

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**TRABAJO FINAL DE GRADO**

**(plan de actuación clínica)**

4º Fisioterapia (2017)

**Evaluación y tratamiento de Fisioterapia para las roturas completas  
intervenidas del LCA en mujeres futbolistas profesionales**

Título resumido: Fisioterapia en roturas de LCA

Autor/s: Víctor Herrera Guirao

Iván Moreno Martín

Patricia Moro Gómez

e-mail principal de contacto: victor.hegu@gmail.com

Tutor/a: Vanessa Bayo

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
Agradecimientos .....	3
RESUMEN .....	4
Palabras clave .....	4
Ligamento cruzado anterior, rehabilitación, mujeres, fútbol, anatomía, diagnóstico.....	4
ABSTRACT .....	5
Keywords .....	5
MARCO TEORICO (Revisión Bibliográfica, “Estado del Arte”) .....	6
Introducción .....	6
Objetivos del Marco Teórico (“Revisión Bibliográfica” o “Estado del Arte”).....	6
Objetivo principal del Marco Teórico:.....	6
Objetivos secundarios del Marco Teórico: .....	6
Revisión bibliográfica .....	6
MATERIAL Y MÉTODOS .....	6
Síntesis de resultados de la revisión.....	7
MARCO PRACTICO: plan de actuación clínica .....	26
Objetivos del plan diagnóstico.....	26
Objetivo principal del plan diagnóstico:.....	26
Objetivos secundarios del plan diagnóstico: .....	26
Personas a las que afecta.....	26
Personas que han de realizar las actuaciones.....	26
Personas sobre las que se han de realizar las actuaciones.....	26
Actuaciones diagnósticas y procedimientos del plan.....	26
Resultados previsibles/ Valoración diagnóstica final .....	28
Objetivo principal del plan terapéutico: .....	29
Objetivos secundarios del plan terapéutico:.....	29

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

Diagrama de flujo .....	38
Discusión y conclusiones .....	39
Previsión de traslación de las conclusiones a la práctica clínica .....	40
Previsión de reelaboración del plan de actuación .....	41
ANEXO I - ILUSTRACIONES, TABLAS Y GRÁFICOS .....	42
Tablas .....	42
Ilustraciones .....	45
Gráficos.....	46
BIBLIOGRAFIA.....	49

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

### ***Agradecimientos***

Querríamos expresar nuestro reconocimiento y agradecimiento a todas aquellas personas que, gracias a su colaboración, han contribuido a la realización de este trabajo de fin de grado:

En primer lugar, agradecer a Vanessa Bayo, tutora de este trabajo, por sus consejos, ayuda y dedicación durante el desarrollo del mismo.

En segundo lugar, agradecer a las Escuelas Universitarias Gimbernat, concretamente al departamento de Fisioterapia, junto con los profesores y colaboradores que, gracias a su esfuerzo, han contribuido a nuestro crecimiento como profesionales de la salud en el ámbito de la fisioterapia.

Por último, agradecer a nuestras familias por todo el apoyo brindado durante todos estos 4 años.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

## **RESUMEN**

La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) es una de las lesiones ligamentosas más comunes en el fútbol, teniendo una prevalencia mayor en mujeres que en hombres. Esta lesión, en jugadoras profesionales, debería ser intervenida quirúrgicamente mediante la técnica "HTH" o con el injerto procedente de los isquiotibiales.

El tratamiento en fisioterapia se basa en controlar el dolor, la inflamación y la inestabilidad aumentando la carga de trabajo y el número de ejercicios conforme progresa la paciente, hasta poder volver al nivel de actividad deportiva de la jugadora previa a la lesión.

El principal propósito de este trabajo es elaborar un plan de tratamiento de Fisioterapia basado en la evidencia para las roturas del LCA en las mujeres futbolistas profesionales y establecer las diferencias en cuanto al tratamiento de Fisioterapia según el tipo de intervención quirúrgica recibida.

Actualmente no hay un plan fisioterapéutico específico para las roturas del LCA en mujeres futbolistas. Sin embargo existe evidencia científica sobre cómo diversos ejercicios en cadena cinética abierta o cerrada tensan el LCA. También sabemos cómo diversas actividades funcionales y deportivas podrían afectar a la recuperación de este tipo de roturas.

Por tanto, trataremos de elaborar un plan de tratamiento específico para mujeres futbolistas que hayan sido intervenidas de una rotura del LCA, basándonos en la evidencia científica actual y ajustando los plazos de recuperación lo máximo posible.

### ***Palabras clave***

Ligamento cruzado anterior, rehabilitación, mujeres, fútbol, anatomía, diagnóstico.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

## **ABSTRACT**

Anterior Cruciate Ligament (ACL) rupture is one of the most common ligamentous lesions in soccer, with a higher prevalence in women than in men. This lesion, in professional players, should be surgically operated through the "HTH" technique or with the graft from the hamstrings, either proper (autograft) or from cadaver.

Treatment in physical therapy is based on controlling pain, inflammation and instability, increasing the workload and number of exercises as the patient progresses, until she can return to the player's level of sports activity prior to injury.

The main purpose of this work is to develop an evidence-based Physical Therapy treatment plan for ACL ruptures in professional female soccer players and to establish differences in the treatment of Physical Therapy according to the type of surgical intervention received.

There is currently no specific physiotherapeutic plan for ACL ruptures in female soccer players. However there is scientific evidence on how various exercises in open or closed kinetic chain stress the ACL. We also know how various functional and sports activities could affect recovery from this type of breakage.

Therefore, we will try to develop a specific treatment plan for female soccer players who have been involved in a rupture of the ACL, based on the current scientific evidence and adjusting the recovery periods as much as possible.

## ***Keywords***

Anterior cruciate ligament, rehabilitation, women, soccer, anatomy, diagnosis

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

## **MARCO TEORICO (Revisión Bibliográfica, “Estado del Arte”)**

### ***Introducción***

Hemos escogido este tema porque se trata de un tipo de lesión grave, de larga duración y que supone un elevado coste a nivel del sistema sanitario. Además, de entre las lesiones ligamentosas que ocurren en el ámbito deportivo profesional, la del LCA es una de las más frecuentes.<sup>10</sup>

Si a esto le sumamos que se trata de una de las lesiones más comunes en las mujeres deportistas y que cada vez existe un mayor número de mujeres que se dedican profesionalmente al fútbol, nos interesa conocer y saber plantear un tipo de tratamiento en fisioterapia que nos aporte unos resultados satisfactorios y que permitan reanudar la práctica deportiva sin riesgos de volver a sufrir lesiones de este calibre.<sup>8, 9</sup>

Nuestro trabajo puede mejorar el conocimiento actual aportando un único protocolo de tratamiento extraído de una amplia búsqueda bibliográfica y basado en la evidencia científica.

### ***Objetivos del Marco Teórico (“Revisión Bibliográfica” o “Estado del Arte”)***

#### **Objetivo principal del Marco Teórico:**

- Diseñar un plan de tratamiento de fisioterapia post-quirúrgico, basado en la evidencia científica, para las roturas completas del LCA y poder reiniciar la actividad deportiva con la mayor brevedad posible.

#### **Objetivos secundarios del Marco Teórico:**

- Conocer la anatomía y biomecánica del funcionamiento del LCA.
- Conocer la prevalencia de rotura del LCA en el fútbol profesional en mujeres.
- Profundizar en el conocimiento tanto en el diagnóstico médico como fisioterapéutico.
- Realizar el estado del arte en cuanto a la evaluación fisioterapéutica de las roturas del LCA.
- Valorar el tratamiento médico más adecuado para la rehabilitación del LCA en mujeres futbolistas.
- Valorar el tratamiento en fisioterapia más adecuado para las roturas del LCA en mujeres futbolistas.


### ***Revisión bibliográfica***

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Estrategia de búsqueda (Bases de datos y palabras clave):**

Buscadores utilizados: Principalmente hemos utilizado el buscador de PubMed para encontrar nuestras referencias, también hemos utilizado el buscador de Google Académico de manera puntual.

Palabras clave utilizadas: Todas las palabras clave utilizadas se encuentran en el DeCs y en el MeSH.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

A continuación detallamos dichas palabras:

- *DeCs*: ligamento cruzado anterior, rehabilitación, mujeres, fútbol, anatomía, diagnóstico.
- *MeSH*: anterior cruciate ligament, rehabilitation, women, soccer, anatomía, diagnosis.

Filtros de búsqueda: Hemos utilizado diferentes filtros en cada una de las búsquedas que hemos realizado. Se componen de artículos publicados en los últimos 5 años “5 years”, que aparezca el texto completo “full text”, que los resultados sean sobre humanos “humans” y mujeres “female”, y que los tipos de artículos sean “clinical trials” o “reviews”.

Nº artículos localizados: Para este trabajo se ha realizado una primera selección de 657 artículos.

### Selección de artículos:

Criterios para incluir y excluir artículos: En gran parte de las búsquedas bibliográficas realizadas, los criterios utilizados han sido: artículos publicados en los últimos 5 años, artículos que su texto esté disponible en su totalidad y que sean estudios realizados en humanos y mujeres.

Nº de artículos incluidos finalmente: Después de la primera búsqueda los artículos que hemos utilizado finalmente son un total de 24.


Detalle del proceso de búsqueda: Diagrama de flujo de la “Ilustración 1” de los anexos.

### Síntesis de resultados de la revisión

## ANATOMÍA DE LA RODILLA

La rodilla es una de las articulaciones más importantes y complejas del cuerpo humano, ya que tiene una doble función: aportar un gran rango de movimiento necesario para la marcha y dar una gran estabilidad que soporte el peso del cuerpo. Desde el punto de vista morfológico se considera una articulación triple, troclear y bicondílea.

- **Superficies articulares**: La rodilla está formada por las superficies articulares de la parte anterior e inferior del fémur, la cara posterior de la rótula y la cara superior de la tibia.
- **Meniscos**: Los meniscos son dos láminas fibrocartilaginosas destinadas a conseguir una mayor congruencia articular entre los cóndilos femorales y la meseta tibial.
- **Cápsula articular y membrana sinovial**: La cápsula articular es una envoltura fibrosa que une los dos extremos óseos articulares. En la parte anterior encontramos la rótula que se aguanta mediante el tendón cuadriceps. Por debajo de la rótula y entre el tendón rotuliano y la zona anterior de la eminencia intercondílea encontramos una formación de tejido adiposo llamado grasa de Hoffa.
- **Ligamentos**: Los ligamentos junto con la cápsula articular, constituyen los medios de unión de la articulación fundamentales en la biomecánica de la rodilla. Además de estas estructuras, encontramos formaciones fibrosas y tendinosas que refuerzan la misma. Dentro del sistema ligamentoso podemos diferenciar 4 grandes grupos, los anteriores, el colateral tibial, el colateral peroneal, y los posteriores, grupo donde se incluimos el ligamento cruzado anterior sobre el que hablaremos a continuación.<sup>1</sup>

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- **Musculatura:** Los principales movimientos que realiza la articulación de la rodilla son los de flexo-extensión, no obstante, también realiza movimientos de rotación interna y externa. Estos movimientos implican la siguiente musculatura:
  - **Flexores:** semimembranoso, semitendinoso, bíceps femoral, grácil, sartorio, gastrocnemio, poplíteo y plantar.
  - **Extensores:** cuádriceps femoral.
  - **Rotadores internos:** semimembranoso, semitendinoso, grácil, sartorio y poplíteo.
  - **Rotadores externos:** bíceps femoral. 2

## **BIOMECÁNICA DE LA RODILLA**

Principalmente, la rodilla es una articulación de un solo grado de libertad, la flexo-extensión. De manera accesoria, se considera que la articulación de la rodilla posee un segundo grado de libertad en el que se realiza la rotación de esta sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla está flexionada.

Desde un punto de vista biomecánico, esta articulación debe conciliar dos imperativos contradictorios:

- Poseer una gran estabilidad en extensión máxima.
- Adquirir una gran movilidad a partir de cierto grado de flexión.

En flexión, la rodilla está expuesta a lesiones ligamentosas y meniscales, mientras que en extensión es más vulnerable a las fracturas articulares y a las roturas ligamentosas.

### • **Ejes**

El primer grado de libertad está condicionado por el eje transversal, alrededor del cual se efectúan movimientos de flexo-extensión en un plano sagital. Este eje atraviesa los cóndilos femorales.

El segundo grado de libertad consiste en la rotación alrededor del eje longitudinal de la pierna. Esta rotación es imposible cuando la rodilla está en extensión máxima, ya que el centro de rotaciones pasa a situarse a nivel de la coxofemoral, con lo cual solo es posible valorar este eje de rotación en flexión de rodilla. 3

Finalmente encontraríamos un tercer eje que pertenece a toda la extremidad inferior, el denominado eje mecánico del miembro inferior. Este eje está compuesto por una línea recta que une el centro de la coxofemoral, la rodilla y el tobillo, formando un ángulo de 3º con la vertical debido a que la separación entre ambas caderas es más grande que la separación entre los tobillos.

Este ángulo será más abierto cuanto más amplia sea la pelvis, como sucede en el caso de la mujer. Es por esto que el valgus fisiológico de la rodilla está más acentuado en la mujer que en el hombre.

### • **Movimientos de flexo-extensión**

La flexo-extensión es el movimiento principal de la rodilla. No existe una extensión absoluta, ya que en la posición de referencia el miembro inferior ya está en su máximo estado de alargamiento. La extensión activa de rodilla rara vez sobrepasa la posición de referencia, y esta posibilidad depende de la cadera, ya que en extensión de cadera la eficacia del recto femoral aumenta significativamente.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

La flexión activa alcanza los 140° si la cadera está previamente flexionada y llega a 120° si la cadera está en extensión. Esta diferencia de amplitud se debe a la disminución de la eficacia de los isquiotibiales con la cadera en extensión. En cambio, la flexión pasiva alcanza una amplitud de 160°, esta movilidad puede verse disminuida en el caso de un acortamiento del recto anterior del cuádriceps.

- ***Rotación axial***

La rodilla tiene tanto rotación interna como externa. La rotación interna es de 30°, mientras que la rotación externa es de 40°, sin embargo cuando la rodilla se encuentra a 30° de flexión la rotación externa es de 32° y cuando la rodilla se encuentra a 90° de flexión la rotación externa aumenta hasta los 42°.

Además, existe la rotación axial, que se presenta de forma involuntaria cuando se realizan los movimientos de flexión y extensión, sobre todo al final de la extensión y al inicio de la flexión. Cuando la rodilla está en extensión, existirá rotación externa, mientras que en la flexión la rotación será interna.<sup>4</sup>

### **ANATOMIA DEL LCA [Gráfico1]**

El LCA va desde la zona anterior y medial de la tibia hasta que se inserta en la parte posteromedial del cóndilo lateral después de ascender posteromedialmente y girando sobre si mismo. Durante el recorrido, las fibras del ligamento experimentan la ligera rotación externa. La longitud media del ligamento es 38 mm y la anchura media 11 mm. Consiste en una matriz de colágeno muy organizada: colágeno tipo I (90%) y el resto del tipo III (10%). Fibroblastos y elastina (5%) y proteoglicanos (1%). El agua suma el 60% del peso neto en condiciones fisiológicas.<sup>7</sup>

Muchos estudios describen la existencia de 2 haces basados en la inserción tibial en forma ovalada, el posterolateral y el anteromedial, que también identifica los diferentes comportamientos que tienen respecto a su orientación y a su tensión durante el movimiento de la rodilla. Recientemente surgió un nuevo concepto sobre la forma de la inserción tibial del LCA, donde se describe esta inserción en forma de pies de pato. La inserción tibial es más ancha y fuerte que la inserción femoral.<sup>6, 7</sup>

La longitud anteroposterior de la inserción del LCA es más larga en medial que en lateral, lo que indica la existencia de fibras posteromediales pero no posterolaterales, ya que ese espacio lo ocupan la sinovial, vasos, tejido fibroso y una almohadilla grasa.

