



Universidad de Valladolid

**Escuela Universitaria
de Fisioterapia**

Campus de Soria

ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**VALORACIÓN DEL TRATAMIENTO
FISIOTERAPÉUTICO PREVIO A LA RECONSTRUCCIÓN
DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR DE LA
RODILLA:**

REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA.

Presentado por: **VANESSA ARRIBAS ANTEPORTAMLATINAM**

Tutelado por: **FRANCISCO J. NAVAS CÁMARA**

Soria, 28 de Febrero de 2013

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. La Articulación de la rodilla	2
1.1.1. <i>Anatomía de la rodilla</i>	2
1.1.2. <i>Función del ligamento cruzado anterior</i>	2
1.2. La lesión del ligamento cruzado anterior	3
1.2.1. <i>Epidemiología</i>	3
1.2.2. <i>Mecanismos de lesión</i>	3
1.2.3. <i>Clínica. Limitaciones funcionales</i>	4
1.2.4. <i>Tratamiento</i>	5
1.3. Justificación	6
1.4. Objetivo	6
2. METODOLOGÍA	8
3. RESULTADOS	9
4. DISCUSIÓN	10
4.1 Respecto a la movilidad y la marcha	11
4.2 Respecto a la fuerza y flexibilidad muscular	12
4.3. Respecto a la resistencia	13
4.4 Respecto al control neuromuscular y la propiocepción	14
4.5. Programa de ejercicios y fisioterapia	15
5. CONCLUSIONES	18
6. FIGURAS	19
7. TABLAS	20
8. IMÁGENES	28
9. BIBLIOGRAFÍA	32

RESUMEN

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) consiste en su estiramiento excesivo o en su rotura total o parcial. Representa el 50% de las lesiones ligamentosas de rodilla, de las cuales, el 75% se produce durante actividades deportivas. En la mayoría de los casos es necesario tratamiento quirúrgico, especialmente en sujetos activos.

Justificación del trabajo: Según los últimos estudios, existe una creciente evidencia que sugiere que la restauración del rango de movimiento y la resolución de los déficits de fuerza en pacientes con el LCA roto puede tener efectos beneficiosos en los resultados funcionales post-quirúrgicos.

Objetivo: Realizar mediante una revisión bibliográfica una valoración de la eficacia e importancia de un programa controlado de fisioterapia y rehabilitación previo a la reconstrucción del LCA.

Metodología: La revisión bibliográfica se ha desarrollado en distintas bases de datos: PUBMED, PEDro, OVID MEDLINE, SciVerse Scopus, ProQuest, WorldCat y Scholar Google. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda han sido: *anterior cruciate ligament, rehabilitation, exercises, physiotherapy, prevention, reconstruction, ACL injury/rupture y conservative treatment.*

Resultados: Se han obtenido un total de 123 artículos de los cuales 58 estaban duplicados, quedando 65 válidos para realizar el trabajo. Hemos clasificado los aspectos a valorar por bloques no habiendo encontrado ninguna contraindicación con respecto a la rehabilitación preoperatoria.

Conclusiones: Los programas de tratamiento con ejercicios progresivos son bien tolerados y deben incorporarse después de la lesión del ligamento, ya sea para mejorar la función de la rodilla antes de la reconstrucción o como un primer paso en el tratamiento no quirúrgico. Además está demostrada la necesidad de alcanzar unas características del estado de la rodilla previas a la intervención que permitan el óptimo resultado de la rehabilitación postoperatoria.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La Articulación de la rodilla

1.1.1. Anatomía de la rodilla

La rodilla es una articulación en cuyo funcionamiento intervienen:

- a) Huesos: el fémur, la tibia y la rótula, que forman a su vez dos articulaciones: la femorotibial y la femoropatelar.
- b) Músculos: el cuádriceps que es el músculo principal y el de mayor volumen, formado a su vez por 4 vientres musculares, el músculo poplíteo y los isquiotibiales que son principalmente el bíceps femoral, el semitendinoso y el semimenbranoso.
- c) Meniscos: interno y externo.
- d) Ligamentos: el ligamento cruzado anterior (LCA), el cruzado posterior, el ligamento lateral interno y el lateral externo (Figura 1). Son los que proporcionan la estabilidad de la rodilla.

Es una articulación de bisagra que permite los movimientos de flexión y extensión pero permite también cierto grado de rotación¹.

1.1.2. Función del ligamento cruzado anterior

El LCA es una estructura intra-articular de la rodilla, formada por 3 haces que se enrollan sobre sí mismos y con una disposición pósterio-anterior. Se origina en el cóndilo femoral externo y se inserta a nivel antero-medial en la espina inter-tibial medial².

Su función principal es limitar la traslación anterior de la tibia respecto al fémur, pero también contribuye a la estabilización en varo o valgo excesivo, limita la hiperextensión y es un importante sistema secundario de retención a la rotación interna, en particular cuando la articulación se encuentra casi en extensión completa³. Se trata, además, de un verdadero órgano propioceptivo, ya que forma un arco reflejo directo con los músculos isquiotibiales^{2,4}.

1.2. La lesión del ligamento cruzado anterior

La lesión del ligamento cruzado anterior consiste en un estiramiento excesivo o su rotura total o parcial.

1.2.1. Epidemiología

Esta lesión afecta aproximadamente entre 80.000 y 250.000 personas en los Estados Unidos cada año^{5,6} y se ha calculado que la incidencia es de 1/3.000 en la población general de ese país. En España, la incidencia es algo más baja, aproximadamente 3/10.000 habitantes y año⁷, y prácticamente dos tercios de estas lesiones del LCA tienen un origen deportivo, afectando a una población joven y activa.

En una encuesta efectuada en España, en 2001, se estimaron 16.821 intervenciones de LCA cada año, pero hay que tener en cuenta otras roturas que se tratan de forma conservadora sin necesidad de recurrir a la cirugía. Cerca de 100.000 reconstrucciones de LCA se realizan al año en los Estados Unidos, siendo el sexto procedimiento ortopédico más común^{5,8}. La tasa de reconstrucción en todo el mundo es de más de 200.000 por año, según Meuffels et al⁶.

Se trata de un verdadero problema de salud pues se estima que, sólo en los Estados Unidos, se dedican anualmente a la cirugía y rehabilitación del LCA más de 1,7 millones de dólares^{1,8}.

1.2.2. Mecanismos de lesión

La rotura de este ligamento es la lesión más frecuente de la rodilla relacionada con el deporte. Los mecanismos que la provocan pueden dividirse prácticamente en 2 categorías:

- a) *Lesiones por contacto*, provocadas por una fuerza aplicada a:
- La rodilla en extensión o hiperextensión cuando llega una fuerza (directa o indirecta) con una posibilidad de inestabilidad lateral.

- La rodilla en hiperextensión al llegar una fuerza violenta en flexión con rotación interna de la tibia.

- Y a la rodilla flexionada a 90° impactando una fuerza posterior.

b) *Lesiones sin contacto*, en este caso son fuerzas aplicadas indirectamente a la rodilla por cizallamiento durante un cambio de dirección:

- El mecanismo más frecuente es la rotación del fémur sobre una tibia fija (pie apoyado) durante un movimiento de valgo excesivo o forzado (pivote)

- También es común en la hiperextensión de la rodilla, aislada o en combinación con rotación interna de la tibia (Figura 2).

