterolateralmente hacia la cara medial del cóndilo femoral lateral, este ligamento es el encargado de la estabilidad anterior de la articulación fémoro tibial.(2,3)

En su estructura encontramos dos fascículos funcionalmente distintos, aunque anatómicamente estos no sean muy bien delimitados. Estos son el fascículo anteromedial (AM) y el fascículo posterolateral (PL), la diferenciación fisiológica se la realiza en la flexión de la rodilla, aquí el fascículo PL realiza una curva alrededor del fascículo AM, en cuanto a la biomecánica en extensión completa el fascículo PL este estirado, mientras que a partir de los 45° de flexión la tensión de este fascículo disminuye. Y el fascículo AM se mantiene siempre estirado en todo el rango de flexión de la rodilla.(4,5)

El ligamento LCA recibe aproximadamente el 85% de las fuerzas del cajón anterior de la rodilla lo que le proporciona la característica de ser el freno primario de la articulación. Mientras tanto que la cápsula articular, los ligamentos colaterales, los tendones periarticulares y los meniscos funcionan como frenos secundarios para la articulación. Además, el LCA tiene la capacidad de ser un freno secundario en el movimiento rotacional de la rodilla.(6,7)

### 1.2 Lesiones de ligamento cruzado anterior

La ruptura del ligamento cruzado anterior es una lesión dolorosa que lleva, a quien la sufre, a un tiempo prolongado de recuperación que puede afectar la calidad de vida de los pacientes. Dejar a la lesión sin un tratamiento hace que el paciente presente una disminución en el nivel de actividad física y un cambio de estilo de vida de: activo a sedentario con las conocidas consecuencias para la salud, además de generar una inestabilidad en su rodilla, lesiones meniscales y de la superficie cartilaginosa que terminan provocando un desgaste de las superficies articulares, produciendo una artrosis de rodilla. (7,8,9)

El mecanismo de la lesión del LCA puede darse por traumatismo directo de alta energía, pero más comúnmente se puede producir en un movimiento de baja energía donde se produce un máximo estiramiento del tendón, este mecanismo habitualmente está en relación con cambios de dirección, saltos o freno brusco y generalmente se presentan en la práctica de deporte, aquí se destacan: fútbol, esquí, baloncesto, tenis, rugby entre otros.(10,11)

La clínica de la lesión nos puede presentar: sensación de crujido de la rodilla, impotencia funcional, imposibilidad para el apoyo de la extremidad lesionada, inflamación articular de rápida aparición, dolor importante que obliga a la persona a dejar de realizar la actividad. La valoración de la lesión la hacemos mediante maniobra de cajón anterior de la rodilla, un desplazamiento mayor al 30% en la parte anterior es sugestivo de ruptura del LCA. La confirmación del diagnóstico se la debe realizar mediante una Resonancia Magnética (RM). (11,12)

La rehabilitación funcional en una persona lesionada es el tiempo que transcurre entre la lesión y el regreso a la actividad y/o deporte, la misma que tiene como objetivo principal permitir, en el menor tiempo posible, que la persona alcance el mismo o un mayor nivel físico del que se encontraba antes de la lesión. Este objetivo se lo logra mediante ejercicio físico adaptado a las necesidades de cada uno de los pacientes, esto en base a una evaluación previa de: flexibilidad, fuerza, resistencia y coordinación del paciente,

individualizando así el tipo de ejercicio que debe ser aplicado y enseñado al paciente.(13,14)

La revisión bibliográfica que se realiza a continuación tiene como objetivo conocer si una adecuada rehabilitación basada en ejercicios funcionales, permiten al paciente rehabilitarse en un menor tiempo de la lesión LCA

## 2. Método

Se realizó una revisión documental y bibliográfica de artículos científicos publicados desde enero del 2000 hasta enero de 2018. Las bases de datos consultadas fueron Medline, Scopus y Scielo. Las búsquedas se han realizado mediante PubMed. Se usaron las siguientes palabras claves: lesión de rodilla, ligamento cruzado anterior, rehabilitación funcional

Se seleccionaron aquellos estudios experimentales en los que se hubiese analizado rehabilitación de lesiones de ligamento cruzado anterior en cualquier disciplina deportiva. Se encontró 25 artículos en Medline, 34 en Scopus y 43 en Scielo de los cuales 6 estudios cumplieron con los criterios de inclusión, todos de aplicación en los diferentes niveles de experimentación (pre-, cuasi- y experimental).