En el plano sagital, histológicamente, la inserción del LCA se define como una inserción cartilaginosa en cuatro capas y se compone por la transición de: tejido ligamentoso, cartílago fibroso no calcificado, cartílago fibroso calcificado y hueso. La parte anterolateral de las fibras del LCA y su inserción son adyacentes a la inserción del cuerno anterior del menisco lateral, justo delante del cuerno anterior del menisco lateral, y sus fibras se superponen pero se pueden distinguir por la dirección de las fibras de cada tejido.<sup>5</sup>

La existencia de muchas terminaciones sensoriales también implica una función propioceptiva. Estos ligamentos son intra-articulares y extra-sinoviales. Reciben el aporte de sangre de las ramas de la genicular media y ambas arterias geniculares inferiores. La inervación del LCA depende del nervio tibial posterior, que atraviesa la cápsula posterior y se introduce en la sinovial y proporciona mecanorreceptores al ligamento y sus inserciones.<sup>5, 7</sup>

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

## **BIOMECANICA DEL LCA**

El LCA es el principal estabilizador estático contra la translación anterior de la tibia respecto al fémur. Representa hasta el 86% de la fuerza que resiste el movimiento. En los diferentes grados de movimiento de la rodilla, distintas porciones del LCA actúan para ofrecerle estabilidad. Tienen un comportamiento viscoelástico (le permite recuperarse lentamente de la deformidad).<sup>7</sup>

La totalidad del ligamento no está en constante tensión. Sólo algunas fibras permanecen en tensión durante todo el movimiento (haz guía) colocadas en la parte anterior del ligamento. Durante el movimiento se tensan los haces de seguridad y en movimientos forzados se suman las fibras llamadas haces limitantes.

El haz anteromedial se tensa en la extensión completa, se relaja entre los 20° y los 60°, se vuelve a tensar cerca de los 80° de flexión de rodilla y permanece tenso, y el haz posterolateral permanece tenso en cualquier posición de la flexoextensión. El LCA también resiste la rotación interna y externa de rodilla. La resistencia máxima a la tracción del LCA es de  $1725 \pm 270$  N.6, 7

La estabilidad se ve reforzada por los estabilizadores dinámicos, los músculos. Para que los músculos ayuden en la estabilización protectora de la rodilla, la retroalimentación propioceptiva eficaz con respecto a la posición de la articulación es crucial. El LCA desempeña una importante función propioceptiva porque se han identificado una gran variedad de mecanorreceptores y terminaciones nerviosas libres.<sup>7</sup>

Seguidamente pasaremos a hablar propiamente sobre las roturas del ligamento cruzado anterior.

## **EPIDEMIOLOGIA**

Las mujeres deportistas son de dos a diez veces más propensas a sufrir lesiones del LCA. Concretamente en el fútbol, las mujeres futbolistas tienen un ratio de lesión de 2,67 respecto a los hombres futbolistas. La población con mayor riesgo de lesión son mujeres futbolistas justo después de iniciarse la pubertad, con un riesgo de lesión del LCA de entre aproximadamente 4,4% - 5%, comparado con un 1,7% en hombres. 8

## **ETIOLOGIA**

Entre el 70%-80% de las lesiones del LCA son lesiones sin contacto, menos del 30% son lesiones con contacto. El mecanismo de lesión del LCA en fútbol más común es una desaceleración con un cambio de dirección repentino con el pie plantado en el suelo o en el aterrizaje después de un salto. Uno de los mecanismos más comúnmente descritos en mujeres es el aterrizar de un salto con cadera y rodilla extendidas, valgo de rodilla, rotación interna de rodilla y pronación del pie, la llamada "posición de no retorno". Además, concretamente en mujeres futbolistas influye un mal control de tronco, un movimiento lateral del tronco sobre la pierna de apoyo creando fuerzas abductoras de rodilla.

También se puede observar el mecanismo lesional de rotación interna de la tibia con la rodilla completamente extendida o con la rodilla flexionada más allá de 90°. Mientras tanto, las lesiones con contacto están asociadas a una fuerza excesiva hacia el valgo relacionada con lesiones en el menisco interno y el LLI. 8, 9, 10

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

### **FACTORES EXTRINSECOS**


Se ha demostrado que llevar más tacos y más grandes se asocia claramente con un aumento del riesgo de lesión del LCA. Que el campo sea de césped y el clima seco, son factores que contribuyen a mayores fuerzas de torsión y una mayor fricción entre la superficie de juego y el pie del jugador, siendo de más riesgo jugar en césped artificial que en césped natural (tiene menor riesgo la hierba Lolium que la de Bermuda). 8, 10

### **FACTORES INTRINSECOS**

Se cree que la rotura del LCA ocurre cuando la musculatura estabilizadora falla y se sobrecargan las estructuras estabilizadoras pasivas, entre ellas el LCA. Hay diversos factores que influyen en el aumento de riesgo de rotura del LCA:

- **Factores anatómicos:**

- La laxitud ligamentosa se asocia con un incremento en el riesgo de lesión del LCA. Sobre todo en mujeres futbolistas. En la evaluación estática, se asocian a la lesión del LCA el recurvatum de rodilla, una caída excesiva del navicular y el pie pronado. 10
- Ángulo Q: Las mujeres tienen un aumento de entre 3.4° y 4.9° en el ángulo Q respecto a los hombres, provocando una tracción más lateral del cuádriceps y colocando el LCA en una posición más propensa para romperse.
- Surco intercondíleo: Los atletas con una estenosis del surco intercondíleo tienen un mayor riesgo de sufrir lesiones del LCA y se ha observado que los pacientes con lesiones del LCA suelen presentar una disminución del tamaño y la anchura del surco intercondíleo. Este surco intercondíleo es, en general, más pequeño en mujeres que en hombres.
- Tamaño LCA: Las mujeres tienen un LCA más corto, con menos densidad y menos masa que los hombres de altura similar, y cuando son sometidos a fuerzas similares son más propensos a romperse que los ligamentos más largos.
- Pendiente tibial: la pendiente tibial posterior provoca un mayor desplazamiento anterior de la tibia en la contracción del cuádriceps provocando una mayor tensión en el LCA. Las mujeres tienen una mayor pendiente tibial que los hombres, pero la pendiente en el platillo tibial medial y el lateral no siempre funcionan de la misma forma. Una mayor pendiente posterior en el platillo tibial externo que en el interno produce una mayor rotación interna de la rodilla, una tendencia a la traslación anterior de la tibia y más tracción sobre el LCA, convirtiéndose en un factor de riesgo independiente para las roturas del LCA. En mujeres con mayor pendiente tibial posterior, la función del LCA es más deficiente que en mujeres con menor inclinación. 8, 9
- Pendiente meniscal: el menisco también tiene una pendiente posterior, pero no siempre de un valor equivalente a la tibia y algunos autores creen que puede ser más determinante que la inclinación tibial posterior. Se ha encontrado más inclinación posterior en mujeres no lesionadas que en hombres no lesionados y más inclinación en lesionados (hombres y mujeres) que en no lesionados. El cuerno posterior del menisco externo actúa como freno del movimiento de traslación anterior de la tibia.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

En los movimientos de valgo combinados con movimientos rotatorios, se observan 6mm de movimiento adicional de traslación tibial anterior en los pacientes con déficit de control del menisco externo y del LCA respecto a los que sólo tenían un déficit de control en el LCA. Una mayor inclinación posterior meniscal (anatómica o por desgaste) influye en la biomecánica de la rodilla durante la transmisión de carga, siendo un factor de riesgo de lesión del LCA.<sup>9</sup>

- **Factores biomecánicos y neuromusculares:**

Las mujeres tienen una mayor ratio de masa y de reclutamiento de cuádriceps respecto a los isquiotibiales, también presentan menor fuerza y rigidez de cuádriceps e isquiotibiales en relación a los hombres, lo que provoca menor contribución muscular en la rigidez articular y menor propiocepción a nivel de la rodilla. En mujeres hay una mayor activación de cuádriceps y de bíceps femoral, lo que genera una mayor abducción en la rodilla y se ha visto que las personas con lesión del LCA tienen un mayor momento abductor. Además de presentar una mayor actividad de cuádriceps, también aparecía una gran actividad de los gastrocnemios en el momento de recibir una carga lateral imprevista. Ante una contracción simultánea de cuádriceps y gastrocnemios aumenta significativamente la tensión del LCA en comparación con las contracciones aisladas de ambos músculos.<sup>8, 11</sup>

En la fase de aterrizaje en el suelo tras un salto, las mujeres caen más erguidas, lo que coloca la rodilla en una posición con más riesgo de sufrir una traslación tibial anterior. Concretamente las mujeres aterrizan del salto y hacen los cambios de dirección con menos flexión de cadera y rodilla, más valgo de rodilla, rotación interna de cadera, rotación externa de la tibia, y mayor actividad muscular del cuádriceps en relación a los isquiotibiales. Todo esto hace que las mujeres tengan ratios más altos en lesiones de LCA. La fatiga muscular incrementa estos desajustes biomecánicos incrementando el riesgo de lesión, sobretodo en las partes finales de la actividad.

Un mayor momento abductor de la rodilla puede predecir un mayor riesgo de lesión del LCA con una sensibilidad del 73% y una especificidad del 78%. En la pubertad, en mujeres, es el momento en que más aumenta este ángulo de abducción y podría ser clave en las diferencias entre sexos en las lesiones de LCA.<sup>8, 10</sup>

Todo esto, combinado con la naturaleza tan rápida que presenta esta lesión (menos de 50ms después del contacto con el suelo) nos puede indicar que el error en el control motor que encontramos en un paciente con una afectación del LCA va más allá de la capacidad de reacción del SNC y puede ser parcialmente dependiente a los mecanismos de feedforward, que implican planificación motora y cognición.

Estos factores neurocognitivos, específicamente el tiempo de reacción, la velocidad de procesamiento, la doble tarea, el enfoque de la atención, el control visual-motor y la compleja interacción ambiental, se combinan con factores biomecánicos para contribuir directamente al control motor del feedback e influir de manera positiva en la reducción del riesgo de lesiones.

La evidencia demuestra que, ante una depresión de los aspectos neurocognitivos, se incrementa el riesgo de una lesión sin contacto del LCA. Si el procesamiento visual-motor no es el adecuado, disminuirá la capacidad de compensar los estímulos externos, predisponiendo así a sufrir una lesión del LCA en este caso.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Si añadimos un objetivo o estímulo externo que debe ser atendido visualmente durante las maniobras de aterrizaje o durante un cambio de dirección, se observa que el riesgo de lesión por falta de control motor es mayor en mujeres que en hombres.

Se ha demostrado que el cerebro masculino está estructurado para facilitar la percepción y la acción coordinada (conectividad intrahemisférica), mientras que el cerebro femenino está estructurado para facilitar el procesamiento analítico e intuitivo (conectividad interhemisférica). Esto quiere decir que los hombres tienden a tener un giro angular y un córtex visual mayor en relación con la masa total del cerebro en comparación con las mujeres.

El papel funcional de estas áreas es el procesamiento espacial y visual, y el desempeño visuoespacial tiende a favorecer a los hombres. Esta funcionalidad de procesamiento visuoespacial en los hombres puede ayudar a que se desenvuelvan mejor ante un campo atlético en constante cambio mientras se mantiene la correcta alineación de la rodilla en el espacio y evitar así posiciones de alto riesgo de lesión. Al no existir la misma funcionalidad de estas áreas en el caso de la mujer, podría ser otra causa a tener en cuenta de mayor cantidad de lesiones a nivel del LCA con respecto a los hombres.<sup>11, 12</sup>

La estabilidad del CORE ayuda a la eficiencia de la función de la extremidad inferior y mejora la estabilidad de la rodilla reduciendo la probabilidad de lesión. La debilidad en el CORE predice una posible lesión en la rodilla con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 56% en mujeres, aunque no específicamente del LCA.<sup>8</sup>


- **Factores hormonales:**

Existen receptores de estrógenos en los fibroblastos del LCA, los estrógenos tienen un efecto negativo sobre la síntesis de colágeno y más dominante sobre la proliferación de fibroblastos, la progesterona atenúa estos efectos. Se han encontrado receptores hormonales de andrógenos en LCA de hombres de entre 18 y 24 años lo que hace pensar en un posible papel de éstos en la protección de las lesiones de LCA.

El ciclo menstrual tiene 3 fases: folicular (días 1-9, baja progesterona y estrógeno), ovulatoria (días 10-14, subida de estrógenos) y luteal (15-28, aumento de progesterona y posterior aumento de relaxina). Existe una mayor laxitud en la rodilla en la fase ovulatoria, aunque parece que las lesiones ocurren más en fases foliculares. No obstante esto, no hay evidencia concluyente respecto a la interacción del ciclo menstrual y la incidencia de lesiones del LCA ya que hay estudios que hablan sobre que la mayoría de lesiones ocurren en la fase folicular (preovulatoria) del ciclo menstrual, en cambio, otros estudios hablan de una mayor incidencia en la fase luteal (postovulatoria). <sup>8, 10</sup>

## DIAGNÓSTICO

Históricamente, las lesiones del ligamento cruzado anterior han sido mal diagnosticadas. Un estudio británico publicado en 1996 mostró que menos del 10% de los pacientes con lesión del LCA tenía el diagnóstico realizado por el primer profesional con el que se visitaron y que el retraso promedio desde la primera visita hasta el diagnóstico definitivo era de 21 meses. Además, aproximadamente el 30% de los pacientes que se presentaron en una clínica especializada en rodilla habían visto previamente a un cirujano ortopédico sin que se hiciera el diagnóstico.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

El diagnóstico precoz de una lesión del LCA es importante, ya que existe gran cantidad de evidencia que demuestra que un retraso entre la lesión del LCA y su posterior reconstrucción se asocia con un mayor riesgo de daño a los meniscos, en particular el menisco medial y también del cartílago articular. En la actualidad, el retraso medio desde la primera visita hasta el diagnóstico definitivo de lesión del LCA se considera que es de 10 semanas.

Realizar un correcto diagnóstico de lesión del LCA a tiempo es muy importante, ya que el retraso a nivel temporal entre el diagnóstico y la reconstrucción quirúrgica se ha asociado con un mayor riesgo de sufrir lesiones meniscales y condrales.

Diferentes estudios sugieren 2 posibles causas que justifiquen el bajo índice de precisión diagnóstica en el caso de las lesiones del LCA. En primer lugar, el personal de urgencias y atención primaria puede carecer de la experiencia a la hora de evaluar y diagnosticar correctamente lesiones del LCA.