- Últimamente se han observado lesiones del LCA durante una flexión forzada de rodilla, por lo que puede considerarse un tercer mecanismo lesional.

La incidencia de las lesiones del LCA sin contacto es mayor en los deportes que requieren actividades multidireccionales, como la desaceleración rápida, giros, paradas o el aterrizaje de saltos, como constataron en un estudio Darrow et al⁵.

1.2.3. Clínica. Limitaciones funcionales

Inmediatamente después de la rotura del LCA, el paciente describe en ocasiones, haber sentido o escuchado un chasquido en la rodilla en el momento de la lesión. También suele referir dolor en la parte exterior y posterior de la rodilla. La inflamación suele aparecer en las primeras horas, señal del sangrado interno de la articulación².

Tiene secuelas como la inestabilidad o fallo de la rodilla (debido a la subluxación antero-externa de la tibia en hiperflexión) y regularmente hay episodios de derrame sinovial seguido de dolores residuales, limitación del movimiento de la rodilla (por causa del dolor, de la inflamación o ambos), déficit de la fuerza del cuádriceps, disfunción neuromuscular, adaptaciones negativas de la biomecánica y alteraciones en la marcha^{2,6}.

La lesión del LCA tiene además lesiones asociadas que pueden afectar a los meniscos, a la cápsula, al resto de ligamentos o al cartílago. El tipo y la gravedad de estas lesiones, depende del mecanismo inicial de rotura del

ligamento (tipo de movimiento o a la dirección de la fuerza aplicada durante el accidente). El riesgo de daño osteocondral está especialmente presente si el mecanismo de la lesión implica un alto componente de carga de compresión, como por ejemplo en el aterrizaje de un salto⁹.

El desarrollo de osteocondritis de la rodilla, así como las otras lesiones intraarticulares, pueden conducir con el tiempo, a una gonartrosis^{6,7}. Estas alteraciones suelen persistir después de la reconstrucción del LCA y no hay evidencias de que la reconstrucción sea la forma de evitar la degeneración¹⁰.

1.2.4. Tratamiento

Existen dos alternativas de recuperación de la lesión del LCA, un tratamiento quirúrgico y una opción conservadora. Los pacientes con rotura del LCA deben ser informados de que la reconstrucción quirúrgica no es la única manera de volver a las actividades deportivas. Este objetivo se puede conseguir también con una rehabilitación neuromuscular correcta, cuando la actividad deportiva no implique competición o se pueda modificar para evitar los deportes de contacto⁹.

Cualquiera que sea el tratamiento escogido, quirúrgico o conservador, la cinemática normal de la rodilla no se restaura totalmente y el riesgo de lesiones y la aparición de osteoartritis en la rodilla sigue siendo alta⁹.

El nivel de actividad del paciente es el predictor más importante que orienta sobre la necesidad de realizar una reconstrucción del LCA⁶, pero depende también de otros factores como el grado de la lesión, la presencia de lesiones asociadas, la edad del paciente, su ocupación, la participación deportiva, la frecuencia y gravedad de los episodios de inestabilidad y el compromiso con la rehabilitación posoperatoria.

A los deportistas y los pacientes que practican deportes pivotantes, se les aconseja la operación con la expectativa de recuperar la función normal de la rodilla y un exitoso regreso a sus niveles previos de actividad^{5,6,14}. Pero se les debe informar, que pese a la eficacia de la intervención, la continuidad en la práctica de deportes de alto riesgo o trabajos pesados para la rodilla, aumenta

el riesgo de daño del cartílago, el de los meniscos y el del ligamento cruzado reconstruido, lo que podría desembocar en una nueva ruptura, la necesidad de cirugía secundaria, o la instauración de una osteoartritis de rodilla¹⁰.

El momento de la intervención quirúrgica es también una cuestión importante y debe realizarse cuando la función de la rodilla ha sido optimizada, habiéndose calmado la reacción sinovial y el proceso inflamatorio⁶. El paciente con una reconstrucción diferida entre 6 semanas y 3 meses después de la lesión puede reanudar su actividad física antes y con una mayor posibilidad de obtener mejores resultados en la actividad que un paciente con una reconstrucción tardía (más de 3 meses después del traumatismo)⁶.

1.3. Justificación

Mi experiencia clínica y la lectura de literatura científica relacionada con el tratamiento de fisioterapia y rehabilitación en la rotura del LCA han justificado este trabajo de revisión bibliográfica. La mayoría de los artículos que se publican abordan el tema de la recuperación sólo desde el punto de vista postoperatorio. Con este estudio se pretende evidenciar que un tratamiento previo en el que se trabaje la restauración del rango de movimiento, la resolución de los déficits de fuerza y las alteraciones de la marcha de los pacientes con el LCA roto, tiene efectos beneficiosos en los resultados funcionales postquirúrgicos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo principal

Realizar mediante una revisión bibliográfica una valoración de la necesidad, eficacia e importancia de la recuperación de ciertos parámetros alterados en la rodilla, como consecuencia de la rotura del LCA, antes de que el paciente se someta a su reconstrucción quirúrgica y posterior tratamiento.

1.4.2. Objetivo secundario

Planteamiento de un programa controlado de fisioterapia y rehabilitación previo a la reconstrucción del LCA, con la progresión de los ejercicios a realizar dependiendo de la fase en la que se encuentre el paciente.

2. METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2012. La estrategia de búsqueda se fundamentó en el objetivo planteado para el trabajo: valorar la eficacia del tratamiento de fisioterapia en la rotura del LCA previo a su reconstrucción.

Se analizó el tema para extraer los conceptos principales (efectos de los ejercicios de rehabilitación antes de la reconstrucción) y con diferentes combinaciones de términos relacionadas delimitamos la búsqueda en los recursos electrónicos. Utilizamos bases de datos como PUBMED, PEDro, MEDLINE, SciVerse Scopus, ProQuest, WorldCat y Scholar Google.

Las palabras clave o secuencia de palabras utilizadas en la búsqueda fueron términos Mesh con distintas combinaciones: *anterior cruciate ligament (ligamento cruzado anterior)*, *ACL (LCA)*, *exercises (ejercicios)*, *rehabilitation (rehabilitación)*, *physical therapy specialty, physiotherapy (fisioterapia)*, *injury (lesión)*, *prevention (prevención)*, *rupture (rotura)*, *conservative treatment (tratamiento conservador)* y *reconstruction (reconstrucción)*.

Para concretar más la búsqueda se marcaron las siguientes limitaciones en aquellas bases de datos donde los resultados eran demasiado amplios:

- Humanos de cualquier sexo y edad.
- Fecha: estudios publicados entre el año 2008 y 2012.

Toda la estrategia de búsqueda (relación entre las distintas palabras y límites si ha sido necesario), queda reflejada en la tabla 1 de la sección TABLAS.

3. RESULTADOS

Se han localizado un total de 123 documentos, de los cuales 58 estaban duplicados y han sido eliminados, reduciéndose el resultado a 65 artículos válidos para la consulta (Tabla 2). Algunos de los artículos no se encontraron directamente en las cajas de búsqueda si no que se introdujo el título a posteriori por su interés expreso, al ser mencionado en varios de los artículos conseguidos y resultar interesante para la realización del trabajo.