### 2.1 Criterios de inclusión

Estudios publicados entre 2000 y 2018, en cualquier país y en idiomas español e inglés. Incluyen intervenciones en los que se aborde la rehabilitación funcional de ligamento cruzado anterior independientemente del grado de la lesión.

El estudio se limita a actualizar los conocimientos referentes a rehabilitación funcional de ligamento cruzado anterior a nivel internacional es, por tanto, un estudio de revisión, posiblemente útil en la compilación de información.

## 3. Resultados

Luego de la búsqueda realizada, a continuación, se presenta la tabla de artículos encontrados donde se expone el año que fue publicado el artículo, el nombre del primer autor, el país donde se realizó la intervención y un resumen de los objetivos y metodología de la investigación. Se excluyeron los artículos que no cum-

plen con la condición de tener en su metodología la utilización de ejercicios que permitan a rehabilitación de la lesión LCA. Por lo tanto, los artículos incluidos dentro de esta revisión tienen en su metodología una intervención con ejercicios funcionales, dando una visión del proceso al cual se fue sometiendo la rehabilitación de LCA desde el año 2000 y presentando la incorporación de nuevas técnicas que se implementan para llegar a obtener una rehabilitación más rápida de la lesión mencionada.

Los resultados presentados en esta revisión nos dan a conocer la importancia creciente que una rehabilitación funcional basada en evidencia tiene en la evolución de la lesión LCA, la utilización de estas disminuye el tiempo de recuperación y vuelta a la práctica deportiva y previene la recidiva de la lesión

## 4. Discusión y Conclusiones

En el año 2000 se empezó a plantear la posibilidad de dejar la inmovilización después de una intervención quirúrgica de LCA la evidencia a favor de esta tendencia se encuentra en los autores Vilaseca de España y Torres de México quienes en ese entonces ya aplicaron el protocolo de rehabilitación acelerada para disminuir el tiempo de reinserción de las personas a su actividad. Este es el inicio de una serie de experimentos que se enfocan en los ejercicios como elemento principal en la rehabilitación.(15, 16, 17)

En el año 2017 Chao Wei Cheng nos dice que la intervención que se realice para rehabilitación de LCA debe estar basada en la evaluación de cada paciente, es así que en su artículo efectos del entrenamiento funcional en pacientes sometidos a reconstrucción de LCA, realizó una intervención con ejercicio funcional basado en una pantalla de movimiento funcional en comparación con una rutina de rehabilitación, previo a la prescripción de ejercicio funcional se realizó un test de Lysholm Score y un test IKDC 2000 Score en base a los resultados se planifico la intervención que consistió en entrenamiento funcional correctivo con el siguiente orden: movilidad, control motor estático, control motor dinámico y fuerza, la intervención fue dos veces por semana, con una hora de duración por sesión y durante 6 meses. Los resultados demostraron que la aplicación de ejercicio funcional