En segundo lugar, el examen de una lesión aguda del LCA puede ser difícil debido a la combinación de dolor e hinchazón y, si en ese momento no se puede demostrar la laxitud de este ligamento, objetivamente no se puede considerar un diagnóstico de lesión del LCA clínicamente hablando. Sin embargo, la mayoría de los pacientes describen una historia típica, que incluye una lesión de torsión con o sin contacto con sensación de chasquido, hinchazón rápida y posibles síntomas de inestabilidad. De hecho, Bollen y Scott informaron que el 89,9% de los pacientes reflejaban esta historia típica (1996), con lo cual esta historia relatada por el paciente podría considerarse como otro factor a tener en cuenta. 13

Para intentar solucionar esto, debemos saber cuáles son las diferentes pruebas diagnósticas (tanto pruebas físicas como complementarias) de lesión del LCA e intentar conseguir así un diagnóstico inmediato para evitar la aparición de posibles complicaciones.

### **Exploración física**

1) ***Prueba de Lachman:*** Se imprime un movimiento enérgico de traslación anterior de la tibia con la rodilla mantenida a 15° de flexión, cuyo breve recorrido se interrumpe de forma repentina por la tensión del ligamento cruzado anterior. La maniobra se repite varias veces.

Podemos observar:

- Una interrupción suave tras un recorrido prolongado. Esto es patognomónico de la rotura del ligamento cruzado anterior.
- Una interrupción brusca con un recorrido idéntico certifica la integridad del ligamento cruzado anterior. En caso de interrupción repentina, hay que repetir la maniobra con diversos grados de flexión: cercana a la extensión, pero también a 30 y 45° de flexión.
- Una interrupción repentina retrasada corresponde a un final de traslación brusco de recorrido más largo. Esto se observa en las roturas parciales del ligamento cruzado anterior, durante la cicatrización del injerto del ligamento cruzado anterior sobre el ligamento cruzado posterior.

En caso de interrupción repentina retrasada (traslación anterior de la tibia exagerada) también debe pensarse en el diagnóstico de rotura del ligamento cruzado posterior. 15

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Diferentes revisiones bibliográficas indican que la prueba de Lachman es el método más sensible para diagnosticar la rotura del LCA. Además, este método tiene una alta especificidad, ya que la posición de la rodilla durante esta prueba (20-30° de flexión) es menos dolorosa que la posición de la rodilla durante la prueba de cajón anterior y por lo tanto, reduce la acción muscular para proteger la rodilla durante la prueba. El test de Lachman presenta una sensibilidad del 85% y una especificidad del 94%.

Además, el diagnóstico de rotura del LCA es a menudo difícil de establecer, especialmente en lesiones recientes con hemartrosis aguda, pero a pesar de esto, se ha observado que existe mayor precisión diagnóstica con la prueba de Lachman en roturas recientes cuando el paciente es examinado sin anestesia general con respecto a la prueba del cajón anterior. 14

**2) Pivot Shift Test:** Inicialmente descrita por Lemaire, este test evalúa la rotación interna tibiofemoral combinada con la traslación anterior de la tibia, que es lo que ocurre cuando el LCA se lesiona o presenta algún tipo de deficiencia. Su valor diagnóstico es primordial. Lo que Lemaire describió como resalto es la reducción del platillo tibial de delante hacia atrás (pivot shift).

La fase dinámica consiste en flexionar la rodilla en forma pasiva y progresiva. La reducción brusca de la tibia se produce entre 20-40°. A menudo el paciente siente el resalto. Este resalto es el origen de la sensación de inestabilidad. La positividad de la prueba de resalto es patognomónica de la rotura del ligamento cruzado anterior.

Como aspecto a destacar, debemos saber que algunas lesiones asociadas pueden comprometer la práctica de esta prueba: por ejemplo, rotura del ligamento lateral interno, rotura o desinserción de la cintilla iliotibial o una interposición mecánica. 15

La especificidad de este test es muy alta, de un 98% según diferentes autores, mientras que presenta una baja sensibilidad del 49%. La razón de esta sensibilidad tan baja puede explicarse por el hecho de que un paciente con una lesión crónica en el LCA estaría familiarizado con la presencia de los componentes de este test y existirían unas reacciones musculares protectoras que de alguna manera generan una compensación. 14

**3) Prueba del cajón anterior:** La rotura del ligamento cruzado anterior no se acompaña necesariamente de cajón anterior. La presencia de un cajón anterior señala la rotura del ligamento cruzado anterior. El cajón anterior se produce en caso de lesiones tuberositarias posteriores y meniscales asociadas a la rotura del ligamento cruzado anterior. 15

Esta prueba presenta una sensibilidad del 56% y una especificidad del 82%. Tore et al. describieron 3 causas potenciales para que este test nos de un falso positivo. La primera causa es que debido a la hemartrosis y la sinovitis reactiva se puede ver impedida la flexión de la rodilla a 90 °, dificultando así el desempeño de la prueba.

Como segunda causa, encontramos la acción muscular protectora de los isquiotibiales secundarios al dolor articular, que proporcionan una fuerza vectorial opuesta a la traslación anterior de la tibia, imposibilitando la realización correcta del test. Por último, ya que el cuerno posterior del menisco interno se apoya contra el borde posterior del cóndilo femoral interno, esto puede impedir la traslación anterior de la tibia en caso de lesión del LCA. 14

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

A modo de resumen, podemos decir que el test de Lachman es el más válido para determinar una rotura del LCA ya que presenta una gran sensibilidad y especificidad. En un segundo lugar encontraríamos el pivot shift test, ya que pese a no ser tan sensible, sería el más específico, llegando en algunos estudios a considerar que su especificidad podría llegar a ser de entre 97-99% (Benjaminse et al.). Por último encontraríamos el test del cajón anterior, con una sensibilidad de entre 49-62% según diferentes autores (Scholten y Benjaminse).

Estas pruebas físicas, juntamente con las pruebas complementarias de imagen deben ayudarnos a realizar un correcto diagnóstico de lesión del LCA.13, 14, 15

### **DIAGNÓSTICO POR LA IMAGEN [Gráfico2]**

**Radiografías dinámicas:** Se pueden aplicar las pruebas de Lachman activas (contracción del cuádriceps contra un peso de 7 kg) y pasivas, en este caso con pesos o aparatos específicos (Telos). La medida diferencial sería preferible para evitar los errores de la medición directa. Los puntos de referencia se marcan a partir de una línea que corta de manera tangencial los platillos tibiales. La traslación tibial se mide entre las tangentes al borde posterior de un platillo tibial y al mismo borde del cóndilo correspondiente.

El diagnóstico se basa sobre todo en el valor de la medida diferencial. Se considera patológica una traslación tibial anterior superior a 2mm con prueba de Lachman activa.

**Resonancia magnética:** La RM está indicada sistemáticamente, incluso en caso de diagnóstico clínico evidente, porque es indispensable para demostrar lesiones asociadas, ya sean meniscales, cartilaginosas o de las estructuras periféricas. Es la técnica de diagnóstico por imagen de referencia. Según los estudios, la sensibilidad es del 61-100% (promedio del 91,5%) y la especificidad del 82-100% (promedio del 92,8%).

Signos directos de rotura del LCA:

- Hemartrosis secundaria a la rotura del ligamento cruzado anterior en la fase aguda;
- Horizontalización del ligamento cruzado anterior;
- Signo de la fosa intercondílea vacía. Es patognomónico de la rotura completa del ligamento cruzado anterior en su inserción alta.

Signos indirectos:

- Contusiones óseas
- Fractura de Segond (avulsión ósea de la meseta tibial lateral): en RM tiene una especificidad del 92%.
- Signo de hiperlaxitud ligamentosa anterior: Subluxación anterior de la tibia respecto del fémur.
- Signo del cuerno posterior descubierto del menisco externo. Baja sensibilidad (18%), pero es patognomónico de rotura del LCA.15

### **INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS PARA LA REPARACIÓN DEL LCA**

La reconstrucción del LCA puede realizarse mediante dos técnicas quirúrgicas dependiendo de dónde procede el injerto. Podrá realizarse mediante la técnica del HTH (hueso – tendón - hueso) por la utilización del tendón rotuliano o la técnica de los isquiotibiales en los que se utilizan los tendones del grácil y semitendinoso.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- **HTH (hueso – tendón - hueso)**

La intervención se inicia mediante una única incisión que va desde el polo inferior de la rótula hasta el borde medial de la tuberosidad tibial anterior (TTA) o una de 2 cm desde el polo inferior de la rótula a lo largo del tendón rotuliano y otra del mismo tamaño justo medial a la TTA.

Se extrae el injerto del tercio medio del tendón rotuliano, junto con los tacos óseos del periostio. Estos tacos son de un máximo de 10 mm de diámetro, sin aristas y se añadirá un hilo en cada uno de ellos. Una vez preparado el injerto, se sutura el tendón rotuliano y se establecen entre 3 y 4 portales artroscópicos que dependiendo del cirujano. El procedimiento empieza con la identificación de las lesiones existentes, se reparan si las hubiera, y, finalmente, se realiza la plastia del LCA.

La tunelización tibial presentará una posición oblicua de unos 45-55° que saldrá por delante del ligamento cruzado posterior (LCP) y cerca de la espina medial siguiendo la línea del borde posterior del cuerno anterior del menisco externo apuntando al cóndilo femoral externo.

La tunelización femoral se realiza en el punto más isométrico (igual longitud entredos puntos) posible, quedando entre 6 y 7 mm, longitud que dependerá del injerto. El túnel deberá atravesar la cortical anterior del fémur y saldrá por la piel hasta una profundidad de 30 – 35 mm, dependiendo de la longitud del injerto.

Se pasan los hilos del taco óseo femoral por el orificio de la aguja de Beath (aguja guía). Se fija el taco femoral mediante un tornillo interferencial biodegradable, realizaremos movimientos de flexo-extensión de la rodilla manteniendo la tensión de la sutura y se fija el taco óseo tibial, en extensión de rodilla, mediante un tornillo interferencial.

Una vez realizado todo este procedimiento, se comprobará la estabilidad de la rodilla, debiendo tener una prueba de Lachman negativa. Previo al cierre se realiza un lavado exhaustivo de la articulación.

- **Técnica con isquiotibiales**

La intervención empezará con la extracción de los tendones de los músculos semitendinoso y grácil que se utilizarán como injerto para la plastia.

Para la extracción del injerto se realiza una incisión de 3 – 5 cm medial al tubérculo tibial anterior. Se obtienen unos tendones con la suficiente longitud para crear una plastia con cuatro fascículos. La preparación de estas plastias consistirá en la colocación de hilos reabsorbibles en cada uno de sus extremos y se someterán a un tensor durante 15 – 20 min para evitar posteriores elongaciones.

El túnel tibial se elabora a partir de una guía que se sitúa aproximadamente 7 mm anterior a la inserción del LCP. Esta guía se gradúa aproximadamente a unos 55° y se hace un túnel de un diámetro adecuado al posterior injerto. A través de este túnel tibial, se coloca la guía que ayudará a la realización del túnel femoral que se hará a 2 mm como máximo del borde posterior del cóndilo externo.

En cuanto a la fijación del injerto, se puede hacer mediante varias técnicas dependiendo del tipo de fijación que se vaya a utilizar.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Una vez concluida esta fijación, se comprueba la tensión de este nuevo ligamento y se limpian las zonas adyacentes. Esta última fase, es delicada por el riesgo de lesión del implante.<sup>16</sup>

- **Comparación entre la técnica de un solo haz, doble haz o triple haz**

La reconstrucción tradicional del LCA de un solo haz ha sido, durante mucho tiempo, la técnica elegida en las intervenciones quirúrgicas realizadas. Sin embargo, varios estudios realizados mediante diferentes pruebas diagnósticas y recogida de información, afirman que hay indicios para pensar que no sería la mejor opción de tratamiento por varias razones que explicaremos seguidamente. <sup>17, 18, 19, 20, 21</sup>

Aunque en otros artículos se cree que el LCA está compuesto por dos haces, Zhang et al. defiende la idea de la existencia de tres haces en este ligamento y apoya la reconstrucción del mismo mediante la técnica del triple haz (TB) en comparación con la de un solo haz (SB). En este estudio, la estabilidad rotacional de la rodilla en el grupo en el que se practicó la técnica del (TB), evaluada mediante el test de pivot shift, fue significativamente superior que en el grupo que se sometió a la reconstrucción de SB. Por lo tanto, se plantea la hipótesis que al tener mayor estabilidad estos pacientes obtendrán un mayor resultado y una mayor satisfacción.<sup>17</sup>

Gobbi et al. defienden también la necesidad de realizar una técnica quirúrgica que mejore el control rotacional y se ajuste en mayor medida a la reconstrucción más anatómica posible. Esta técnica es la de doble haz (DB) que aparte de mejorar el control rotatorio de la rodilla, nos ayudará a preservar los meniscos y limitar la progresión de una futura artritis.<sup>18</sup>

Tiamklang et al. afirman que no hubo diferencias clínicamente significativas entre la técnica del DB y la de SB en el dolor de rodilla a largo plazo, efectos adversos, déficits de rangos de movimiento y complicaciones. Sin embargo, sí que hay evidencia que indica que la reconstrucción mediante el doble haz mejora la estabilidad de la rodilla y protege la articulación contra lesiones adicionales como patología meniscal o rotura traumática del LCA.<sup>19</sup>

Como otros autores anteriores, Longo et al. coinciden en que el LCA está compuesto por dos haces y es crucial para una buena reconstrucción que se haga acercándose en mayor medida a la anatomía inicial, en este caso, mediante la técnica del doble haz (DB). Por otro lado, sería importante revisar la fuerza de la evidencia antes de que se realicen nuevas técnicas quirúrgicas ya que el riesgo de complicaciones de esta es mayor por los cuatro agujeros de perforación que se necesitan. Por lo tanto, con la evidencia actual de la que disponemos, una reconstrucción de un haz es una técnica adecuada que no debe abandonarse hasta que tengamos una evidencia científica más fuerte. <sup>20</sup>

Las conclusiones más importantes a las que llegan Zhu et al. son que la reconstrucción del DB del LCA produce mejores resultados clínicos manteniendo más amplitud de movimiento y menos desplazamiento anterior de la tibia después de la cirugía. Además, ayuda a mantener el nivel de actividad que tenía el paciente y protege la articulación a una posterior degeneración. Sin embargo, cree que se necesitan más estudios de alta calidad para confirmar los beneficios clínicos de la reconstrucción mediante el DB.<sup>21</sup>

Por tanto, hay evidencias de que la reconstrucción del LCA mediante la técnica de DB es mucho más funcional y anatómica que la de SB. Además, presenta mayor estabilidad sobretodo rotacional aunque es una técnica más compleja que depende más del cirujano.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Es muy importante ampliar estos estudios para que estos resultados, presenten una mayor evidencia científica que, hasta el momento, es algo escasa.<sup>17, 18, 19, 20, 21</sup>

- **Comparación entre la utilización de autoinjertos o injertos procedentes de cadáver**

Según Hu et al. la reconstrucción del ligamento mediante autoinjertos tiene mayores beneficios en la incorporación temprana del paciente a la actividad ya que no hay rechazo y tiene una baja probabilidad de transmisión de enfermedades pero conduce a una alta morbilidad de la zona donante. Los injertos procedentes de cadáver eliminan la morbilidad del donante, hay más disponibilidad de injertos, el tiempo de la intervención se reduce, hay menos dolor postoperatorio y una rehabilitación posterior más rápida. Sin embargo, estos últimos tienen el inconveniente que hay un potencial riesgo de transmisión de enfermedad si no se prepara bien el injerto, presenta un posible rechazo y una incorporación a la actividad más lenta.<sup>23</sup>

En cuanto a las medidas de laxitud, prueba de Lachmann y el test de Pivot shift, no se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de injertos.<sup>22</sup> Por el contrario, Jia et al. hablan que no existe un injerto ideal que presente una incorporación rápida a la actividad, baja morbilidad de la zona donante, amplia disponibilidad y bajo coste. Además defienden la idea de la investigación, ya que en la actualidad no hay datos fehacientes, a largo plazo, que se decanten por una de las dos opciones.