Los artículos se examinaron individualmente y se fueron descartando o seleccionando según su relación con el tema. No sólo los artículos mencionados en la bibliografía han sido utilizados para el resultado final.

Con la información obtenida en los documentos seleccionados se han desarrollado bloques que especifican las ventajas obtenidas con el trabajo de fisioterapia para el funcionamiento correcto de la rodilla tras la rotura del LCA y antes de la intervención (Tabla 3). Basándose en la misma información se ha propuesto también un programa de fisioterapia previo, con las pautas a seguir y las recomendaciones de progresión de los ejercicios a realizar, en dependencia de la fase de evolución en la que se encuentre el paciente.

No se ha encontrado ningún autor que informe sobre el perjuicio de la realización de estos ejercicios antes de la reconstrucción.

4. DISCUSIÓN

El objetivo común de la rehabilitación pre y/o post quirúrgica es buscar el mejor nivel funcional para el paciente, evitando el riesgo de una nueva lesión. Esto se consigue eliminando la inestabilidad, restaurando la movilidad, recuperando la fuerza y alcanzando e incluso mejorando las capacidades físicas previas a la lesión².

Son diversos los artículos que especifican las condiciones previas en las que debe estar la rodilla antes de la reconstrucción quirúrgica^{6,10-14}. Tras la rotura del LCA, han sido identificadas deficiencias obvias en la cinemática tibiofemoral. Así, se ha verificado la debilidad del cuádriceps y se han observado alteraciones aberrantes de las estrategias neuromusculares de la rodilla, además de la modificación de la biomecánica y de los patrones de movimiento¹³. La lesión del LCA determina también modificaciones nerviosas, como son la disminución de la propiocepción y la cinestesia además de la alteración del reclutamiento muscular (cuádriceps e isquiotibiales)¹².

Teniendo en cuenta que, a causa de la inflamación y la inmovilización, el cuádriceps puede perder hasta el 30% de su fuerza muscular en los primeros 7 días, es fundamental que en esta fase se minimice la pérdida de fuerza y de masa muscular y se recupere completamente la movilidad de la rodilla. Con ello se consigue que el paciente acceda en las mejores condiciones físicas y funcionales a las primeras fases del programa de rehabilitación en el tratamiento no quirúrgico/conservador, en la fase de rehabilitación preoperatoria (si se realiza) o a las fases de consolidación tras el tratamiento quirúrgico¹².

Hay estudios^{6,11} que afirman que una limitación de la extensión puede tener un efecto negativo en el resultado. Es decir, una reconstrucción del LCA debe realizarse sólo cuando la extensión de la rodilla es completa y la reacción sinovial es mínima. El déficit de fuerza muscular de la pierna lesionada debe ser tratado para asegurar los efectos beneficiosos en los resultados funcionales post-quirúrgicos^{6,10,13}.

4.1. Respeto a la movilidad y la marcha

Mauro et al.¹¹ han subrayado la importancia de lograr un arco completo de extensión de rodilla previo a la intervención con el fin de optimizar el postoperatorio y afirman que la cirugía precoz respecto al momento de producción de la lesión se asocia con la pérdida de extensión postquirúrgica^{3,10}.

Otros autores¹⁴ que tratan el tema desde una reconstrucción combinada del LCA y de los ligamentos laterales, confirman que se obtienen mejores resultados post quirúrgicos cuando la intervención se retrasa hasta que el rango de movilidad de la rodilla haya sido recuperado completamente.

Aquellas personas que tienen dificultades para realizar las actividades diarias pasado el momento agudo de la lesión, son especialmente los que sufren modificaciones aberrantes en los patrones de la marcha¹¹. Se diferencian dos patrones de marcha en los pacientes con una rotura del LCA, los que realizan la llamada “estrategia de la cadera”, aumentando la extensión de la cadera y disminuyendo la extensión de la rodilla para mantener una cinemática normal, y los que emplean la denominada “estrategia de la rodilla”, realizando una marcha con la rodilla en flexión⁷.

Estudios cinemáticos de la marcha han demostrado que la mejoría de la fuerza de contracción del cuádriceps se correlaciona con una buena evolución después de la reconstrucción del LCA³.

Hartigan et al.¹⁵ han evaluado los efectos de un programa especializado de entrenamiento neuromuscular pre-operatorio respecto a las características de la marcha. Seis meses después de la cirugía, mientras que todos los pacientes habían alcanzado suficiente amplitud de movimiento y simetría en la fuerza muscular, sólo los que recibieron el entrenamiento neuromuscular previo mantenían el movimiento simétrico de las rodillas durante la marcha.

Las asimetrías del movimiento son también predictivas de segundas lesiones y pueden tener graves consecuencias. Después de la reconstrucción

del LCA, el riesgo de una segunda lesión es el 17% en pacientes menores de 18 años ¹¹ y del 22% para el resto¹, situándose el vértice del riesgo dentro de los 7 meses después de la cirugía. El riesgo de sufrir una lesión del LCA contralateral es del 9%¹.

Los beneficios de la restauración de la cinemática y la cinética de la marcha normales han sido descritos ampliamente en la literatura^{3,7,11,15}. Sin embargo, la resolución de las asimetrías al andar, no es el único factor que influye en la recuperación funcional completa de la rodilla, como se describe en los siguientes apartados ¹⁶.

4.2 Respecto a la fuerza y flexibilidad muscular

Los patrones de la actividad muscular están alterados después de la lesión del LCA. El cuádriceps es el encargado del momento extensor de la postura y su debilidad provoca alteraciones en la biomecánica de la rodilla y en la marcha¹⁶.

La estabilidad de la rodilla depende en gran medida del fortalecimiento muscular de cuádriceps y de isquiotibiales. Eitzen¹³ demostró que el déficit de la fuerza de más del 20% en el conjunto de estos músculos en comparación con el lado no lesionado puede afectar desfavorablemente al resultado de la operación.

Los músculos isquiotibiales ayudan en la disminución del deslizamiento anterior de la tibia respecto al fémur y en la reducción de la hiperextensión de la rodilla^{1,16}. La contracción de estos músculos disminuye las tensiones que sufre el LCA a partir de los 60° de flexión de rodilla y su potenciación contribuye a la normalización de la marcha y en múltiples gestos de la actividad deportiva. Pero una disminución de la flexibilidad de los isquiotibiales provoca un aumento en las fuerzas de compresión tibio-femoral susceptible de provocar la rotura del ligamento¹⁷.

Es importante entonces, encontrar un equilibrio entre la fuerza y la flexibilidad, porque los músculos tienen que ser lo suficientemente fuertes como

para limitar las tensiones del LCA, pero también lo suficientemente flexibles para que cuando se contraigan no haya un aumento excesivo de la presión en el ligamento.

En este sentido, el cuádriceps no se considera un músculo positivo, pues su contracción en rangos de flexión de 0-75 grados, provoca la traslación anterior de la tibia sobre el fémur. Un exceso de fuerza en la contracción del cuádriceps pone la rodilla en extensión extrema y puede contribuir a un aumento de la carga de tracción del LCA¹⁷ y a su posible lesión.