Tabla 1. Resumen de artículos encontrados

Año	Autor	País	Objetivo	Metodología
2017	Cheng et al	Taiwan	<p>Evaluar el efecto del ejercicio funcional basado en la pantalla de movimiento funcional (FMS) en pacientes después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (ACL)</p> <p><b>Valoración de sesgo:</b> No existe grupo control</p>	<p>Un total de 38 pacientes que se sometieron a reconstrucción del ligamento cruzado anterior (ACL) fueron reclutados y asignados al azar al grupo 1 (n = 19) o al grupo 2 (n = 19). Ambos grupos recibieron rehabilitación de rutina de 6 meses inmediatamente después de la cirugía.</p> <p>Desde el 4º al 6º mes del postoperatorio, el grupo 1 recibió ejercicio funcional basado en FMS más rehabilitación de rutina y el grupo 2 recibió rehabilitación de rutina solamente.</p> <p>Resultados: después de la intervención, ambos grupos tuvieron un aumento significativo de FMS, Lysholm Knee Score y IKDC score. El grupo 1 tuvo cambios significativamente mayores en FMS (mediana 4 vs. 3, P &lt;0.001), puntaje de Lysholm Knee (mediana 24 vs. 16, P = 0.001), e IKDC (mediana 22 vs. 8, P &lt;0.001) que el grupo 2</p>
2016	Chmielewski et al	USA	<p>Comparar el efecto inmediato del ejercicio pliométrico de baja y alta intensidad durante la rehabilitación después de la reconstrucción del LCA en la función de la rodilla</p> <p><b>Valoración de sesgo:</b> No existe grupo control La muestra fue asignada a conveniencia</p>	<p>Veinticuatro pacientes que se sometieron a una reconstrucción unilateral de LCA (media, 14.3 semanas después de la cirugía; rango, 12.1-17.7 semanas) se asignaron a 8 semanas (16 visitas) de ejercicio pliométrico de baja o alta intensidad que consiste en correr, saltar y agilidad ocupacionales. Se realizaron pruebas antes y después de la intervención.</p> <p>Conclusión: no se detectaron diferencias significativas entre los grupos de ejercicios pliométricos de baja y alta intensidad. El ejercicio pliométrico indujo cambios positivos en la función de la rodilla, trastornos de la rodilla y estado psicosocial.</p>
2014	Kinikli et al	Turquía	<p>Objetivo: el objetivo de este estudio fue evaluar los resultados funcionales de una intervención temprana con entrenamiento excéntrico y concéntrico en pacientes sometidos a reconstrucción ligamento cruzado anterior autógeno (LCA).</p> <p><b>Valoración de sesgo:</b> Probabilidad de sesgo mínima</p>	<p>Métodos: Treinta y tres pacientes con reconstrucción autógena de LCA de Isquiotibiales se dividieron al azar en grupo de estudio (n = 16, edad media; 33.87 ± 8.19) y control (n = 17, edad media; 32.64 ± 8.21) siguieron el mismo programa de rehabilitación de LCA.</p> <p>Adicionalmente, el grupo de estudio siguió una evolución progresiva.</p> <p>Entrenamiento excéntrico y concéntrico durante 12 semanas en el sistema de sentadilla funcional monitorizada. (MFSS) comenzando 3 semanas después de la cirugía.</p> <p>Conclusión: Agregar ejercicios excéntricos y concéntricos progresivos al protocolo de rehabilitación estándar puede mejorar los resultados funcionales después de la reconstrucción de LCA con injertos de isquiotibiales autógenos.</p>
2014	Papalia et al	Italia	<p>Propósito determinar si el riesgo de volver a rasgarse el ligamento cruzado anterior (ACL), después de la reconstrucción del ACL, está</p>	<p>Métodos Desde noviembre de 2010 hasta septiembre de 2012, inscribimos a 40 atletas recreativas con evidencia clínica y de imágenes</p>

influenciada por varios factores hormonales, neuromusculares, biomecánicos y anatómicos.

Uno de los factores pronósticos negativos más importantes que marcadamente aumenta el riesgo de re-desgarro de ACL es la presencia de un momento alto de abducción de rodilla (KAM), que puede medirse inmediatamente aterrizando en ambos pies después de un salto vertical. Se evaluó el efecto en los valores postoperatorios de KAM según el tipo de injerto utilizado para la reconstrucción del LCA (tendón de la corva contra el tendón patelar) y un protocolo de rehabilitación específico que se centra en la recuperación de la fuerza muscular, la propiocepción y la estabilización articular.

**Valoración de sesgo:**

No existe grupo control

de desgarro de LCA y las asignamos al azar en dos grupos.

Un grupo de pacientes se sometió a una reconstrucción con un injerto de tendón de la corva y el segundo con un injerto de tendón patelar. Se adoptó un programa de rehabilitación personalizado centrado en la propiocepción.

Se evaluaron los resultados clínicos

Resultados Todos los pacientes mostraron mejoras clínicas estadísticamente significativas después de la operación en comparación con los valores preoperatorios ( $P < 0,0001$ ). No se observaron diferencias intergrupales significativas en todos los puntajes clínicos y pruebas funcionales, con la excepción del valor registrado para la prueba KAM ( $P < 0,0001$ ).

2000 Torres et al México

Objetivo del trabajo. Reintegrar a los pacientes operados de reconstrucción de LCA a sus actividades cotidianas en un tiempo inferior a tres meses, sin usar diseños externos de soporte para la rodilla. Con lo que se evitará una convalecencia prolongada.