El estudio demuestra que la tasa de rotura del ligamento después de la intervención quirúrgica es mayor en los injertos procedentes de cadáver. Puede ser debido a que los pacientes con este tipo de injerto, tienen un periodo de rehabilitación postoperatoria más rápida, pudiendo volver a la actividad física en menor tiempo y con disminución del dolor. Todo esto puede llevar al paciente a realizar un nivel alto de actividad antes de la suficiente cicatrización biológica del injerto, y un mayor riesgo de re-rotura. Además, se encontró una menor incidencia de complicaciones postoperatorias en los pacientes con autoinjerto.<sup>23</sup>

## **TRATAMIENTO EN FISIOTERAPIA**

- **Fase preoperativa**

Antes de la cirugía del LCA se debe asegurar en el paciente un patrón de marcha normal y un rango de movimiento mínimo de entre 0° y 90° de flexión de rodilla. Esta tarea se puede llevar a cabo mediante fisioterapia y ejercicios domiciliarios. El rango de movimiento de la flexión y la extensión de rodilla antes de la operación es un predictor importante del rango del movimiento después de la operación, por lo que se debe tener en cuenta.

Algunos ejercicios son el estiramiento hacia la extensión y hacia la flexión de rodilla y el fortalecimiento de cuádriceps mediante ejercicios de cadena cinética cerrada entre 0° y 90° o mediante electroestimulación.

Otro aspecto a tener en cuenta para mejorar el rango de movimiento en la articulación de la rodilla es la inflamación y el derrame que se genera en la misma después de la rotura del LCA. La crioterapia (frio, compresión y elevación). Además, en esta fase, se debe informar al paciente y gestionar sus expectativas. El paciente debe ser consciente de los objetivos de la rehabilitación, sus fases, así como conocer los ejercicios y cumplirlos para que su recuperación sea lo más satisfactoria posible.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- **Fase postoperatoria temprana**

Esta fase consiste en las 4 primeras semanas después de la cirugía. Los objetivos de esta fase son: minimizar el dolor y la inflamación, establecer un patrón de marcha normal reduciendo el uso de las muletas, lograr 90° de flexión de rodilla y la extensión completa y promover la correcta función y control del cuádriceps.

Es muy importante que la herida de la cirugía estén limpias y secas, realizando un cuidado diario y apropiado. Durante las primeras 24 horas tras la operación se puede usar hielo cada hora durante 15 minutos para controlar la inflamación aguda, después de puede usar hielo 3 veces al día durante 15 minutos para controlar la inflamación después de la actividad o terapia física. 27

El kinesiotape se ha demostrado efectivo para reducir el dolor de forma leve, mostrando un incremento más rápido en la fuerza y la propiocepción en la rodilla afectada. Los pacientes que reciben el tratamiento con kinesiotape reducen de forma significativa el edema comparado con los pacientes que no lo reciben.

Se aplica de la siguiente forma: la base se aplica sobre la espina ilíaca posteroinferior (EIAI) (sin tensión), de aquí salen 2 tiras más que envuelven el cuádriceps con una tensión de entre 15-50% y finalizan a nivel de la tuberosidad tibial anterior (sin tensión). Finalmente se aplicaban 2 tiras en "I" a ambos lados del miembro inferior con la finalidad de estimular los mecanorreceptores y propioceptores con una tensión de 75-100%. 24

Se ha demostrado que la carga temprana sobre la extremidad afectada disminuye el dolor patelofemoral después de la cirugía. Desde la cirugía, se debe aplicar una férula que bloquee la rodilla a 0° para dar estabilidad a la articulación y poder caminar con ambas muletas con una carga que el paciente tolere. Cuando la paciente esta en descarga, como en sedestación o en decúbito, la férula se puede quitar. A las 4 semanas, se puede reducir o quitar la férula si el paciente muestra una extensión completa y una marcha normal. Del mismo modo, se retirarán las muletas progresivamente cuando el paciente tenga una marcha normal y pueda subir y bajar escaleras sin dolor ni estabilidad.

Además, en esta fase se debe restablecer un rango de movimiento y una función del cuádriceps normal y, para ello, se recomienda combinar ejercicios domiciliarios con 2-3 visitas al fisioterapeuta por semana. En la 4 semana deberíamos progresar hasta los 120° de flexión de rodilla y algunos ejercicios pueden ser la bicicleta estática y la flexión activa de rodilla en decúbito supino deslizando el talón por la camilla.

Para la función del cuádriceps se realizan ejercicios en cadena cinética cerrada (especificados posteriormente) y estimulación eléctrica neuromuscular. Es importante la movilización de la rótula progresiva en esta fase para facilitar la movilidad activa, sobretodo si la operación se realiza con un autoinjerto HTH porque son más propensas a la hipomovilidad rotuliana. Si el autoinjerto es de isquiotibiales, las actividades de fortalecimiento de isquiotibiales se verán limitadas durante el primer mes.

- **Fase de fortalecimiento**

Esta fase comprende desde la 4 semana hasta los 6 meses, pero puede durar más si es necesario. La férula ya debe ser retirada y la movilidad de la rotula y de la rodilla correcta.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Las ganancias del fortalecimiento las va a marcar la respuesta de la paciente, no debe haber aumento de la inflamación ni del dolor. El dolor articular después de hacer ejercicios debe limitarse a menos de 6-12 horas después de la actividad. Es muy importante la técnica y que no existan patrones compensatorios.

Como guía general, se empezaran a hacer los ejercicios con series de 10 a 15 repeticiones y se progresará a series de 6 a 8 repeticiones con pesos más elevados, aumento las cargas progresivamente para tener mejores resultados. Al mismo tiempo es importante realizar un entrenamiento neuromuscular y cardiocvascular en esta fase.

A continuación procedemos a explicar los diferentes ejercicios que podemos realizar en esta fase, en la anterior o en la siguiente, especificando como tensan y cargan el LCA.26, 27

### **EJERCICIOS EN CADENA CINÉTICA ABIERTA**

#### *Extension de rodilla en sedestación*

La tensión máxima del LCA se sitúa entre el 3,2% y el 4,4% y se produce entre los 10° y los 30° de flexión de rodilla y la fuerza de tracción máxima sobre el LCA es de entre 150N y 300N también entre 10° y 30° de flexión de rodilla. La deformación del LCA varía en función de la resistencia del ejercicio, pasando de ser un 2,8% sin resistencia a 3,8 cuando se añaden sólo 45N (4,6 kg). La fuerza de tracción sobre el LCA en este ejercicio es aproximadamente el doble si se sitúa la resistencia en el tobillo respecto a si se sitúa en la mitad de la pierna (distancia rodilla-tobillo). La carga sobre el LCA disminuye progresivamente desde los 15° de flexión de rodilla hasta los 60°, siendo nula en ángulos de flexión de rodilla mayores a 60°.

#### *Flexión de rodilla en sedestación*

Los ejercicios de flexión comportan una carga muy baja o nula sobre el LCA ya que la acción de los isquiotibiales quita carga al LCA desplazando la tibia hacia posterior. Estos ejercicios son apropiados para la rehabilitación del LCA en fases tempranas ya que no hay prácticamente carga sobre el LCA, pero hay que tener en cuenta un caso: que la plastia de LCA sea hecha con los isquiotibiales de la misma rodilla del propio paciente. En este caso hay que esperar entre 6 y 8 semanas para realizar estos ejercicios para que cicatrice adecuadamente la plastia. Los ejercicios isométricos de flexión de rodilla empiezan clásicamente a partir de la 6 semana después de la operación, los ejercicios dinámicos con carga de flexión de rodilla a las 8 semanas. Entre la 8 y la 12 semana se pueden empezar a hacer ejercicios de isquiotibiales en este tipo de pacientes en un rango de movimiento libre de dolor entre 0° y 90°, a partir de entonces se puede progresar en rango de movimiento y carga según el paciente va cogiendo fuerza. 26

### **EJERCICIOS EN CADENA CINÉTICA CERRADA**

Concretamente estos ejercicios, se pueden realizar de forma convencional o utilizando una plataforma vibratoria para su realización. Se conoce la vibración como un tratamiento alternativo y seguro para la estimulación neuromuscular que puede incorporarse a los programas de rehabilitación actuales. La estimulación muscular mediante la vibración produce la estimulación de receptores cutáneos, de mecanoreceptores articulares, del sistema vestibular, cambios en la actividad cerebral y en las concentraciones de neurotransmisores y neuronas.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Después de recibir este tratamiento, los valores de fuerza fueron mayores en la extensión y sobretodo en la flexión de rodilla. También se observa una mejoría en cuanto a la sensación de bloqueo, inestabilidad, dolor, inflamación y en la realización de distintas actividades funcionales (subir escaleras o squats). 25

- Squats sobre una o dos piernas

La forma clásica de realizar un squat supone una tensión mínima o nula sobre el LCA. En parte es debido al aumento de la actividad de los isquiotibiales y la fuerza que generan durante el squat. Incluso a pocos grados de flexión de rodilla (30°), la activación de isquiotibiales sigue siendo alta (entre un 30 y un 60% de una contracción isométrica máxima). Tampoco se aumenta la tensión en el LCA si se aumenta la carga en el squat (hasta 136 N (13,8 kg)) como sucedía en la extensión de rodilla en sedestación.

Por otro lado, cuando al realizar un squat se levantan los talones del suelo y/o se lleva la rodilla por delante de la línea imaginaria que marcan los dedos de los pies, las mesetas tibiales se inclinan hacia delante y aumentan la carga sobre el LCA hasta 3 veces más que si no se sobrepasa la línea imaginaria de los dedos de los pies y se mantienen los talones en el suelo.

La posición del cuerpo también influye sobre la tensión del LCA. Manteniendo una inclinación del tronco hacia delante entre 30° y 40° grados sobre la vertical, hasta los 60° de flexión de rodilla, la actividad de los isquiotibiales es mayor y la carga sobre el LCA menor que si se realiza el squat con una inclinación del tronco más cercana a la vertical.

Además con esta inclinación del tronco hacia delante la tensión sobre el LCA disminuye un 16% y la fuerza de tracción un 24%, debido principalmente a un aumento del 35% de la fuerza de los isquiotibiales.

Los squats sobre una sola pierna comportan una carga máxima más alta (59 N) sobre el LCA que los squats sobre ambas piernas (0 N). Por lo tanto, es apropiado iniciar la rehabilitación del LCA con squats sobre 2 piernas y progresar hacia una sola pierna. También se puede progresar con la posición del tronco y con las resistencias.


Aunque en los squats hay menos carga sobre el LCA a mayores ángulos de flexión de rodilla (50°-100) comparado con ángulos pequeños (0°-50°), no parecen ser apropiados para las fases tempranas de rehabilitación del LCA por la inflamación de la rodilla y el dolor. Estos ejercicios también pueden mejorar la propiocepción de las extremidades inferiores.

- Lounge frontal y lateral

Al igual que en los squats, en el lounge frontal y lateral, las cargas sobre el LCA son mínimas gracias a que la activación de los isquiotibiales es relativamente alta incluso a menos de 30° de flexión de rodilla. De igual manera la inclinación anterior del tronco reduce la carga sobre el LCA gracias a una mayor activación de isquiotibiales.

- Prensa de piernas

Aunque se ha demostrado que la carga sobre el LCA es baja durante la prensa de piernas, falta evidencia sobre la colocación de los pies y la separación entre ambos.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Puede ser un ejercicio eficaz para la rehabilitación del LCA por las bajas cargas que supone entre 0° y 45° de flexión de rodilla y con poca carga, para después progresar en rango de movimiento y cargas.

Debido a que la actividad del cuádriceps es alta en este ejercicio, tiene el potencial de incrementar la carga sobre el LCA entre 0° y 30° de flexión de rodilla, pero parece muy apropiado en ángulos superiores, siendo más indicado que los squats muy profundos ya que son más efectivos los reclutamientos musculares (cuádriceps, isquiotibiales y glúteos), es más fácil controlar el efecto de la gravedad y es más fácil mantener una correcta posición del cuerpo y alineación de la rodilla.

- Actividades funcionales

Al caminar sobre un terreno plano se produce una mayor carga que en la mayoría de ejercicios con peso y sin peso. La mayor fuerza de tracción sobre el LCA fue de aproximadamente 300N en el momento que los dedos dejan de contactar con el suelo, cuando la rodilla está flexionada entre 15°-20°. Caminar produce una carga similar a los ejercicios de extensión de rodilla en sedestación y muy mayor que en los ejercicios con peso.

Subir escaleras o levantarse desde la posición de arrodillado supone menos carga para el LCA que caminar. A pesar de esto, se ha demostrado que la carga temprana de peso sobre la extremidad afectada mejora los resultados que si se carga en fases más tardías. Por este motivo se debe incorporar el caminar sobre una superficie plana en cuanto el dolor y el derrame articular lo permitan y haya una extensión de rodillas simétrica. 26, 27

- Bicicleta estática

Con una potencia y una cadencia de 175W y 90rpm la tensión del LCA se sitúa sobre el 1,2%, mientras que con una potencia y una cadencia de 125W y 60rpm producen una tensión del LCA de 2,1%. Siempre valorado en un rango de movimiento de 37° a 50° de flexión de rodilla. Esto nos dice que si el paciente puede asumir estos rangos articulares sin dolor, puede montar en bicicleta estática para aumentar la carga muscular y cardiovascular sin producir más carga sobre el LCA.

- Actividades pliométricas

Caer de un salto con las dos piernas desde una plataforma de 60 cm genera una fuerza de tracción sobre el LCA de 250N aproximadamente, similar a los ejercicios de extensión de rodilla en sedestación. Estos ejercicios deben preceder a los ejercicios pliométricos de mayor intensidad, como caer con una sola pierna, que se usarán en fases posteriores de la rehabilitación del LCA.

La velocidad de desaceleración en este ejercicio también se debe tener en cuenta porque una mayor velocidad de desaceleración puede aumentar la carga sobre el LCA. La técnica también es importante, realizar el aterrizaje con una pequeña flexión de rodillas y el cuerpo inclinado hacia delante mejora la actividad de los isquiotibiales restando tensión al LCA. También se debe controlar el valgo de rodillas, la aducción y la rotación interna de cadera, ya que de producirse, aumentarían la carga sobre el LCA.