Pero la fuerza del cuádriceps contrarresta la de los isquiotibiales con el fin de disminuir el estrés y la compresión del ligamento. Por tanto, es crucial, mantener la relación adecuada de resistencia y el equilibrio entre las fuerzas de contracción de los músculos isquiotibiales y el cuádriceps¹. Este desequilibrio entre los músculos antagonistas, puede convertir la rodilla en inestable y aumentar su laxitud¹⁵. Si la diferencia en la relación de resistencia entre el cuádriceps y los isquiotibiales es del 60%, el LCA es más susceptible a las lesiones¹.

Diversos estudios^{1,8,10,13,15,18} prueban que la rehabilitación mediante el ejercicio, (incluyendo el entrenamiento de la fuerza y la flexibilidad) antes de la cirugía, puede dar lugar a mejores resultados funcionales después de la reconstrucción de la rodilla.

4.3. Respecto a la resistencia

La mayor incidencia de lesiones del LCA se produce durante la última parte de las actividades deportivas, lo que puede ser debido a una pérdida de control neuromuscular por agotamiento. Por lo tanto, la resistencia muscular es también un componente a valorar en la recuperación de estas lesiones, ya que los resultados de las investigaciones han demostrado que la fatiga muscular es un factor de riesgo para las lesiones del LCA sin contacto⁸ y la resolución de sus deficiencias una ventaja añadida en la recuperación total de la rodilla.

Los programas de resistencia se deben adaptar al tipo de deporte que se practique, incluyendo ejercicios de velocidad y potencia, de fuerza explosiva o ejercicios pliométricos. Además, hay evidencias que sugieren, que estos ejercicios aumentarán la fuerza muscular y el rendimiento deportivo, dando lugar a beneficios en las adaptaciones neuromusculares^{15,18}.

4.4. Respecto al control neuromuscular y la propiocepción

Pero la lesión del LCA no sólo provoca la inestabilidad mecánica sino que también produce un déficit funcional, disminuyendo el control neuromuscular, la propiocepción y el equilibrio de la articulación de la rodilla⁴. Esta recuperación funcional es a menudo incompleta, incluso después de la reconstrucción, ya que algunos pacientes con una reparación clínicamente satisfactoria y una buena tensión del ligamento siguen quejándose de una sensación de inestabilidad, a pesar de no observarse la subluxación de la rodilla en las pruebas clínicas¹⁹.

El entrenamiento neuromuscular se refiere al proceso de restauración del control neuromuscular después de la lesión de una articulación¹⁰. Es un tipo de terapia física utilizada para mitigar los déficits en el patrón de movimiento, recuperar la función y minimizar trastornos relacionados con el derrame articular, la pérdida de recorrido, de fuerza y de estabilidad después de la lesión del LCA. En este proceso se mejora la cinemática de la articulación, la actividad muscular anticipatoria y reactiva y se ayuda a prevenir el desarrollo de osteoartritis¹³.

La eficacia de estos modelos de tratamientos neuromusculares⁹, se ha valorado respecto a la prevención de lesiones, la mejora del rendimiento deportivo y la rehabilitación después de una lesión o de la cirugía. Las actuales guías de fisioterapia aconsejan complementar el entrenamiento de la fuerza muscular tradicional con un entrenamiento neuromuscular¹⁰.

El objetivo de las actividades de control neuromuscular es integrar las sensaciones periféricas relacionadas con la posición articular, para mejorar la

función y la restauración de los patrones normales y movimientos simétricos¹⁵. Esto se consigue con el entrenamiento conjunto de la propiocepción, los ejercicios excéntricos y los ejercicios pliométricos.

Es pues, de vital importancia la recuperación de la propiocepción tanto antes como después de la intervención. De hecho se sabe que el trabajo con ejercicios propioceptivos provoca la activación simultánea de varios músculos, mejorando así la coordinación entre ellos. Esto agiliza la recuperación funcional después de cualquier lesión, mejora la fuerza base, el déficit de estabilidad, el sentido de la posición articular, y anticipa el retorno a la actividad completa^{4,6,18,19}.

Por otro lado, se ha demostrado también, que el uso de rodilleras elásticas en la fase preoperatoria mejora la propiocepción y ayuda a aumentar el control postural a un nivel similar al de la pierna no lesionada⁴, lo que también es beneficioso para el paciente durante este periodo previo a la restauración del LCA.

4.5. Propuesta de un programa de ejercicios y fisioterapia

En función de los artículos revisados y de los aspectos analizados en los apartados anteriores, sería recomendable establecer un protocolo de actuación antes de la intervención del LCA.

Según Eitzen et al.¹⁸ la instauración de un programa de ejercicios progresivos en las primeras etapas después de la lesión del LCA mejora significativamente la función de la rodilla antes de la toma de decisiones para la cirugía reconstructiva o del tratamiento no quirúrgico. En su estudio, el cumplimiento y la tolerancia para el programa fue muy alta, con pocos efectos adversos (3,9%). Hay además otros artículos^{2,6,15}, que especifican un plan de rehabilitación prequirúrgica, pautas sobre los ejercicios a realizar, el orden de progresión y la importancia de su cumplimiento, teniendo todos los protocolos características similares.

Podríamos entonces, dividir el tratamiento de fisioterapia en tres fases:

En la fase 1 el objetivo es antiinflamatorio y analgésico pretendiendo eliminar el dolor y el derrame articular (hielo, AINES y pierna en alto)^{12,13,18}. Se puede emplear también electroterapia analgésica de baja y media frecuencia (TENS, TRÄBERT, MEGAA) y otras medidas favorecedoras de la reabsorción del edema como el masaje evacuativo. En esta fase se pretende también restaurar progresivamente el rango completo de movimiento respetando la regla de “no dolor” (Imagen 1 y 2).

En la 2ª fase la rehabilitación pretende recuperar la fuerza muscular y las respuestas neuromusculares adecuadas^{6,13,15,18}, realizando ejercicios de fuerza muscular, electroestimulación (Imagen 3), pliométricos, y otros ejercicios neuromusculares. Se pueden realizar entre de 2 y 4 sesiones a la semana, empezando con ejercicios isométricos (en los que no hay cambio de longitud en el músculo; Imágenes 4 y 5) y ejercicios de cadena cinética cerrada (C.C.C., donde la pierna apoya en una superficie fija para hacer los ejercicios), ya que pueden ser incorporados tempranamente en el programa de rehabilitación para fortalecer a los cuádriceps debido a la reducción de la tensión sobre el LCA (subir escalones; Imagen 7, entrenamiento de fuerza con prensa de piernas e ir aumentando la carga; Imagen 6...). Progresivamente se realizan ejercicios isocinéticos concéntricos en cadena cinética abierta (C.C.A., ejercicios de contracción muscular con recorrido y sin apoyo del pie en superficie fija; Imágenes 8, 9 y 10) con una resistencia máxima en 3 ó 4 series, de 6 a 8 repeticiones. Se incrementa la carga añadiendo 2 repeticiones adicionales por sesión y el tipo de ejercicios se modifica a excéntricos (donde la resistencia ejercida vence a la contracción muscular realizada).