**Valoración de sesgo:**

No existe grupo control

De los 62 pacientes operados de reconstrucción de LCA en el servicio, de enero de 1997 a junio de 1998, se examinó una muestra aleatoria de 21 casos, registrándose los datos generales de los pacientes, el diagnóstico artroscópico, la técnica utilizada, así como la situación de los túneles y la fijación obtenida. Se inició un programa de rehabilitación mínima acelerada con:

- Sentadillas apoyándose en las extremidades torácicas desde la segunda semana de postoperatorio.
- Deambulación de 500 a 2000 metros desde la segunda semana de postoperatorio.
- Saltos y trote desde la tercera semana de postoperatorio.
- Deporte de contacto solamente después del sexto mes de postoperatorio

2000 Vilaseca et al Madrid

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados preliminares del programa de rehabilitación acelerada donde se utilizan ejercicios de potenciación, propiocepción, resistencia y balance articular, en el programa de rehabilitación tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior

**Valoración de sesgo:**

No existe grupo control

Se evalúan 11 pacientes que sufrieron una ruptura aguda del ligamento cruzado anterior por accidente laboral, nueve de los cuales desempeñaban profesiones de alta actividad física.

Nueve pacientes eran varones y dos mujeres con una media de edad de 25 años (DE 9,85).

Realizaron una media de 49,82 sesiones de tratamiento (DE 11,76). El promedio de días de baja fue de 127,26 días

(DE 27,38). No se registró ningún baremo ni incapacidad laboral.

Diez pacientes volvieron a su mismo lugar de trabajo, tres reiniciaron sus actividades deportivas y otros tres desarrollaron un síndrome femoropatelar.

basado en movimientos funcionales a pacientes después de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior dio como resultado una mejora significativa en la función y los movimientos de la rodilla y en el tiempo de rehabilitación. (18,19)

Estos resultados son semejantes a la bibliografía donde Brozman expone que se debe realizar una movilidad articular temprana tomando en cuenta movimientos pasivos, seguido de ejercicios de cadena cinética cerrada para mantener la fortaleza del cuádriceps y entrenamiento neuromuscular con ejercicios de propiocepción con la finalidad de recuperar la función muscular lo antes posible, sin dar plazos exactos a la recuperación porque depende de cada caso y paciente como promedio se puede decir que en promedio la lesión tardará en recuperarse de 4 a 6 meses. (20,21,22)

Los ejercicios pliométricos también forman parte de la rehabilitación funcional de la articulación de la rodilla sometida a reconstrucción, tal es el caso de una comparación que se realiza con ejercicios pliométricos de baja y alta intensidad en relación con el regreso a la participación deportiva, 24 deportistas sometidos a reconstrucción de rodilla, realizaron ejercicios pliométricos de baja y alta intensidad, los mismos que consistían en ejercicios de carrera, salto y agilidad por un período aproximado de 8 semanas, se realizaron test pre y post intervención (IKDC), no existe una diferencia significativa en aplicar ejercicios pliométricos de baja o de alta intensidad para la recuperación de las lesiones de LCA luego de reconstrucción del mismo, sin embargo, los ejercicios pliométricos inducen cambios positivos en la función de la rodilla para el regreso a la actividad de los deportistas en un menor tiempo. (23,24)

Una de las ventajas de aplicar ejercicio con peso en la rehabilitación de rodilla es la mejora a la nutrición del cartílago articular, la disminución de la osteopenia y la recuperación más rápida del cuádriceps femoral, sin embargo, esto también conlleva el riesgo de que en la rodilla se produzca un problema en la reparación de los tejidos lesionados, por lo que se recomienda los ejercicios pliométricos en fases tardías de la rehabilitación. (25,26)

Treinta y tres pacientes fueron sometidos a entrenamiento funcional con ejercicios concéntricos y excéntricos después de una reconstrucción de LCA, la intervención consistió en 12 semanas de ejercicios con un sistema funcional de monitoreo (MFSS) que simula el movimiento de un salto de sentadilla, además, este sistema evaluó las contracciones de los músculos: cuádriceps femoral e isquiotibiales durante la sentadilla. El ejercicio excéntrico y concéntrico inició con el 5% del 1 RM y progresaron cada semana hasta alcanzar el 50% del 1 RM, se realizaron 2 a 3 series con 2 a 3 minutos de recuperación, 3 veces por semana, todos los participantes fueron sometidos a pruebas pre y post intervención con mediciones de salto y la escala de Lysholm. Las pruebas de salto resultaron ser estadísticamente significativas en comparación con el pre y post test. Los investigadores concluyen que añadir ejercicios excéntricos y concéntricos progresivos en un programa de rehabilitación pueden mejorar los resultados funcionales en un tiempo más corto, luego de una reconstrucción de LCA. (27)