Los ejercicios pliométricos mejoran la función y la eficacia de la rodilla, aumentan la altura en el salto vertical, normalizan la fuerza del cuádriceps, mejoran el índice de simetría del cuádriceps y disminuyen los índices de dolor tras la intervención. Es decir, podríamos decir que estos ejercicios, produciendo estos cambios, facilitarían el retorno a la actividad deportiva. 26

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Además, los ejercicios pliometricos parecen ayudar a disminuir la cinesofobia, ya que expone a las jugadoras a actividades relacionadas con el fútbol en un entorno controlado y de exposición gradual. Sin embargo, parece no haber diferencias significativas entre realizar estos ejercicios con alta intensidad que con baja intensidad. 26

Estos parámetros se miden en sujetos sanos, por tanto solo se pueden comparar con un paciente en rehabilitación de LCA cuando la fuerza de la musculatura que interviene es similar a la de un sujeto sano.

### **FASE DE VUELTA A LA ACTIVIDAD**


Esta fase se inicia a los 3 meses de la operación y finaliza cuando la jugadora vuelve a jugar a fútbol. La actividad progresa en función de la respuesta de la paciente. Es normal que tenga molestias articulares leves después de iniciar actividades funcionales, pero debe mejorar dentro de 6 a 12 horas con crioterapia y sin medicación. La presencia de inflamación indica como responde la rodilla a la actividad, lo normal es que no haya inflamación o sea leve.

Durante esta fase, se deben combinar las actividades funcionales con los ejercicios de fortalecimiento. Se debe prestar especial atención en realizar cargas suaves sobre la pierna afectada y mantener la cadera en una rotación neutra para reducir las fuerzas rotatorias sobre la rodilla.

El entrenamiento neuromuscular debe continuar promoviendo el control neuromuscular y la propiocepción. Al principio de esta fase se deben utilizar actividades de bajo impacto preferencialmente así como trabajar sobre superficies más blandas.

La progresión de la marcha de incluir intervalos de caminar con carrera suave, ejercicios de agilidad a una velocidad del 50%-75% de la velocidad máxima y actividades dinámicas con saltos y giros de 90° a 180°. También se pueden realizar actividades específicas del futbol a una intensidad del 50%-75% del esfuerzo máximo. Al final de esta fase, debe introducirse el entrenamiento del pivotamiento sobre la pierna afectada, la pliometría avanzada y la participación con el equipo sin contacto.

El final de esta fase implica la vuelta a la actividad deportiva. Dado que cada jugadora es diferente, esta fase debe ser individualizada y no seguir unos plazos estrictos. La futbolista tiene que poder realizar saltos verticales máximos, saltos y cambios de dirección sobre una pierna (la afectada), un rango de movimiento completo y además debe tener más de un 90% de fuerza en la extremidad inferior afectada en comparación con la sana. Si puede realizar estas actividades sin dolor, ni inflamación, ni inestabilidad, y la paciente se siente confiado en correr, saltar, y hacer cambios de dirección a toda velocidad, estará preparada para la vuelta al fútbol con contacto. 26, 27

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

### **Discussió i Conclusions de la revisió bibliogràfica**

El LCA es uno de los principales ligamentos estabilizadores de la rodilla. La rotura de dicho ligamento es la segunda más común en el fútbol y se produce con cierta frecuencia entre mujeres futbolistas. Más del 70% son lesiones que se producen sin contacto e influyen factores como la acción de juego, la anatomía, la biomecánica, la coordinación neuromuscular y los factores hormonales.


Destaca la importancia de realizar un diagnóstico precoz de su rotura, y para ello disponemos de test físicos que combinados con pruebas de imagen complementarias nos aproximarán a un diagnóstico fiable.

Para el tratamiento de estas roturas existe el abordaje médico y el abordaje de fisioterapia. Dentro del tratamiento médico encontramos diversas operaciones que resultan exitosas para reparar la rotura del LCA, sin embargo, no hay una evidencia clara que demuestre la eficacia de una por encima del resto. En cuanto a la fisioterapia, encontramos pautas generales en cuanto a la temporalidad a seguir y los tipos de ejercicios de cada fase. También hemos encontrado evidencia de qué efecto tienen una serie de ejercicios sobre el LCA, pero, por otro lado, no hemos encontrado ningún plan de tratamiento unificado que contenga todos estos aspectos.

Creemos que falta evidenciar si los factores hormonales pueden ser un factor determinante en la diferencia de prevalencia que existe entre hombres y mujeres en cuanto a las roturas del LCA, ya que no hay un consenso ni parece que se tenga en cuenta a la hora del tratamiento, siendo un factor que podría convertirse en clave para nosotros.

De igual forma, el tratamiento médico carece de una evidencia sólida que nos permita recomendar un tipo de operación concreta en mujeres futbolistas, pero es un campo que se escapa de nuestra competencia y, por el momento, nos limitamos a exponer los conocimientos actuales.

Existen diferentes ejercicios y tratamientos fisioterapéuticos concretos con evidencia de su utilidad para la rehabilitación del LCA, lo que observamos es, no obstante, que actualmente se carece de un plan de tratamiento basado en la evidencia estipulado para este tipo de pacientes. Nosotros proponemos un plan de tratamiento único y basado en la evidencia que podría resultar efectivo para mujeres futbolistas.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

## **MARCO PRACTICO: plan de actuación clínica**

### ***Objetivos del plan diagnóstico***

#### **Objetivo principal del plan diagnóstico:**

- Valorar, mediante pruebas específicas de Fisioterapia el estado del ligamento cruzado anterior intervenido y así poder determinar qué intervención quirúrgica es la que menos complicaciones provoca en la recuperación física de la paciente.

#### **Objetivos secundarios del plan diagnóstico:**

- Valorar mediante las pruebas específicas de fisioterapia el estado del ligamento cruzado anterior intervenido.
- Evaluar el estado general de la paciente tras la operación: edema, balance articular, balance muscular, dolor e inestabilidad.

### ***Personas a las que afecta***

#### **Personas que han de realizar las actuaciones**

Consideramos que este tipo de lesión la tiene que abordar un equipo profesional y multidisciplinar. En primer lugar el medico ha de valorar cuál será la intervención quirúrgica más adecuada para el caso y, posteriormente el fisioterapeuta, en base a esta intervención, será el responsable de enfocar el tratamiento en fisioterapia.

Debido a que se trata de una lesión grave, en la que la futbolista puede estar mucho tiempo alejada de su actividad profesional, podríamos considerar la necesidad de contar con un psicólogo o algún profesional que le ayude a afrontar todo el proceso que supone la rehabilitación con la actitud más positiva posible, lo que facilitará el trabajo de todos los profesionales y de la propia futbolista.

#### **Personas sobre las que se han de realizar las actuaciones**

El plan de actuación de nuestro trabajo se centra en mujeres futbolistas profesionales que hayan sufrido una rotura completa del ligamento cruzado anterior que precise intervención quirúrgica.

### ***Actuaciones diagnósticas y procedimientos del plan***

#### **LISTADO DE ACTUACIONES DIAGNÓSTICAS Y PROCEDIMIENTOS:**

Anamnesis:

- Motivo de la consulta
  - Lo primero que debemos averiguar cuando una futbolista nos visita es la causa por la cuál viene a vernos, que nos exponga con sus palabras cuál es el problema y cómo le afecta.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

- Mecanismo lesional
  - Para orientarnos sobre su rotura del ligamento cruzado anterior preguntaremos a la futbolista sobre cómo se ha producido esa lesión, que nos describa el mecanismo lesional.
  - Una vez descrito, podremos observar si se aproxima al mecanismo de valgo con rotación interna de rodilla, el cuál es el más comúnmente descrito y una posición en la que el ligamento cruzado anterior recibe mucha tensión y se puede lesionar. Si sospechamos de una posible afectación de dicho ligamento procedemos a explorarlo más analíticamente.
- Intervención quirúrgica
  - Es de fundamental importancia para nosotros saber a qué tipo de intervención quirúrgica se ha sometido nuestra futbolista ya que, dependiendo del tipo de operación, posteriormente variará nuestro tratamiento debido a las características de las diferentes plastias del LCA.

Exploración:

- Exploración visual
  - Investigaremos qué sintomatología le acompaña, concretamente en este caso, en una rotura de ligamento cruzado anterior intervenida, podríamos encontrar un edema localizado en la articulación o en la extremidad inferior afectada que puede acompañarse de enrojecimiento en la misma zona. Además de esto, en la exploración visual observaremos también el estado de la cicatriz quirúrgica, valorando su estado en función del tiempo que haya pasado desde la operación.
- Exploración física
  - Para poder llegar a un diagnóstico más preciso, pasamos a analizar más detenidamente la articulación afectada. Podemos encontrar dolor en la rodilla la palpación o al movimiento. Este dolor o la propia inflamación se puede traducir en un rango de movimiento activo y/o pasivo incompleto o de menor calidad en la rodilla afectada en comparación con la rodilla no afectada de la jugadora.
  - Otro signo evidente que podemos encontrar en la exploración tras una rotura del ligamento cruzado anterior intervenida es una inestabilidad en la articulación, ya sea al cargar peso sobre la extremidad afectada o al movilizarla de forma activa o pasiva.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Valoración:

- Tests 13,14,15
  - Una vez hemos atendido a la futbolista y hemos realizado una primera exploración, debemos comprobar que el ligamento ha quedado en unas condiciones óptimas tras la intervención quirúrgica. Para confirmarlo realizaremos 3 test que nos ayudarán a discernir una rotura del ligamento cruzado anterior con una gran especificidad y una gran sensibilidad. Los test a realizar serán los siguientes:
    - Lachman: realizaremos la prueba a 15° de flexión de rodilla y, en caso de ser positivo, la repetiremos varias veces a 30° y a 45° de flexión. Este test nos aportará una sensibilidad del 85% y una especificidad del 94%.
    - Pivot shift: buscaremos el resalto de la tibia con la flexión dinámica de rodilla entre 20-40°, de forma pasiva y con rotación interna. La positividad, como hemos mencionado anteriormente, es patognomónica de la rotura del LCA, dado que tiene una especificidad del 98%. También nos aporta una sensibilidad del 49%.
    - Cajón anterior: realizamos la prueba con una flexión de rodilla de 90°, de forma que nos aportará una sensibilidad del 56% y una especificidad del 82%, no obstante, la negatividad de este test no siempre indica que el ligamento cruzado anterior no esté roto.
- Pruebas complementarias
  - Con los resultados obtenidos de los test, en caso de positividad de alguno de ellos que nos haga sospechar de que persiste una rotura del LCA o la intervención no ha sido satisfactoria, realizaremos una serie de pruebas complementarias para apoyar y confirmar nuestro diagnóstico inicial.
  - Las pruebas de elección en este caso serán las radiografías dinámicas y, sobretodo, la resonancia magnética, con una sensibilidad del 61-100% y una especificidad del 82-100%.

### **Resultados previsibles/ Valoración diagnóstica final**

Una vez realizada esta primera valoración, separaremos a las diferentes jugadoras con una rotura del LCA en función del tipo de intervención quirúrgica a la cual se han visto sometidas, quedando divididas de la siguiente manera:

- Pacientes operadas mediante la técnica “Hueso – Tendón – Hueso (H-T-H)”.
- Pacientes operadas mediante la técnica “Con isquiotibiales mediante autoinjertos”.
- Pacientes operadas mediante la técnica “Con isquiotibiales mediante injertos procedentes de cadáver”.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

## ***Objetivos clínicos del plan terapéutico***

### **Objetivo principal del plan terapéutico:**

- Diseñar un plan de recuperación de Fisioterapia basado en la evidencia científica, específico para cada intervención quirúrgica, estableciendo las diferencias entre cada uno de los tratamientos.

### **Objetivos secundarios del plan terapéutico:**

- Disminuir el dolor y los signos propios de la inflamación.
- Acompañar a la jugadora durante todo el proceso de rehabilitación para mantener su adherencia al tratamiento.
- Reducir las adherencias y posibles complicaciones que puedan surgir de la cicatriz.
- Obtener un rango de movimiento pasivo y activo normal en comparación con la extremidad sana.
- Recuperar la funcionalidad del ligamento lesionado.
- Conseguir una coordinación neuromuscular que permita dotar a la jugadora de una rodilla estable para su práctica deportiva.
- Prevenir una recidiva de la lesión del ligamento cruzado anterior.

## ***Actuaciones terapéuticas del plan de actuación***

### 1. Plan terapéutico común para todos los grupos

- Objetivos del tratamiento:
  - Objetivo principal del tratamiento común (Primeras 4 semanas post-intervención):
    - Disminuir el dolor y la inflamación derivadas de la intervención quirúrgica.
  - Objetivos secundarios del tratamiento común:
    - Recuperar el rango de movimiento articular completo de la rodilla, tanto activo como pasivo.
    - Promover la correcta función y control del cuádriceps.
    - Establecer un óptimo patrón de marcha con la mayor brevedad posible, reduciendo el uso de las muletas.
    - Reducir las adherencias y posibles complicaciones que puedan surgir de la cicatriz.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- Fases, actuaciones i procediments terapèutics:
  - Crioterapia: Tras la operació, aplicamos hielo durante 15 minutos cada hora durante las primeras 24 horas.
  - Cada día que visitemos a la paciente debemos tratar la cicatriz y asegurarnos del buen estado de la misma. Posteriormente haremos las movilizaciones correspondientes para minimizar las adherencias que puedan surgir.
  - Cuando la cicatriz lo permita aplicaremos kinesiotape con la finalidad de reducir el dolor y, posteriormente, incrementar más rápido la fuerza y la propiocepción de la rodilla afectada. Colocamos la base a nivel de la EIAI sin tensión, de aquí salen 2 tiras que envuelven el cuádriceps con una tensión del 15-50% hasta finalizar en la tuberosidad tibial anterior también sin tensión. También aplicamos dos tiras en "I" a ambos lados de la extremidad inferior con una tensión del 75-100% para estimular los mecanoreceptores y propioceptores. La jugadora deberá llevar este vendaje durante estas 4 semanas y se cambiará cada 3-4 días.<sup>24</sup>
  - Mediante terapia manual y en camilla trabajamos la movilidad general de la rodilla en todos sus movimientos, haciendo hincapié en conseguir la extensión completa.
  - Iniciamos la carga sobre la extremidad afectada para disminuir el dolor patelofemoral después de la cirugía. Para ello colocamos una férula que bloquea la rodilla a 0° dando estabilidad a la articulación y permitiendo a la paciente deambular con muletas. En sedestación y/o en descarga podemos prescindir de esta férula.
  - Progresar hasta los 120° de flexión de rodilla, combinando la terapia manual con bicicleta estática y ejercicios de flexión activa de rodilla en decúbito supino deslizando el talón por la camilla. Si fuera posible, podríamos combinar el trabajo en bici estática subacuática.
  - Para restablecer la función del cuádriceps realizaremos ejercicios de extensión de rodilla en cadena cinética cerrada en camilla o en bipedestación con una carga progresiva. Podemos combinar estos ejercicios con estimulación eléctrica neuromuscular, en función de la progresión de la paciente. Dependiendo de la técnica utilizada para la reconstrucción del LCA debemos tener en cuenta algunas consideraciones de las que hablaremos a continuación.
  - Como norma general, se empezaría a hacer los ejercicios con series de 10-15 repeticiones y se progresaría a series de 6-8 repeticiones con pesos más elevados, aumentando las cargas progresivamente. También es importante realizar un entrenamiento cardiovascular y neuromuscular. A continuación, dentro del tratamiento específico de cada grupo de trabajo, detallaremos qué ejercicios se van a realizar.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- Indicadores de progreso del tratamiento o logro de los objetivos:
  - Aplicamos crioterapia post-intervención siguiendo la evidencia científica para evitar la inflamación y posibles complicaciones. Dicho esto, dejaremos de aplicarla cuando la inflamación esté controlada.
  - Aplicaremos el kinesiotape desde el primer momento que vemos a la paciente. Una vez retirados los puntos o grapas de la cicatriz y se encuentre en buen estado, ya podremos aplicar el kinesiotape encima de la misma, si es necesario. El objetivo que se persigue con el kinesiotape en esta fase del tratamiento, es el de estimular los mecanorreceptores y propioceptores de la rodilla sin limitar su movimiento.
  - Se inicia la carga sobre la extremidad afectada lo más pronto que permita el dolor, usando la férula hasta que el paciente consiga la estabilidad suficiente para prescindir de ella. Hacia la 4ª semana deberíamos progresar hasta llegar a los 120° de flexión de rodilla. Retiraremos la férula a medida que la paciente muestre una extensión completa y una marcha normal.
  - Cuando la paciente no presente ni dolor ni inestabilidad pasaremos a realizar los ejercicios en cadena cinética cerrada para el cuádriceps. El logro de estos aspectos marca una diferencia en el tratamiento, ya que supondrá el paso de la fase final del tratamiento común al inicio del tratamiento específico dependiendo del tipo de intervención a la que haya sido sometida.
  