Además del entrenamiento progresivo de fuerza, se incluyen ejercicios pliométricos para la mejora del rendimiento neuromuscular y de la resistencia. Se realizan a través de las variaciones de saltos de una sola pierna y ejercicios que se centran en el mantenimiento de la posición con aterrizajes suaves evitando los aterrizajes perjudiciales.

Otros desafíos neuromusculares, se realizan a través de ejercicios de equilibrio y propioceptivos¹⁸. Estos ejercicios aplicados a la rodilla, se desarrollan estando el paciente en decúbito supino con ejercicios de puente (Imagen 11) y la dificultad se puede ir aumentando con la ampliación del tiempo, añadiendo una superficie inestable o con la adición de movimientos dinámicos (por ejemplo, el puente con apoyo de una sola pierna y movimientos de flexión y extensión de la pierna que no soporta el peso). Posteriormente se realizan en bipedestación, sobre una sola pierna en una superficie firme con los ojos abiertos.

En la fase 3ª, los ejercicios propioceptivos y de equilibrio incluyen que las fuerzas y los movimientos que se aplican en la extremidad lesionada trabajen en múltiples superficies y direcciones pero siempre en un entorno controlado. La complejidad respecto a la fase anterior se puede aumentar con medios, como el cambio a una superficie inestable (apoyos de espuma o tableros de bamboleo; Imagen 12), la adición de las perturbaciones (coger una pelota estando sobre una superficie inestable; Imagen 13, hacer dibujos en el aire con la pierna sana, saltos en planos inestables...), o que el paciente cierre los ojos o aumente el tiempo de los ejercicios⁸.

Se completa en esta última fase la reeducación completa del mecanismo de la marcha (Imagen 14).

Cada sesión de entrenamiento va aumentando a no más de 75 minutos, incluyendo a partir de la 2ª fase unos 10 – 15 minutos de calentamiento en la bicicleta estática, la cinta de correr, o un andador de elipse¹⁸.

Podemos ver algunos ejemplos de la realización de estos ejercicios en el apartado 8: Imágenes.

5. CONCLUSIONES

A la vista de la revisión realizada, queda confirmada la necesidad de la instauración completa del arco de movimiento de la rodilla, así como la importancia de recuperar la fuerza muscular, que se ha visto afectada y disminuida por causa de la lesión, antes de la reconstrucción del ligamento.

Es importante además, el trabajo de la propiocepción, la resistencia y flexibilidad de la musculatura, los ejercicios pliométricos, una rehabilitación neuromuscular y la restauración de los patrones de la marcha, influyendo todos estos factores en el resultado de la estabilidad post-quirúrgica de la rodilla.

Los estudios revisados revelan que al implementar un programa de ejercicios antes de la cirugía, se observa una rehabilitación más rápida y más eficiente en cuanto al tiempo y la fuerza, para que los pacientes logren regresar a sus actividades diarias sin provocar lesiones futuras o crónicas.

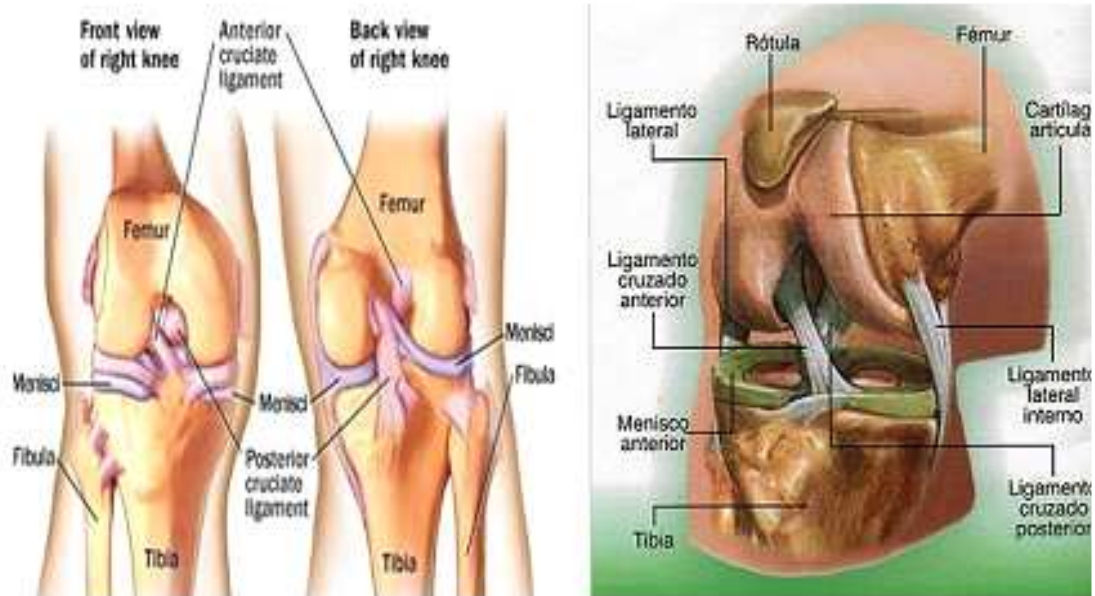
La propuesta de tratamiento de rehabilitación, que incluye el trabajo de la fuerza, la agilidad y el entrenamiento neuromuscular ha demostrado ser eficaz para la mayoría de los casos, habiendo encontrado un porcentaje muy pequeño de pacientes que no lo toleraban.

No hemos encontrado ningún estudio que hable de las contraindicaciones, ni efectos adversos de la fisioterapia previa a la intervención.

A pesar del análisis de los artículos fruto de esta revisión y desde el punto de vista de mi experiencia profesional, este tipo de fisioterapia no es muy demandada por los especialistas antes de realizar la reconstrucción del LCA. En la actualidad, la mayoría del trabajo de rehabilitación se centra en los protocolos post-quirúrgicos. Queda abierta la puerta para profundizar con otro tipo de estudios de investigación clínica sobre el tema para poder modificar, si se considera beneficioso, las tendencias de tratamiento actuales.

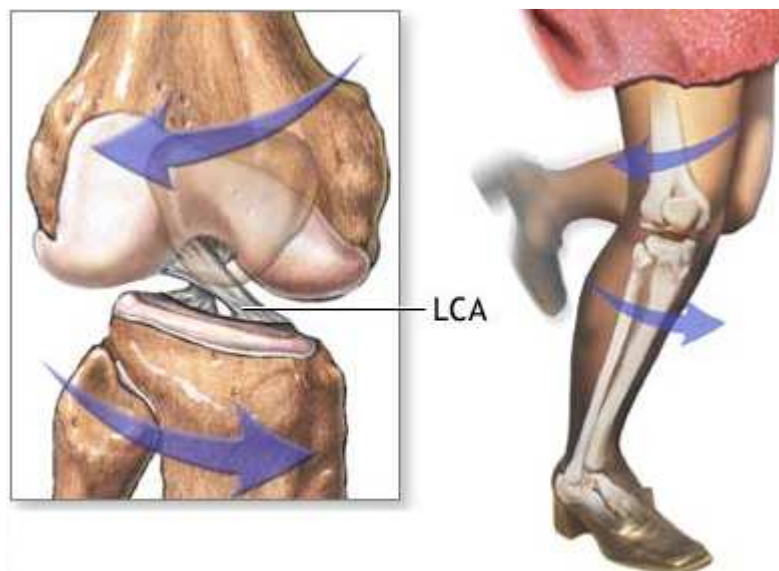
6. FIGURAS

Figura 1. Estructura de la rodilla



Fuentes: <http://www.efdeportes.com/efd148/rehabilitacion-en-el-ligamento-cruzado-anterior.htm>. Consultado el (20/1/ 2013).
<http://cto-am.com/rodilla.htm>. Consultado el (15/2/2013).