Se debe recordar que el ejercicio excéntrico en la rehabilitación se puede utilizar con fines regeneradores de tejido tendinoso, estimulando la síntesis de colágeno y la fuerza de las fibras existentes y el realineamiento de tejido conjuntivo muscular. Además, la instauración del ejercicio excéntrico produce daño muscular, por lo que, la progresión del ejercicio es clave al aplicar este entrenamiento. Para miembros inferiores se planteó 6 a 10 series de 8 a 12 repeticiones iniciando con porcentajes bajos del 1 RM 4 sesiones semanales. (28)

Pacientes sometidos a un programa de rehabilitación luego de una reconstrucción de LCA, por un período de 24 semanas el mismo que consistió en recuperación del rango de movimiento articular de la semana 1 a la 2 semana, fuerza de la 3 a la 4, propiocepción y estabilidad de la 5 a la 11 semana, correr de la semana 9 a la 14, potencia de la semana 15 a la 24. Los resultados mostraron datos estadísticamente significativos para las pruebas Lysholm, IKDC y knee abduction moment (KAM). Los autores concluyen que la Reconstrucción de LCA con injerto de tendón rotuliano seguido de rehabilitación centrada en la fuerza, propiocepción y la restauración de la estabilidad puede producir valores satisfactorios

para la prueba KAM reduciendo el tiempo de regreso a las actividades. (29,30)

### 5. Conclusiones

Se concluye de esta revisión que el ejercicio funcional, prescrito de una manera individualizada, en base a test pre y post rehabilitación reduce los tiempos de recuperación de la lesión LCA y permite a los deportistas el regreso a la práctica del deporte con un mínimo riesgo de recidiva de la lesión.

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés en esta revisión.

### Limitaciones de responsabilidad

Declaramos que todos los puntos de vista expresados en el siguiente artículo de revisión son de entera responsabilidad de los autores y no de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### Fuentes de apoyo

Ninguna.

### Referencias bibliográficas

- Márquez W, Márquez J, Gómez J. ¿Qué ocurre con las lesiones del ligamento cruzado anterior, su tratamiento, la recuperación de la función y el desarrollo de osteoartritis a largo plazo? ¿Hay espacio para el tratamiento conservador? Revisión de conceptos actuales. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología* [Internet]. junio de 2017 [citado 29 de marzo de 2019]; 31(2):75-86. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0120884517300317>
- Cheyron C, Philippeau D, Pronesti L, Delambre J, Marmor S, Cerisy J, et al. Rehabilitación de los pacientes sometidos a una artroplastia de la rodilla. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física* [Internet]. agosto de 2014 [citado 29 de marzo de 2019];35(3):1-20. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1293296514681809>
- Rochcongar P. Lesiones crónicas del aparato locomotor en el deportista. *EMC - Aparato Locomotor* [Internet]. junio de 2014 [citado 30 de marzo de 2019];47(2):1-10. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1286935X14675572>
- Jacquot L, Selmi TAS, Servien E, Neyret P. Lesiones recientes de los ligamentos de la rodilla. *EMC - Aparato Locomotor* [Internet]. enero de 2003 [citado 29 de marzo de 2019]; 36(2):1-22. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1286935X0372276X>
- Álvarez R, Melen M, Arce L. Revisión rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (lca), *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 2008;8(29):31. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54222978004>
- Sayáns Torres AA, Soto González M. Cocontracción y coactivación muscular en lesiones del ligamento cruzado anterior. Una revisión bibliográfica. *Rehabilitación* [Internet]. julio de 2018 [citado 30 de marzo de 2019];52(3):184-94. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048712018300604>
- Roberto Negrín V, Fernando Olavarría M. Artrosis y ejercicio físico. *Revista Médica Clínica Las Condes* [Internet]. septiembre de 2014 [citado 30 de marzo de 2019];25(5): 805-11. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0716864014701117>
- Ayala J, García G. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana* [internet]2014 [Consultado: 12 Dic 2018]; 28(1): 57-67. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/aom/v28n1/v28n1a12.pdf>