- 2. Plan terapéutico específico para las pacientes operadas mediante la técnica H-T-H.
  - Objetivos del tratamiento:
    - Objetivo principal del tratamiento
      - Alcanzar una óptima y rápida readaptación deportiva de la lesión de la jugadora para el correcto desempeño de su actividad profesional.
    - Objetivos secundarios del tratamiento
      - Recuperar la funcionalidad del ligamento lesionado.
      - Conseguir una coordinación neuromuscular que permita dotar a la jugadora de una rodilla estable para su práctica deportiva.
      - Prevenir una recidiva de la lesión del ligamento cruzado anterior.
      - Incidir en la potenciación del cuádriceps.
      - Asegurar la correcta movilidad de la rótula, incidiendo más tras este tipo de intervención.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- Fases, actuaciones y procedimientos terapéuticos:
  - En las jugadoras que se haya realizado la intervención H-T-H debemos incidir mucho más en las movilizaciones de la rotula ya que, por el mismo procedimiento quirúrgico, tendrá más riesgo de convertirse en una patella baja con, una movilidad reducida.
  - Fase de fortalecimiento\*: Esta fase comprenderá desde la 4ª semana hasta los 6 meses desde la intervención. En cualquier caso, estos intervalos de tiempo no serán rígidos, ya que pueden variar y extenderse más o menos en el tiempo dependiendo de la evolución de la paciente.

Las ganancias del fortalecimiento y el control de cargas de los ejercicios dependerán de la respuesta de la paciente y, en ningún caso debe aumentar la inflamación ni el dolor. Después de realizar los ejercicios, el aumento del dolor articular y de la inflamación no debe extenderse más de 6-12 horas.<sup>26,27</sup> El entrenamiento neuromuscular debe promover el control neuromuscular y la propiocepción.

- Bicicleta estática: 10 minutos con una potencia de 175W y una cadencia de 90rpm. (warm up)
- CORE: en todos los ejercicios que proponemos de CORE, la jugadora debe mantener una contracción del transversal abdominal continuada que previamente le enseñaremos a realizar. De todos los ejercicios realizamos 3 series de 30 segundos de trabajo y 15 de descanso en cada posición.
  - Ejercicios isométricos de abdominal tipo plancha: plancha frontal y plancha lateral a ambos lados. [Gráfico3] [Gráfico4]
  - Bridge: en decúbito supino con las piernas flexionadas y los pies apoyados en el suelo, elevar la pelvis todo lo posible manteniendo la columna y las caderas en posición neutra. [Gráfico5]
- Propiocepción: haremos 10 minutos de ejercicios propioceptivos en una superficie estable que no suponga una dificultad añadida, calzada, con ojos abiertos y sin estímulos externos añadidos. [Gráfico7]
- Flexión de rodilla en sedestación: con la espalda en posición neutra y flexión de cadera de 90°. Desde 90° grados de flexión de rodilla realizando contracciones concéntricas. Trabajamos con una carga que no supere el 25% de 1 repetición máxima (1RM).
- Prensa de piernas: en cadena cinética cerrada, trabajamos la extensión de cadera y rodilla contra resistencia en fase concéntrica. Trabajamos la flexión de cadera y rodilla en fase excéntrica. La carga de trabajo no debe superar el 25% de 1RM. [Gráfico6]

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- Squat bipodal, lounge frontal y lounge lateral: en estos ejercicios mantendremos una inclinación de tronco de unos 30-40° hacia delante sobre la vertical y nos moveremos entre los 0-60° de flexión de rodilla para que la actividad de los isquiotibiales sea mayor y la carga sobre el LCA menor. En ningún momento la rodilla podrá sobrepasar la vertical imaginaria que cruza los dedos del pie. Trabajaremos sólo con el peso del cuerpo.
- Bicicleta estática: 30 minutos con una potencia de 125W y una cadencia 60rpm.

\* En este programa sólo hacemos referencia a ejercicios relacionados con la recuperación de la lesión, incidiendo en el trabajo de la extremidad inferior y CORE. Cada jugadora podrá añadir ejercicios de tren superior o más globales en función de sus necesidades, a poder ser, supervisados por su preparador físico y/o fisioterapeuta.

- Fase de vuelta a la actividad: esta fase la iniciamos aproximadamente sobre los 3 meses después de la intervención. Se realizarán actividades funcionales que pueden provocar molestias articulares en la rodilla lesionada, las cuales deben mejorar entre 6 – 12 horas después de su realización con crioterapia. La inflamación indica cómo responde la rodilla a la actividad, lo normal es que no haya inflamación o sea leve.

El entrenamiento neuromuscular debe continuar promoviendo el control neuromuscular y la propiocepción, con lo cual, estas actividades se deberán combinar con los ejercicios de fortalecimiento anteriormente descritos. Prestaremos especial atención a que se realicen en una rotación neutra de cadera para reducir las fuerzas rotatorias sobre la rodilla y no aumentar la carga sobre el LCA.

- Carrera continua: 20 minutos de carrera continua suave sobre el terreno de juego repartidos de la siguiente manera: 5' caminando, 10' carrera suave, 5' caminando.
- Velocidad y agilidad: realizaremos ejercicios que impliquen trabajar los tres tipos de velocidad, la velocidad gestual, la de desplazamiento y la de reacción. En los tres casos adaptaremos los ejercicios al fútbol y a la posición que ocupe la jugadora y sus características. En los ejercicios que trabajemos la agilidad y/o la velocidad de desplazamiento, no sobrepasaremos el 50 - 75% de la velocidad máxima de la jugadora.
- Pliometría: actividades dinámicas que incluyan saltos y giros de entre 90 - 180° con apoyos bipodales y sin que la jugadora tenga que estar pendiente de ninguna situación externa. En cambio, en estos ejercicios, la jugadora sí que debe prestar especial atención a la posición neutra de sus rodillas y caderas al aterrizar. [Gráfico8]

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- Situación deportiva real: actividades específicas del fútbol a una intensidad del 50 - 75% del esfuerzo máximo.

- Indicadores de progreso del tratamiento o logro de los objetivos:

En todos los ejercicios, tanto en la fase de fortalecimiento como en la fase de vuelta a la actividad, progresaremos en carga e intensidad en función de la respuesta de la rodilla de la jugadora, controlando la inflamación, estabilidad y dolor.

- En los ejercicios de CORE progresaremos hasta realizar series de trabajo de 1 minuto.
  - El progreso en los ejercicios propioceptivos puede incluir: superficies inestables, diferentes calzados, ojos cerrados y/o estímulos externos como un balón de fútbol.
  - En los ejercicios analíticos (flexión de rodilla en sedestación, prensa de piernas, squat y lounge) aumentaremos cargas progresivamente hasta trabajar al 75 – 100% de su 1RM.
  - Carrera continua: acabaremos realizando 30' seguidos de carrera continua a una intensidad media - baja.
  - Al final del proceso de rehabilitación debemos poder trabajar la velocidad y la agilidad a intensidades máximas. Al final de esta fase, debe introducirse el entrenamiento del pivotamiento sobre la pierna afectada.
  - Pliometría: en fases más adelantadas debemos trabajar la pliometría avanzada, progresando hasta realizar saltos desde una plataforma hasta 60cm de altura del suelo. En estos ejercicios debemos incluir estímulos externos ya que el cerebro femenino es más analítico e intuitivo. Con estos ejercicios pretendemos estimular las áreas de procesamiento espacial y visual, mejorando el procesamiento visual-motor, con la finalidad de compensar cualquier estímulo externo.
  - Poco a poco incluiremos a la jugadora a los ejercicios con el grupo. Empezaremos de manera condicionada, con entrenamientos sin contacto o ejercicios con limitaciones. La fase de readaptación finalizará con la vuelta de la jugadora a la práctica deportiva normal, más conocido como Return To Play (RTP).
3. Plan terapéutico específico para las pacientes operadas mediante la técnica de isquiotibiales mediante autoinjerto.
- Objetivos del tratamiento:
- Objetivo principal del tratamiento
    - Alcanzar una óptima y rápida readaptación deportiva de la lesión de la jugadora para el correcto desempeño de su actividad profesional.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

- **Objetivos secundarios del tratamiento**
  - Recuperar la funcionalidad del ligamento lesionado.
  - Conseguir una coordinación neuromuscular que permita dotar a la jugadora de una rodilla estable para su práctica deportiva.
  - Prevenir una recidiva de la lesión del ligamento cruzado anterior.
  - Incidir en la potenciación de isquiotibiales y su buen funcionamiento.
  - Asegurar la correcta movilidad de la rótula.
- **Fases, actuaciones y procedimientos terapéuticos:**
  - En las jugadoras que se haya realizado la intervención de isquiotibiales mediante autoinjerto debemos tener mucho cuidado puesto que estarán muy débiles. Tenemos una plástia reciente como estabilizador pasivo y hemos perdido parte de los estabilizadores activos de la rodilla. Por este motivo, en las fases más tardías debemos incidir mucho más en la potenciación de los mismos para conseguir un buen control motor de esta musculatura que ayude a estabilizar la rodilla.

A continuación hacemos un breve recordatorio de los mismos ejercicios expuestos con anterioridad en los que se deberá tener en cuenta las consideraciones que acabamos de mencionar respecto a este tipo de paciente.

  - *Fase de fortalecimiento:*
    - Bicicleta estática: 10 minutos con una potencia de 175W y una cadencia de 90rpm.
    - CORE: Ejercicios isométricos de abdominal tipo plancha: plancha frontal y plancha lateral a ambos lados. Bridge: en decúbito supino con las piernas flexionadas.
    - Propiocepción: 10 minutos de ejercicios propioceptivos sencillos.
    - Ejercicios analíticos de potenciación de la extremidad inferior: flexión de rodilla en sedestación, prensa de piernas, squat bipodal, lounge frontal y lounge lateral.
    - Bicicleta estática: 30 minutos con una potencia de 125W y una cadencia 60rpm.
  - *Fase de vuelta a la actividad:*
    - Carrera continua: 20 minutos de carrera continua suave sobre el terreno de juego.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

- Velocidad y agilidad: sin sobrepasar el 50 - 75% de la velocidad máxima.
  - Pliometría: actividades dinámicas que incluyan saltos y giros de entre 90 - 180°.
  - Situación deportiva real: actividades específicas del fútbol a una intensidad del 50 - 75% del esfuerzo máximo.
4. Plan terapéutico específico para las pacientes operadas mediante la técnica de isquiotibiales mediante injerto procedente de cadáver.
- Objetivos del tratamiento:
    - Objetivo principal del tratamiento
      - Alcanzar una óptima y rápida readaptación deportiva de la lesión de la jugadora para el correcto desempeño de su actividad profesional.
    - Objetivos secundarios del tratamiento
      - Recuperar la funcionalidad del ligamento lesionado.
      - Conseguir una coordinación neuromuscular que permita dotar a la jugadora de una rodilla estable para su práctica deportiva.
      - Prevenir una recidiva de la lesión del ligamento cruzado anterior.
      - Asegurar la correcta movilidad de la rótula.
  - Fases, actuaciones y procedimientos terapéuticos:
    - En las jugadoras que se haya realizado la intervención de isquiotibiales mediante injerto procedente de cadáver debemos vigilar como reacciona la jugadora a esa plastia y realizar un trabajo más compensado.

A continuación hacemos un breve recordatorio de los mismos ejercicios expuestos con anterioridad en los que se deberá tener en cuenta las consideraciones que acabamos de mencionar respecto a este tipo de paciente.

    - Fase de fortalecimiento:
      - Bicicleta estática: 10 minutos con una potencia de 175W y una cadencia de 90rpm.
      - CORE: Ejercicios isométricos de abdominal tipo plancha: plancha frontal y plancha lateral a ambos lados. Bridge: en decúbito supino con las piernas flexionadas.
      - Propiocepción: 10 minutos de ejercicios propioceptivos sencillos.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

## Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

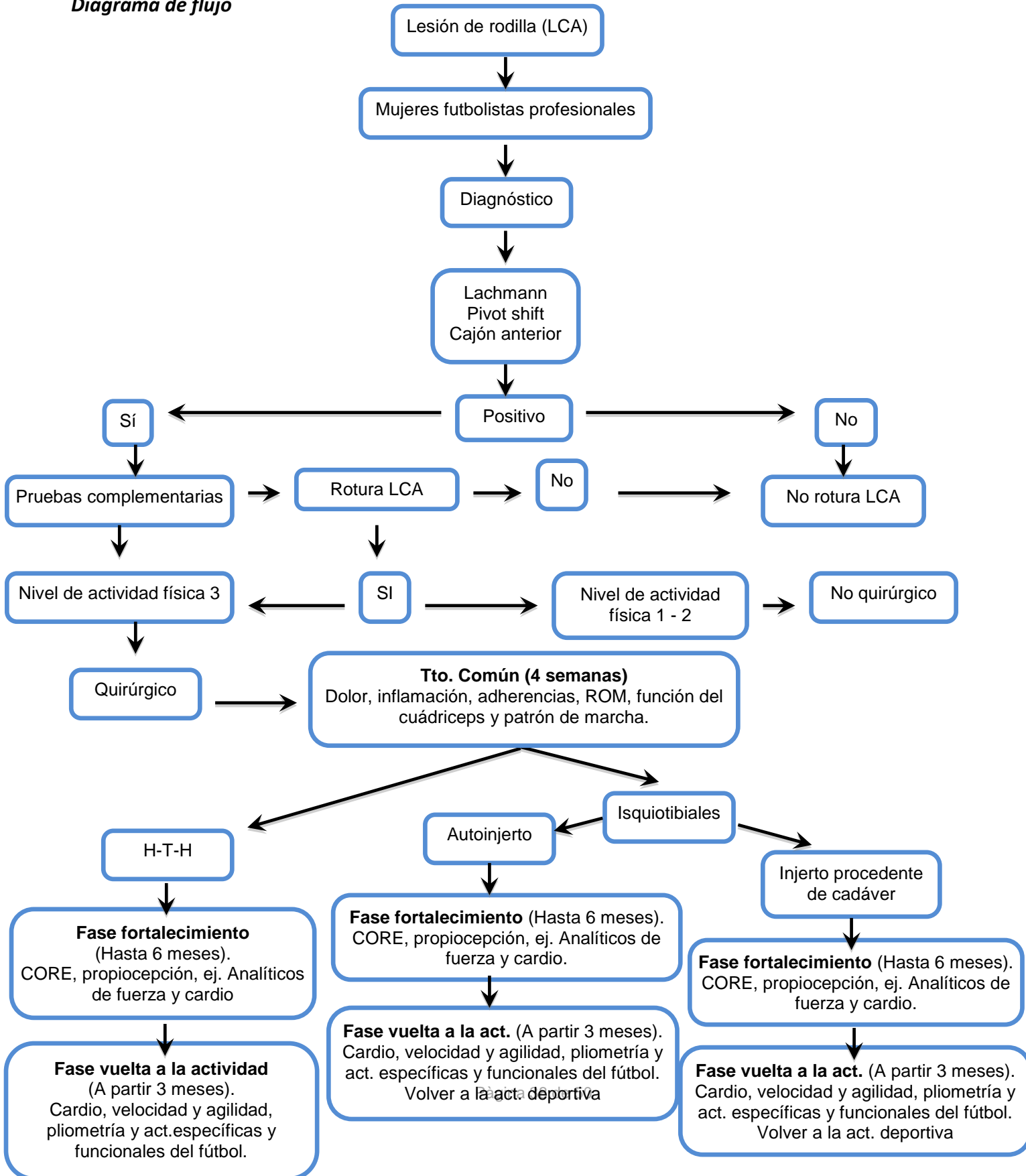
- Ejercicios analíticos de potenciación de la extremidad inferior: flexión de rodilla en sedestación, prensa de piernas, squat bipodal, lounge frontal y lounge lateral.
- Bicicleta estática: 30 minutos con una potencia de 125W y una cadencia 60rpm.
- Fase de vuelta a la actividad:
  - Carrera continua: 20 minutos de carrera continua suave sobre el terreno de juego.
  - Velocidad y agilidad: sin sobrepasar el 50 - 75% de la velocidad máxima.
  - Pliometría: actividades dinámicas que incluyan saltos y giros de entre 90 - 180°.
  - Situación deportiva real: actividades específicas del fútbol a una intensidad del 50 - 75% del esfuerzo máximo.



Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

**Diagrama de flujo**



Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

### ***Discusión y conclusiones***


Hemos realizado un plan de tratamiento, basado en la evidencia científica actual, aplicable a cualquier jugadora profesional que haya sido intervenida quirúrgicamente para reparar una rotura del LCA de la rodilla. Este plan de tratamiento ha sido diseñado para que se pueda aplicar desde el primer día tras la intervención, y se han establecido las diferencias en el tratamiento de Fisioterapia según el tipo de intervención quirúrgica recibida.

Cabe destacar que siempre que se elabora un plan de tratamiento se estipula una temporalidad a seguir. En este caso, nosotros proponemos una temporalidad en las fases de tratamiento meramente orientativa, en ningún caso puede ser rígida ya que nunca dos tratamientos serán igual; dependerá de la respuesta de la jugadora al tratamiento, de la evolución de la lesión y de la técnica quirúrgica.

Como hemos podido observar trata de una fase inicial en la que el tratamiento será común para todas las jugadoras operadas, independientemente de cuál haya sido la intervención a la que se hayan sometido. Después dividimos el tratamiento en una segunda fase de potenciación y una tercera fase de vuelta a la actividad. El tratamiento en estas fases se diferencia según la intervención quirúrgica que se le haya practicado a la jugadora, por lo que surgen 3 grupos: las operadas mediante la técnica H-T-H, mediante la técnica de isquiotibiales mediante autoinjerto o mediante la técnica de isquiotibiales procedente de cadáver.

No obstante esto, hemos encontrado que no hay una evidencia fehaciente que demuestre que hay ejercicios específicos para una jugadora en función del tipo de operación a la que se ha sometido. Es por eso que nuestro plan de tratamiento difiere mínimamente en pequeños detalles de uno a otro en lo que a ejercicios se refiere y siempre adecuándolo al tipo de operación recibida. Por el contrario, si vemos necesario tener en cuenta ciertas especificaciones, que recalamos en nuestro plan, a la hora de realizar el tratamiento y los ejercicios con la jugadora según la técnica de su operación. Ejemplos claros serían tener en cuenta la debilidad de cuádriceps que tendrá una jugadora operada mediante la técnica H-T-H, o la debilidad y fragilidad que presentará una jugadora intervenida mediante la técnica de isquiotibiales mediante autoinjertos.

Por último, observamos que tras la realización de este trabajo se abren dos líneas de investigación muy claras. Por un lado, existe la necesidad de saber qué técnica es la más adecuada para intervenir a mujeres futbolistas profesionales, cuál nos proporcionará unos mejores resultados y una vuelta a la actividad deportiva más rápida y en mejores condiciones. En nuestra opinión fundamentada en la evidencia de la que disponemos, podemos decir, que a día de hoy, la técnica de elección para este tipo de paciente debería ser la Técnica mediante H-T-H por mostrar más resistencia in vivo de la plástica, mejor fijación y menos complicaciones.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

Por otro lado, consideramos necesario el estudio de la eficacia y la eficiencia de los diferentes ejercicios que se practican en la rehabilitación y la readaptación tras la rotura intervenida del LCA, para, de esta manera, obtener una evidencia precisa que nos muestre qué ejercicios son más seguros, efectivos y adecuados para los diferentes tipos de intervención quirúrgica que se pueden realizar. Con esto podremos conseguir un tratamiento más específico y seguro que nos permitirá tratar este tipo de lesión con un mayor éxito.

### ***Previsión de traslación de las conclusiones a la práctica clínica***

El plan elaborado que proponemos como guía de tratamiento podrá ser utilizado por cualquier fisioterapeuta que deba realizar el proceso de rehabilitación del LCA en una jugadora de fútbol profesional. Proponemos este tratamiento para que sea utilizado desde el primer día tras la intervención quirúrgica hasta que la jugadora pueda volver a su práctica deportiva con total normalidad.

En el tratamiento describimos diferentes tipos de ejercicios y aspectos a trabajar, como por ejemplo es la velocidad. Tal y como los describimos, damos las directrices básicas que deben seguir, dejando margen al fisioterapeuta para que pueda decidir qué ejercicio va a realizar concretamente, puesto que él es quien mejor conocerá cómo es su jugadora, qué le conviene y de qué recursos dispone para la realización de dichos ejercicios, siempre en consonancia con el plan de recuperación establecido por el equipo multidisciplinar, y sin invadir áreas de trabajo propias de cada integrante del equipo. Cada persona es diferente, y como consecuencia, precisa de unos tratamientos y ejercicios adaptados, sin olvidar seguir las pautas básicas para lograr los objetivos.

Invitamos a que cualquier fisioterapeuta que deba realizar la rehabilitación del LCA en una jugadora de fútbol, profesional o amateur, si dispone de los medios necesarios, valore nuestro trabajo como posible plan de tratamiento a seguir. Con esto también queremos proponer que profesionales sanitarios de otros deportes parecidos al fútbol como pueden ser el rugby o el hockey hierba, entre otros, puedan de igual forma valorar este tratamiento como una guía a seguir, realizando las adaptaciones pertinentes para adecuarlo específicamente al deporte en cuestión.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---

### ***Previsión de reelaboración del plan de actuación***

Sería adecuado que, desde el día de hoy, se tratara de investigar cómo influyen los factores hormonales, si lo hacen, en la incidencia de este tipo de lesión en las mujeres, para que haya una evidencia sólida y así poder elaborar un mejor plan de tratamiento teniendo en cuenta este aspecto.

Desde este momento también, son necesarios más estudios que evalúen cómo responde la rodilla al tratamiento y a la vuelta a la actividad en función de qué tipo de intervención quirúrgica se ha realizado. Necesitamos esta información para saber si es mejor que las mujeres futbolistas sean intervenidas mediante la técnica H-T-H o mediante la técnica de isquiotibiales con autoinjerto o con injerto procedente de cadáver.

En futuros estudios, proponemos añadir otras variables, tales como las cualidades físicas básicas (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad), medidas con los instrumentos y escalas de valoración adecuados (basados en la evidencia científica y que estén validados), para de este modo, hacer un estudio mucho más completo y que cubra más variables, y así poder estudiar si el plan de tratamiento de fisioterapia propuesto evidencia otros cambios en la deportista antes y después de la intervención de fisioterapia.

El tratamiento en fisioterapia consideramos que debe ser, al menos revisado, cada año dado que nos encontramos en una época en la que existe un 'boom' con las tecnologías en el deporte. Esto hace que cada vez podamos obtener más datos y más precisos sobre los ejercicios y las jugadoras, que nos pueden permitir avanzar en los tratamientos que realizamos en las jugadoras.

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

## ANEXO I - ILUSTRACIONES, TABLAS Y GRÁFICOS

### Tablas

Cercador (cerca nº)	Equació de cerca								
PubMed (1)	<p><b>Result:</b></p> <p><a href="#">292</a></p> <p><b>Translations:</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="384 853 619 1003">anatomy and histology</td> <td data-bbox="619 853 1230 1003">"anatomy and histology"[Subheading] OR ("anatomy"[All Fields] AND "histology"[All Fields]) OR "anatomy and histology"[All Fields]</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1003 619 1048">full text[sb]</td> <td data-bbox="619 1003 1230 1048">"loattrfull text"[sb]</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1048 619 1093">Humans[Mesh]</td> <td data-bbox="619 1048 1230 1093">"humans"[MeSH Terms]</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1093 619 1182">Female[MeSH Terms]</td> <td data-bbox="619 1093 1230 1182">"female"[MeSH Terms]</td> </tr> </table>	anatomy and histology	"anatomy and histology"[Subheading] OR ("anatomy"[All Fields] AND "histology"[All Fields]) OR "anatomy and histology"[All Fields]	full text[sb]	"loattrfull text"[sb]	Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]	Female[MeSH Terms]	"female"[MeSH Terms]
anatomy and histology	"anatomy and histology"[Subheading] OR ("anatomy"[All Fields] AND "histology"[All Fields]) OR "anatomy and histology"[All Fields]								
full text[sb]	"loattrfull text"[sb]								
Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]								
Female[MeSH Terms]	"female"[MeSH Terms]								
PubMed (2)	<p><b>Result:</b></p> <p><a href="#">172</a></p> <p><b>Translations:</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="384 1368 619 1541">anterior cruciate ligament</td> <td data-bbox="619 1368 1230 1541">"anterior cruciate ligament"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament"[All Fields]</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1541 619 1765">rehabilitation exercises</td> <td data-bbox="619 1541 1230 1765">"exercise therapy"[MeSH Terms] OR ("exercise"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "exercise therapy"[All Fields] OR ("rehabilitation"[All Fields] AND "exercises"[All Fields]) OR "rehabilitation exercises"[All Fields]</td> </tr> <tr> <td data-bbox="384 1765 619 1809">Humans[Mesh]</td> <td data-bbox="619 1765 1230 1809">"humans"[MeSH Terms]</td> </tr> </table>	anterior cruciate ligament	"anterior cruciate ligament"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament"[All Fields]	rehabilitation exercises	"exercise therapy"[MeSH Terms] OR ("exercise"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "exercise therapy"[All Fields] OR ("rehabilitation"[All Fields] AND "exercises"[All Fields]) OR "rehabilitation exercises"[All Fields]	Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]		
anterior cruciate ligament	"anterior cruciate ligament"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament"[All Fields]								
rehabilitation exercises	"exercise therapy"[MeSH Terms] OR ("exercise"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "exercise therapy"[All Fields] OR ("rehabilitation"[All Fields] AND "exercises"[All Fields]) OR "rehabilitation exercises"[All Fields]								
Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]								
PubMed (3)	<p><b>Result:</b></p> <p><a href="#">50</a></p> <p><b>Translations:</b></p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="384 1989 619 2020">Anterior cruciate</td> <td data-bbox="619 1989 1230 2020">"anterior cruciate ligament</td> </tr> </table>	Anterior cruciate	"anterior cruciate ligament						
Anterior cruciate	"anterior cruciate ligament								

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

	<pre> ligament reconstruction"[MeSH Terms] OR reconstruction ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "reconstruction"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament reconstruction"[All Fields]  free full text[sb] "loattrfree full text"[sb] Humans[Mesh] "humans"[MeSH Terms] adult[MeSH:noexp] "adult"[MeSH Terms:noexp] </pre>	
PubMed (4)	<p><b>Result:</b></p> <p><a href="#">43</a></p> <p><b>Translations:</b></p> <pre> "anterior cruciate ligament injuries"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injuries"[All Fields] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injury"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injury"[All Fields]  "surgery"[Subheading] OR "surgery"[All Fields] OR "surgical procedures, operative"[MeSH Terms] OR ("surgical"[All Fields] AND "procedures"[All Fields] AND "operative"[All Fields]) OR "operative surgical procedures"[All Fields] OR "surgery"[All Fields] OR "general surgery"[MeSH Terms] OR ("general"[All Fields] AND "surgery"[All Fields]) OR "general surgery"[All Fields]  full text[sb] "loattrfull text"[sb] Humans[Mesh] "humans"[MeSH Terms] adult[MeSH:noexp] "adult"[MeSH Terms:noexp] </pre>	
PubMed (5)	<p><b>Result:</b></p> <p><a href="#">19</a></p> <p><b>Translations:</b></p> <pre> diagnostic "diagnostic imaging"[Subheading] OR </pre>	