Figura 2. Mecanismo de lesión



Fuente: <http://gabodanzapilates.blogspot.com.es/2010/12/lesion-del-ligamento-cruzado-anterior.html>. Consultado el (9/1/2013)

7. TABLAS

TABLA 1. Resultado de la búsqueda en las diferentes bases de datos. (Varias páginas).

BASES DE DATOS	CAJA DE BÚSQUEDA	RESULTADOS OBTENIDOS	RESULTADOS VÁLIDOS
PUBMED	"Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] AND "Knee Injuries"[Mesh] AND ("last 5 years"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	798	9
	"Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] AND "physical therapy speciality" [Mesh]	6	0
	"Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] AND "rehabilitation" [Mesh] AND ("last 5 years"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	416	4
	"Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] AND "exercises" [Mesh] AND ("last 5 years"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	70	1
	"Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] AND "conservative treatment" [Mesh] AND ("last 5 years"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	82	4
	"Anterior Cruciate Ligament"[Mesh] NOT "acl reconstruction"[All Fields] AND "rehabilitation"[All Fields] AND ("last 5 years"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms])	219	6
OID MEDLINE	ACL INJURY and exercises {Incluyendo términos relacionados} Límite 5 años anteriores	178	8
	anterior cruciate ligament rehabilitation {Incluyendo términos relacionados} limit 2 to yr="2008"	529	4
	acl AND effects physiotherapy {Incluyendo términos relacionados} limit 5 to (english language and humans and yr="2008")	382	1
PED ro	Anterior cruciate ligament injury	59	9
ProQuest	Anterior cruciate ligament prevention Limit to 2012	19	2
	Anterior cruciate ligament injuries and rehabilitation Limit to 2011	98	1
	Anterior cruciate ligament injuries and rehabilitation límite año 2012	140	5

TABLA 1. Resultado de la búsqueda en las diferentes bases de datos.
(Continuación).

BASES DE DATOS	CAJA DE BÚSQUEDA	RESULTADOS OBTENIDOS	RESULTADOS VÁLIDOS
Google académico	ejercicios en la lesión del LCA desde 2008	521	5
	fisioterapia en la rotura del ligamento cruzado anterior desde 2008	426	3
	LCA rehabilitación desde 2008	957	4
	ligamento cruzado anterior ejercicios de fisioterapia desde 2008	374	7
WORLD CAT	anterior cruciate ligament and rehabilitation. Límites ingles año 2012	80	3
	'rehabilitation acl' > 'Inglés (eng)' > '2012'	71	5
	'rehabilitation acl' > 'Inglés (eng)' > '2011'	63	3
	'rehabilitation anterior cruciate ligament injury' > 'Inglés (eng)' > '2011'	57	3
	'exercises acl injury' > '2011'	27	2
	'exercises acl injury' > '2010'	38	2
	'anterior cruciate ligament injury' > 'Inglés (eng)' > '2012'	295	12
Sciverse Scopus	Your query: TITLE-ABS-KEY(injury anterior cruciate ligament AND rehabilitation) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011)) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, "HEAL")) AND(LIMIT-TO(LANGUAGE, "English"))	71	0
	TITLE-ABS-KEY(injury AND anterior cruciate ligament AND rehabilitation not reconstruction) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English"))	47	4
	Your query: TITLE-ABS-KEY(injury anterior cruciate ligament AND effects) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2012) OR LIMIT-TO(PUBYEAR, 2011)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English"))	252	0
	Your query: TITLE-ABS-KEY(anterior cruciate ligament AND rehabilitation) AND PUBYEAR > 2007 AND (LIMIT-TO(DOCTYPE, "re"))	96	1
	TITLE-ABS-KEY(acl rupture AND exercises) AND DOCTYPE(re) AND PUBYEAR > 2007	6	1

TABLA 1. Resultado de la búsqueda en las diferentes bases de datos.
(Continuación).

BASES DE DATOS	CAJA DE BÚSQUEDA	RESULTADOS OBTENIDOS	RESULTADOS VÁLIDOS
Sciverse Scopus	Your query: TITLE-ABS-KEY-AUTH(acl prevention) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English"))	54	3
	Your query: TITLE-ABS-KEY-AUTH(rehabilitation anterior cruciate ligament injuries) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2012)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English"))	92	8
	Your query: TITLE-ABS-KEY-AUTH((rehabilitation anterior cruciate ligament injuries)) AND (LIMIT-TO(PUBYEAR, 2009)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, "English"))	61	2

TABLA 2. Resultado de todos los títulos de los artículos conseguidos en la búsqueda realizada. (Varias páginas).

6	1. Meuffels DE et al. Guideline on anterior cruciate ligament injury. Acta Orthop. 2012;83:379-86.
	2. Vavken P, Murray MM. The potential for primary repair of the ACL. Sports Med Arthrosc. 2011;19:44-9.
	3. Løken S, Årøen A, Engebretsen L. Overtreatment of cruciate ligament injuries. Acta Orthop. 2011;82:122-3.
	4. Streich NA, Zimmermann D, Bode G, Schmitt H. Reconstructive versus non-reconstructive treatment of anterior cruciate ligament insufficiency. A retrospective matched-pair long-term follow-up. Int Orthop. 2011;35:607-13
18	5. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40:705-21.
	6. Trulsson A, Roos EM, Ageberg E, Garwicz M. Relationships between postural orientation and self reported function, hop performance and muscle power in subjects with anterior cruciate ligament injury. BMC Musculoskelet Disord. 2010;11:143.
	7. Hart JM, Pietrosimone B, Hertel J, Ingersoll CD. Quadriceps activation following knee injuries: a systematic review. J Athl Train. 2010;45:87-97.
	8. Shimokochi Y, Shultz SJ. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. J Athl Train. 2008;43:396-408.
	9. Farshad M, Gerber C, Meyer DC, Schwab A, Blank PR, Szucs T. Reconstruction versus conservative treatment after rupture of the anterior cruciate ligament: cost effectiveness analysis. BMC Health Serv Res. 2011;11:317.
	10. Linko E, Harilainen A, Malmivaara A, Seitsalo S. Surgical versus conservative interventions for anterior cruciate ligament ruptures in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2005;18;(2).
	11. Escamilla RF, Macleod TD, Wilk KE, Paulos L, Andrews JR. Cruciate ligament loading during common knee rehabilitation exercises. Proc Inst Mech Eng H. 2012;226:670-80.
	12. Frobell RB, Ranstam J, Lohmander LS. More on treatment for acute anterior cruciate ligament tears. N Engl J Med. 2012;367:279.
15	13. Hartigan, E. H., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. Perturbation training prior to ACL reconstruction improves gait asymmetries in non copers. J Orthop Res. 2009;27:724-729.
4	14. Palm HG, Brattinger F, Stegmüller B, Achatz G, Riesner HJ, Friemert B. Effects of knee bracing on postural control after anterior cruciate ligament rupture. The Knee. 2012;19:664-671.
	15. Neuman P, Kostogiannis I, Fridén T, Roos H, Dahlberg LE, Englund M. Knee laxity after complete anterior cruciate ligament tear: a prospective study over 15 years. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2012;2:156-63.
	16. Løgerstedt D, Lynch A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Pre-operative quadriceps strength predicts IKDC2000 scores 6months after anterior cruciate ligament reconstruction The Knee. 2012. [Internet]. http://www.thekneejournal.com/article/S0968-0160(12)00135-4/abstract
	17. Lebon F, Guillot A, Collet C. Increased Muscle Activation Following Motor Imagery During the Rehabilitation of the Anterior Cruciate Ligament. Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2012;37:45-51.
3	18. Di Stasi SL; L Snyder-Mackler. The effects of neuromuscular training on the gait patterns of ACL-deficient men and women. Clinical biomechanics (Bristol, Avon) 2012;27:360-5.