9. Legré-Boyer V, Boyer T. Examen clinique d'un genou douloureux. *Revue du Rhumatisme Monographies* [Internet]. junio de 2016 [citado 30 de marzo de 2019];83(3):133-7. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1878622716300108>
10. Prada M, Olarte Rodríguez JA, Gutierrez-Guevara JC, C. L. Percepción funcional de los pacientes tras reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Serie de casos. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología* [Internet]. marzo de 2017 [citado 30 de marzo de 2019];31(1):16-21. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S012088451730007X>
11. Chao W-C, Shih J-C, Chen K-C, Wu C-L, Wu N-Y, Lo C-S. The Effect of Functional Movement Training After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation* [Internet]. noviembre de 2018 [citado 30 de marzo de 2019];27(6):541-5. Disponible en: <https://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jsr.2017-0022>
12. Amato M. Lesiones de Rodilla En: Brotzman B, editor. *Rehabilitación Ortopédica Clínica*. Mosby, Madrid: Elsevier; 2005. p. 254-271.
13. López Hernández G, Fernández Hortigüela L, Gutiérrez JL, Forriol F. Protocolo cinético en la rotura del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología* [Internet]. enero de 2011 [citado 30 de marzo de 2019];55(1):9-18. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1888441510001943>
14. Chaler Vilaseca J, Abril Carreres MA, Garreta Figuera R, Maiques Dern A, Unyó Sallent C, Soler Romagosa F. Rehabilitación acelerada de la plastia de ligamento cruzado anterior en el entorno de una mutua de accidentes de trabajo. *Rehabilitación* [Internet]. enero de 2001 [citado 30 de marzo de 2019];35(5):295-301. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048712001731945>
15. Roldán F, Rico E, Trejo G, Galindo F. Rehabilitación mínima acelerada en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Rev Mex Ortp Traum* [internet]. 2000[consultado el 26 de diciembre 2018];14(2): 161-163. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2000/or002f.pdf>.
16. Brotzman B, Manske C. Rehabilitación ortopédica clínica: Un enfoque basado en la evidencia. [Internet]. London: Elsevier Health Sciences Spain; 2012 [citado 30 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3429658>
17. 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. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. marzo de 2016 [citado 30 de marzo de 2019];44(3):609-17. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546515620583>
18. Benitez J. Tratamiento de la Lesiones Deportivas y el Ejercicio como Herramienta Terapéutica para la recuperación Funcional. 3ra. ed. Valencia: Alfa Delta Digital; 2014.
19. Kinikli G. The effect of progressive eccentric and concentric training on functional performance after autogenous hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled study. *Acta Orthopaedica Et Traumatológica Turcica* [Internet]. 2014 [citado 30 de marzo de 2019];48(3):283-9. Disponible en: <http://www.aott.org.tr/index.php/aott/article/view/2830/3587>
20. Papalia R, Franceschi F, Tecame A, D'Adamo S, Maffulli N, Denaro V. Anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport activity: postural control as the key to success. *International Orthopaedics* [Internet]. marzo de 2015 [citado 30 de marzo de 2019];39(3):527-34. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s00264-014-2513-9>



21. Duboy J. Actividad deportiva en pacientes con artroplastía total de rodilla. *Rev Méd Clín Las Condes* [Internet]. 2012 [citado 30 de marzo de 2019];23(3):327-30. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0716864012703176>
22. Dachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Kuriwaka M, Ito Y. Re-construction of the anterior cruciate ligament. Single- versus double-bundle multistranded hamstrings tendons. *J Bone Joint Surg (Br)* 2004; 86-B:515-20.
23. Zantop T, Petersen W, Sekiya J, Musahl V, Fu F. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14: 982-92.
24. Steckel H, Starman J, Baums M, Klinger H, Schultz W, Fu F. Anatomy of the anterior cruciate ligament double bundle structure: a macroscopic evaluation. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17:387-92.
25. Norwood L, Cross M. Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med* 1979, 7:23-6.
26. Norwood L, Cross M. The intercondylar shelf and the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1977; 5:171-6.
27. Trent P, Walker P, Wolf B. Ligament length patterns, strength, and rotational axes of the knee joint. *Clin Orthop Rel Res* 1976; 117:263-70.
28. Wang C, Walker P, Wolf B. The effects of flexion and rotation on the lengths patterns of the ligaments of the knee. *J. Biomech* 1973; 6:587-96.
29. Hefzy M, Grood E, Noyes F. Factors affecting the region of most isometric femoral attachments. Part II: the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1989; 17:208-16.
30. Howell S, Clark J, Farley T. A rationale for predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. A MRI study. *Am J Sports Med* 1991; 19:276-82.