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

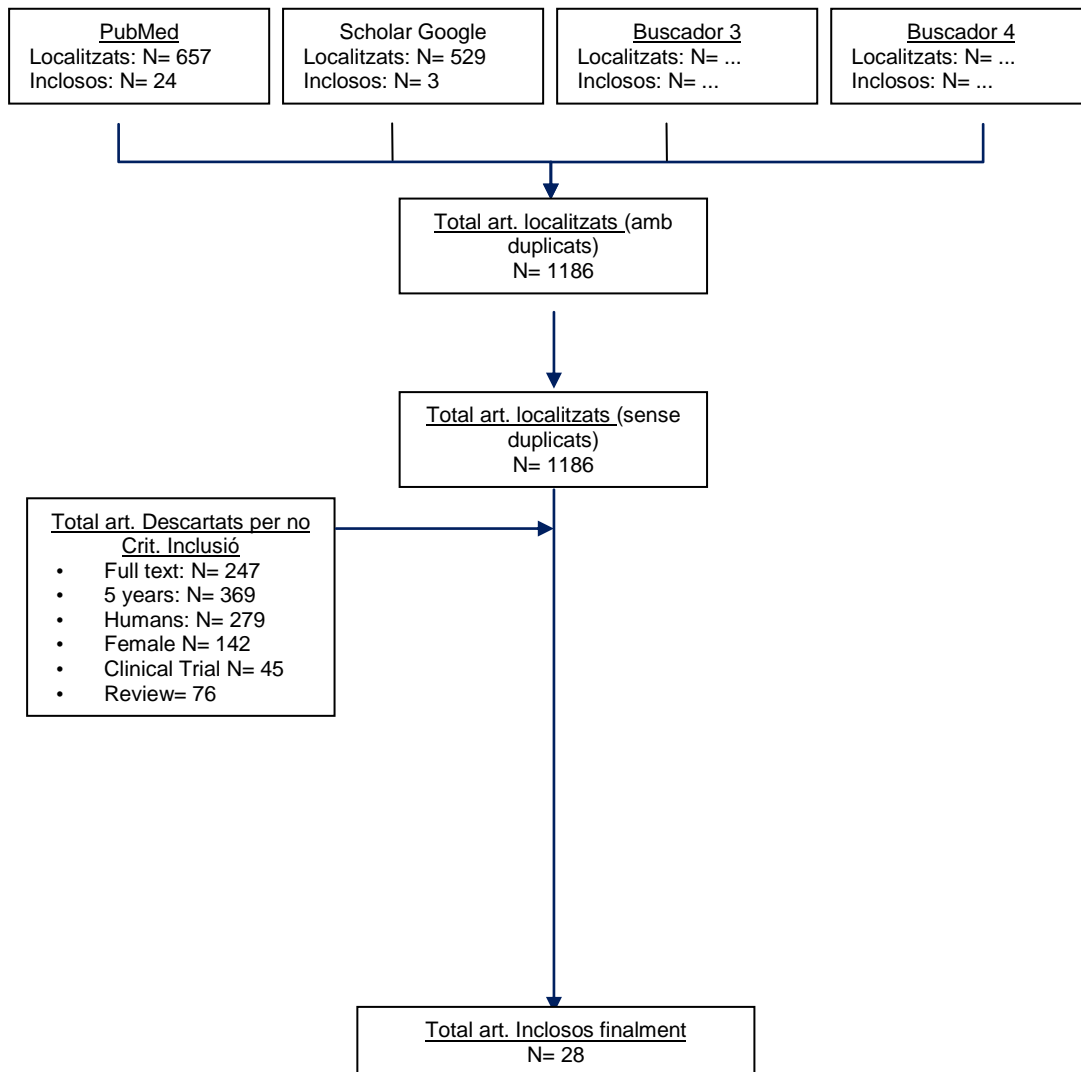
	<table border="1"> <tr> <td>imaging</td> <td>("diagnostic"[All Fields] AND "imaging"[All Fields]) OR "diagnostic imaging"[All Fields] OR "diagnostic imaging"[MeSH Terms] OR ("diagnostic"[All Fields] AND "imaging"[All Fields])</td> </tr> <tr> <td>full text[sb]</td> <td>"loattrfull text"[sb]</td> </tr> <tr> <td>Humans[Mesh]</td> <td>"humans"[MeSH Terms]</td> </tr> </table>	imaging	("diagnostic"[All Fields] AND "imaging"[All Fields]) OR "diagnostic imaging"[All Fields] OR "diagnostic imaging"[MeSH Terms] OR ("diagnostic"[All Fields] AND "imaging"[All Fields])	full text[sb]	"loattrfull text"[sb]	Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]	
imaging	("diagnostic"[All Fields] AND "imaging"[All Fields]) OR "diagnostic imaging"[All Fields] OR "diagnostic imaging"[MeSH Terms] OR ("diagnostic"[All Fields] AND "imaging"[All Fields])							
full text[sb]	"loattrfull text"[sb]							
Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]							
Pubmed (6)	<p><b>Result:</b></p> <p><a href="#">81</a></p> <p><b>Translations:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>anterior cruciate ligament injury</td> <td>"anterior cruciate ligament injuries"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injuries"[All Fields] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injury"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injury"[All Fields]</td> </tr> <tr> <td>full text[sb]</td> <td>"loattrfull text"[sb]</td> </tr> <tr> <td>Humans[Mesh]</td> <td>"humans"[MeSH Terms]</td> </tr> </table>	anterior cruciate ligament injury	"anterior cruciate ligament injuries"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injuries"[All Fields] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injury"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injury"[All Fields]	full text[sb]	"loattrfull text"[sb]	Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]	
anterior cruciate ligament injury	"anterior cruciate ligament injuries"[MeSH Terms] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injuries"[All Fields] OR ("anterior"[All Fields] AND "cruciate"[All Fields] AND "ligament"[All Fields] AND "injury"[All Fields]) OR "anterior cruciate ligament injury"[All Fields]							
full text[sb]	"loattrfull text"[sb]							
Humans[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]							
Google Scholar (1)	<p><b>Result:</b></p> <p>412</p> <p><b>Translations:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Anatomy knee joint biomechanics funcional</td> <td>"Anatomy knee joint biomechanics funcional"[MeSH Terms] OR ("anatomy"[All Fields] AND "knee"[All Fields] AND "joint"[All Fields] AND "biomechanics"[All Fields] AND "funcional"[All Fields])</td> </tr> <tr> <td>full text[sb]</td> <td>"loattrfull text"[sb]</td> </tr> <tr> <td>Since 2016[Mesh]</td> <td>"humans"[MeSH Terms]</td> </tr> </table>	Anatomy knee joint biomechanics funcional	"Anatomy knee joint biomechanics funcional"[MeSH Terms] OR ("anatomy"[All Fields] AND "knee"[All Fields] AND "joint"[All Fields] AND "biomechanics"[All Fields] AND "funcional"[All Fields])	full text[sb]	"loattrfull text"[sb]	Since 2016[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]	
Anatomy knee joint biomechanics funcional	"Anatomy knee joint biomechanics funcional"[MeSH Terms] OR ("anatomy"[All Fields] AND "knee"[All Fields] AND "joint"[All Fields] AND "biomechanics"[All Fields] AND "funcional"[All Fields])							
full text[sb]	"loattrfull text"[sb]							
Since 2016[Mesh]	"humans"[MeSH Terms]							
Google Scholar (2)	<p><b>Result:</b></p> <p>117</p> <p><b>Translations:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Diagnostic tests</td> <td>"diagnostic tests" OR ("diagnostic" AND "tests") OR "diagnostic tests"</td> </tr> <tr> <td>full text</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Since 2016</td> <td></td> </tr> </table>	Diagnostic tests	"diagnostic tests" OR ("diagnostic" AND "tests") OR "diagnostic tests"	full text		Since 2016		
Diagnostic tests	"diagnostic tests" OR ("diagnostic" AND "tests") OR "diagnostic tests"							
full text								
Since 2016								

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

Taula 1: Equacions de cerca utilitzades.

**Il·lustracions**



Il·lustración1: Diagrama de flujo de los artículos localizados e incluidos en la revisión.

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

### Gráficos



Gráfico 1: Gonçalves Arliani G et al. *Three dimensional anatomy of the anterior cruciate ligament: a new approach in anatomical orthopedic studies and a literature review.* Open Access J Sports Med. 2012; 3: 183–188.



Gráfico 2: Bressy G, Lustig S, Neyret P, Servien E. *Inestabilidades de rodilla.* EMC - Aparato locomotor 2016;49(1):1-17

## Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

---



Gráfico 3, 4, 5: Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2005 Aug;16(3):669-89.



Gráfico 6: Unsgaard-Tøndel M, Fladmark AM, Salvesen Ø, Vasseljen O. Motor control exercises, sling exercises, and general exercises for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Phys Ther.* 2010 Oct;90(10):1426-40.

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro



Gráfico 7: Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *N Am J Sports Phys Ther.* 2010 Dec;5(4):234-51.

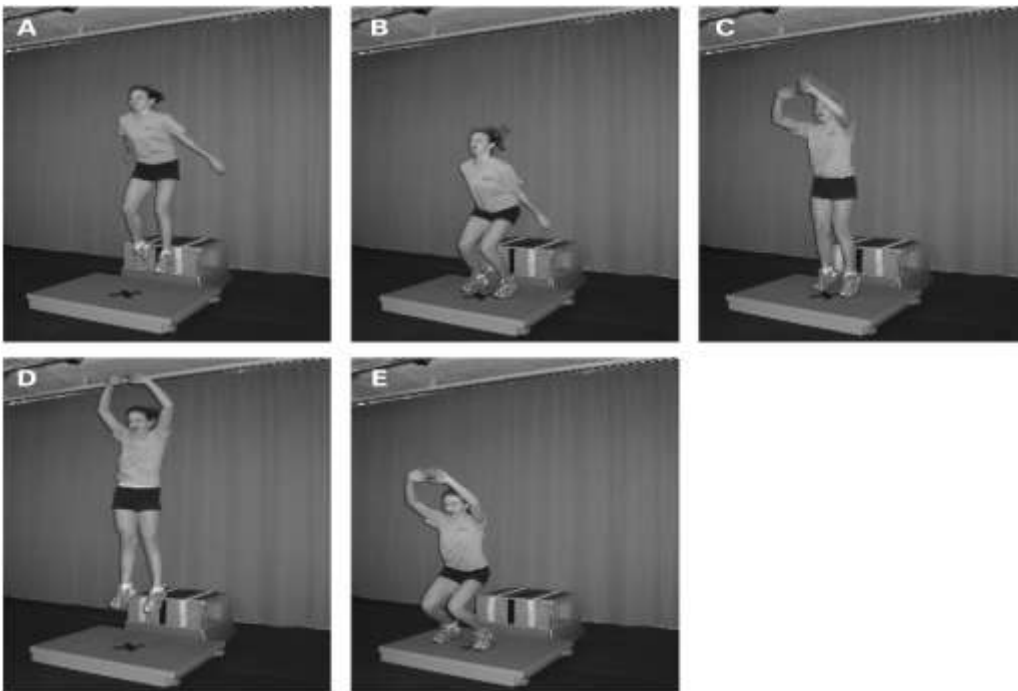


Gráfico 8: Renstrom P et al. Non contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med.* 2008 Jun; 42 (6): 394-412

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioterapia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Martín Grandes R. Estudio anatómico, radiológico y funcional de la articulación de la rodilla. Santander: Universidad de Cantabria; 2016.
2. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. PROMETHEUS Texto y atlas de anatomía, TOMO 1 Anatomía general y aparato locomotor. 2ª ed. Madrid: Panamericana 2010; p. 474 – 482.
3. Kapandji AI. Fisiología articular, Tomo 2. 6ª ed. Madrid: Panamericana 2012; p. 66-75.
4. Méndez Romero D. Análisis de las fuerzas y efectos que se involucran en el movimiento de la rodilla.
5. Oka S, Schuhmacher P, Brehmer A, Traut U, Kirsch J, Siebold R. Histological analysis of the tibial anterior cruciate ligament insertion Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016 Mar;24(3):747-53.
6. Miralles R, Miralles I, Puig M. Biomecánica clínica de los tejidos y las articulaciones del aparato locomotor. 2nd ed. Barcelona: MASSON; 2005. p. 236–57.
7. Markatos K, Kasetta MK, Lalloos SN, Korres DS, Efsthathopoulos N. The anatomy of the ACL and its importance in ACL reconstruction. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2013 Oct;23(7):747-52.
8. Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. J Am Acad Orthop Surg. 2013 Jan;21(1):41-50.
9. Cheung EC, Boguszewski DV, Joshi NB, Wang D, McAllister DR. Anatomic Factors that May Predispose Female Athletes to Anterior Cruciate Ligament Injury. Curr Sports Med Rep. 2015 Sep-Oct;14(5):368-72.
10. Acevedo RJ, Rivera-Vega A, Miranda G, Micheo W. Anterior Cruciate Ligament Injury: Identification of Risk Factors and Prevention Strategies. Curr Sports Med Rep. 2014 May-Jun;13(3):186-91. Flaxman TE, Smith AJ, Benoit DL. Sex-related differences in neuromuscular control: Implications for injury mechanisms or healthy stabilisation strategies?. J Orthop Res. 2014 Feb;32(2):310-7.
11. Flaxman TE, Smith AJ, Benoit DL. Sex-related differences in neuromuscular control: Implications for injury mechanisms or healthy stabilisation strategies?. J Orthop Res. 2014 Feb;32(2):310-7.
12. Grooms DR, Onate JA. Neuroscience Application to Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. Sports Health. 2016 Mar-Apr;8(2):149-52.
13. Parwaiz H, Teo AQ, Servant C. Anterior cruciate ligament injury: A persistently difficult diagnosis. Knee. 2016 Jan;23(1):116-20.
14. Huang W, Zhang Y, Yao Z, Ma L. Clinical examination of anterior cruciate ligament rupture: a systematic review and meta-analysis. Acta Orthop Traumatol Turc. 2016;50(1):22-31.
15. Bressy G, Lustig S, Neyret P, Servien E. Inestabilidades de rodilla. EMC - Aparato locomotor 2016;49(1):1-17.
16. Curso básico Fundación SECOT. Patología de la rodilla; 2006 Junio 91-101; Zaragoza, España. Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología.

Grau en Fisioteràpia	TREBALL FINAL DE GRAU	
----------------------	-----------------------	---

Fisioteràpia en roturas del LCA

Víctor Herrera, Iván Moreno, Patricia Moro

17. Zhang Z, Gu B, Zhu W, Zhu L, Li Q, Du Y. Arthroscopic single-bundle versus triple-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2014; 48(4):413-8.
18. Gobbi A, Mahajan V, Karnatzikos G, Nakamura N. Single- versus double-bundle ACL reconstruction: is there any difference in stability and function at 3-year followup? *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Mar;470(3):824-34.
19. Tiamklang T, Sumanont S, Foocharoen T, Laopaiboon M. Double-bundle versus single-bundle reconstruction for anterior cruciate ligament rupture in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012 Nov 14;11:CD008413.
20. Longo UG, Buchmann S, Franceschetti E, Maffulli N, Denaro V. A systematic review of single-bundle versus double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Br Med Bull.* 2012 Sep;103(1):147-68.
21. Zhu Y, Tang RK, Zhao P, Zhu SS, Li YG, Li JB. Double-bundle reconstruction results in superior clinical outcome than single-bundle reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013 May;21(5):1085-96.
22. Hu J, Qu J, Xu D, Zhou J, Lu H. Allograft versus autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: an up-to-date meta-analysis of prospective studies. *Int Orthop.* 2013 Feb;37(2):311-20.
23. Jia YH, Sun PF. Comparison of Clinical Outcome of Autograft and Allograft Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Tears. *Chin Med J (Engl).* 2015 Dec 5;128(23):3163-6.
24. Boguszewski D, Tomaszewska I, Adamczyk JG, Białoszewski D. Evaluation of effectiveness of kinesiology taping as an adjunct to rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2013 Oct 31;15(5):469-78.
25. Pistone EM, Laudani L, Camillieri G, Di Cagno A, Tomassi G, Macaluso A, Giombini A. Effects of early whole-body vibration treatment on knee neuromuscular function and postural control after anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2016 Nov 11;48(10):880-886.
26. Chmielewski TL, George SZ, Tillman SM, Moser MW, Lentz TA, Indelicato PA, Trumble TN, Shuster JJ, Cicuttini FM, Leeuwenburgh C. Low- Versus High-Intensity Plyometric Exercise During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016 Mar;44(3):609-17.
27. Escamilla R, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Anterior Cruciate Ligament Strain and Tensile Forces for Weight-Bearing and Non-Weight-Bearing Exercises: A Guide to Exercise Selection. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012 Mar;42(3):208-20.
28. Malempati C, Jurjans J, Noehren B, Ireland ML, Johnson DL. Current Rehabilitation Concepts for Anterior Cruciate Ligament Surgery in Athletes. *Orthopedics.* 2015 Nov;38(11):689-96.