El número de la izquierda indica que el artículo ha sido seleccionado para incluir en la bibliografía y la posición que ocupa en la misma por orden de aparición en el texto.

TABLA 2. Resultado de todos los títulos de los artículos conseguidos en la búsqueda realizada. (Continuación).

	19. Lobb R, Tumilty S, Claydon LS. A review of systematic reviews on anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. <i>Physical Therapy in Sport</i> . 2012;13:270-278.
	20. Konishi Y, Oda T, Tsukazaki S, Kinugasa R, Hirose N, Fukubayashi T. Relationship between quadriceps femoris muscle volume and muscle torque after anterior cruciate ligament rupture. <i>Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy</i> . 2011;19: 641-645
19	21. Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. <i>Indian J Orthop</i> . 2011;45:294-300.
	22. Wilk KE, Macrina LC, Andrews JR. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. <i>Minerva Ortopedica e Traumatologica</i> . 2011;62:263-290.
	23. Papalia R, Osti L, Del Buono A, Denaro V, Maffulli N. Management of combined ACL-MCL tears: a systematic review. <i>British Medical Bulletin</i> . 2010;93:201-215
	24. Micheo W, Hernández L, Seda C. Evaluation, management, rehabilitation, and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. <i>PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation</i> , 2010;2:935-44.
	25. Sadoghi P, Von Keudell A, Vavken P. Effectiveness of anterior cruciate ligament injury prevention training programs. <i>Journal of Bone and Joint Surgery</i> . 2012;94: 769-779.
16	26. Gardinier ES, Manal K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Gait and neuromuscular asymmetries after acute anterior cruciate ligament rupture. <i>Medicine and science in sports and exercise</i> . 2012;44:1490-6
9	27. Delincé P, Ghafil D. Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. <i>Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc</i> . 2012 ;20:48-61.
	28. Niven A, Nevill A, Sayers F, Cullen M. Predictors of rehabilitation intention and behavior following anterior cruciate ligament surgery: an application of the Theory of Planned Behavior. <i>Scandinavian journal of medicine & science in sports</i> . 2012; 22:316-22.
14	29. Grant JA, Tannenbaum E, Miller BS, Bedi A. Treatment of combined complete tears of the anterior cruciate and medial collateral ligaments. <i>Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery</i> . 2012;28:110-22.
8	30. Finnoff JF. Preventive exercise in sports. <i>PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation</i> . 2012;4:862-6.
	31. Opar D, Williams M, Shield A. Hamstring Strain Injuries: Factors that Lead to Injury and Re-Injury. <i>Sports Medicine</i> .2012;42:209-226.
	32. Kohl S, Kleer B, Zumstein M, Schar M, Egli S, Evangelopoulos DS. Management of ACL rupture: Current dilemmas and future options. <i>Minerva Ortopedica e Traumatologica</i> . 2012;63:337-344.
	33. Bernstein J. Early versus delayed reconstruction of the anterior cruciate ligament: A decision analysis approach. <i>Journal of Bone and Joint Surgery</i> . 2011;93:48.1-48.5.
	34. Dai B, Herman D, Liu H, Garrett WE, Yu B. Prevention of ACL injury, part II: Effects of ACL injury prevention programs on neuromuscular risk factors and injury rate . <i>Research in Sports Medicine</i> . 2012;20:198-222.
	35. Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, Lephart SM, Engebretsen L, Ageberg E, et al. Proprioceptive deficits after ACL injury: Are they clinically relevant?. <i>British Journal of Sports Medicine</i> . 2012;46:180-192
10	36. Tenforde AS, Shull PB, Fredericson M. Neuromuscular Prehabilitation to Prevent Osteoarthritis After a Traumatic Joint Injury. <i>PM and R</i> . 2012;4:S141-S144.

El número de la izquierda indica que el artículo ha sido seleccionado para incluir en la bibliografía y la posición que ocupa en la misma por orden de aparición en el texto.

TABLA 2. Resultado de todos los títulos de los artículos conseguidos en la búsqueda realizada. (Continuación).

	37. Lee HM, Cheng CK, Liau JJ. Correlation between proprioception, muscle strength, knee laxity, and dynamic standing balance in patients with chronic anterior cruciate ligament deficiency. <i>Knee</i> . 2009;16:387-391.
	38. Zech A, Hübscher M, Vogt L., Banzer W., Hänsel F., Pfeifer K. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: A systematic review . <i>Medicine and Science in Sports and Exercise</i> . 2009;41:1831-1841.
1	39. Dis.Bailey, Tara Marie. ACL prevention programs and its effectiveness in reducing the rate of injury in the college and high school athlete. Michigan State University, 2012. (Tesis doctoral).
	40. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: Anatomy, physiology, biomechanics, and management . <i>Clinical Journal of Sport Medicine</i> . 2012;22:349-355
	41. David Scott Logerstedt. Restoring knee function: physical impairment measures, activity limitations, and patient-reported outcomes after anterior cruciate ligament injury, surgery, and rehabilitation. Faculty of the University of Delaware (Doctor of Philosophy in Biomechanics and Movement Science). 2011. (Tesis doctoral).
	42. Deepak Kumar. Neuromuscular control of joint stability in knee osteoarthritis. Faculty of the University of Delaware (Doctor of Philosophy in Biomechanics and Movement Science). 2010. (Tesis doctoral).
	43. Toran D. MacLeod. Neuromuscular coordination impairments: the effect of acl injury and reconstruction. Faculty of the University of Delaware (Doctor of Philosophy in Biomechanics and Movement Science). 2011. (Tesis doctoral).
	44. Abbey C. Thomas. Muscle dysfunction associated with ACL injury and reconstruction. The University of Michigan (Kinesiology). 2010. (Tesis doctoral).
	45. Anant Ingle. The effectiveness of strength and proprioceptive training following anterior cruciate ligament injury with or without reconstruction: a systematic review. MGH institute of health professions (Boston, Massachusetts). 2009. (Tesis doctoral).
	46. Stephanie L Di Stasi. The fickle acl deficient athlete: investigation of the non-coper response to injury, surgery, and neuromuscular training. Faculty of the University of Delaware (Doctor of Philosophy in Biomechanics and Movement Science). 2011. (Tesis doctoral).
	47. Sugimoto D, Myer GD, McKeon JM, Hewett TE. Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses [systematic review]. <i>British Journal of Sports Medicine</i> 2012;46:979-988.
	48. Assaly S, Davenport TE, Mattern-Baxter K. Effectiveness of neuromuscular conditioning to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes: a critical synthesis of literature. <i>Orthopaedic Physical Therapy Practice</i> . 2011;23:140-146.
	49. Yoo JH, Lim BO, Ha M, Lee SW, Oh SJ, Lee YS, Kim JG. A meta-analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. <i>Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy</i> . 2010;18:824-830.
	50. Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. <i>An International Journal</i> . 2005;13:163-178.
13	51. Eitzen, I., Holm, I., & Risberg, M. A. (2009). Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. <i>Br J Sports Med</i> , 43, 371-376.
	52. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Garrison TT. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. <i>Journal of Strength & Conditioning Research</i> . 2012;26:709-719.

El número de la izquierda indica que el artículo ha sido seleccionado para incluir en la bibliografía y la posición que ocupa en la misma por orden de aparición en el texto.

TABLA 2. Resultado de todos los títulos de los artículos conseguidos en la búsqueda realizada. (Continuación).

	53. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury. A systematic review. <i>Am J Sports Med.</i> 2009;37:1434-1443.
	54. Ingersoll CD, Grindstaff TR, Pietrosimone BG, Hart JM. Neuromuscular Consequences of Anterior Cruciate Ligament Injury. <i>Clinics in Sports Medicine.</i> 2008;27:383-404.
	55. Ageberg E, Thomeé R, Neeter C, Silbernagel KG, RooS EM. Muscle strength and functional performance in patients with anterior cruciate ligament injury treated with training and surgical reconstruction or training only: A two to five-year followup. <i>Arthritis Care & Research.</i> 2008;59:1773-1779.
	56. Seng K, Appleby D, Lubowitz JH. Operative versus nonoperative treatment of anterior cruciate ligament rupture in patients aged 40 years or older: an expected-value decision analysis. <i>Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery.</i> 2008;24:914-20.
	57. Hohmann E, Tetsworth K, Bryant A. Physiotherapy-guided versus home-based, unsupervised rehabilitation in isolated anterior cruciate injuries following surgical reconstruction. <i>Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.</i> 2011;19:1158-1167.
	58. Bryant A, Creaby M, Newton R, Steele JR. Dynamic restraint capacity of the hamstring muscles has important functional implications after anterior cruciate ligament injury and anterior cruciate ligament reconstruction. <i>Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.</i> 2008;89:2324-2331.
11	59. Mauro CS, Irrgang JJ, Williams BA, Harner CD. Loss of extension following anterior cruciate ligament reconstruction: analysis of incidence and etiology using IKDC criteria. <i>Arthrosc.</i> 2008;24:146-153.
17	60. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. <i>J Am Acad Orthop Surg.</i> 2010;18:520-7.
5	61. Darrow CJ, Collins C L, Yard EE, Comstock R D. Epidemiology of severe injuries among United States high school athletes. <i>Am J Sports Med.</i> 2009;37:1798-1805.
7	62. López Hernández G, Fernández Hortigüela L, Gutierrez J.L, Forriol F. Protocolo cinético en la rotura del ligamento cruzado anterior. <i>Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología.</i> 2011;55:9-18.
	63. Paredes Hernández V, Martos Varela S, Romero Moraleda B. Propuesta de readaptación para la rotura del ligamento cruzado anterior en fútbol. <i>Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.</i> 2011;11:573-591.
12	64. Ramos Álvarez JJ, López-Silvarrey FJ, Segovia Martínez JC, Martínez Melen H, Legido Arce JC. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. <i>Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.</i> 2008;8:62-92.
2	65. Herrera C. E, Alvarado Reynoso B, Balderas Cazares ER, Cortez Hernández I D, Moreno Piña A. Mantenimiento y/o mejoramiento de la masa muscular mediante un programa de ejercicios en pacientes con lesión de LCA previos a su intervención quirúrgica sin generar dolor. E-fisioterapia [Internet]. 2010 [acceso 14 de noviembre de 2012]. Disponible en: http://www.efisioterapia.net/articulos/mantenimiento-yo-mejoramiento-la-masa-muscular-un-programa-ejercicios-pacientes-lesion-lca .

El número de la izquierda indica que el artículo ha sido seleccionado para incluir en la bibliografía y la posición que ocupa en la misma por orden de aparición en el texto.

TABLA 3. Relación entre la información recopilada y el artículo de la bibliografía seleccionado en el apartado de discusión del trabajo.

TEMA A TRATAR	ARTÍCULOS ESCOGIDOS	FECHA DE ADQUISICIÓN
DISCUSIÓN- PREÁMBULO	Artículo nº 2 Artículo nº 3 Artículo nº 6 Artículo nº 10 Artículo nº 11 Artículo nº 12 Artículo nº 13 Artículo nº 14	14/11/2012 1/12/2012 18/11/2012 18/12/2012 30/11/2012 25/11/2012 10/12/2012 30/11/2012
RESPECTO A LA MOVILIDAD Y MARCHA	Artículo nº 1 Artículo nº 3 Artículo nº 7 Artículo nº 11 Artículo nº 14 Artículo nº 15 Artículo nº 16	23/11/2012 1/12/2012 25/11/2012 30/11/2012 30/11/2012 18/12/2012 10/12/2012
RESPECTO A LA FUERZA Y FLEXIBILIDAD	Artículo nº 1 Artículo nº 8 Artículo nº 10 Artículo nº 13 Artículo nº 15 Artículo nº 16 Artículo nº 17 Artículo nº 18	23/11/2012 10/12/2012 18/12/2012 10/12/2012 18/12/2012 10/12/2012 27/12/2012 18/11/2012
RESPECTO A LA RESISTENCIA	Artículo nº 8 Artículo nº 15 Artículo nº 18	10/12/2012 18/12/2012 18/11/2012
RESPECTO AL CONTROL NEUROMUSCULAR Y LA PROPIOCEPCIÓN	Artículo nº 4 Artículo nº 6 Artículo nº 9 Artículo nº 10 Artículo nº 13 Artículo nº 15 Artículo nº 18 Artículo nº 19	1/12/2012 18/11/2012 23/11/2012 18/12/2012 10/12/2012 18/12/2012 18/11/2012 1/12/2012
PROGRAMA DE EJERCICIOS Y FISIOTERAPIA	Artículo nº 2 Artículo nº 6 Artículo nº 8 Artículo nº 12 Artículo nº 13 Artículo nº 15 Artículo nº 18	14/11/2012 18/11/2012 10/12/2012 25/11/2012 10/12/2012 18/12/2012 18/11/2012

8. IMÁGENES

Imagen 1. Movilización pasiva.



Imagen 2. Estiramiento forzado.



Imagen 3. Electroestimulación.



Imagen 4. Ejercicios isométricos.



Imagen 5. Isométricos con resistencia.



Imagen 6. Ejercicio de cadena cinética cerrada.



“leg press”

Imagen 7. Ejercicios isocinéticos en cadena cerrada.

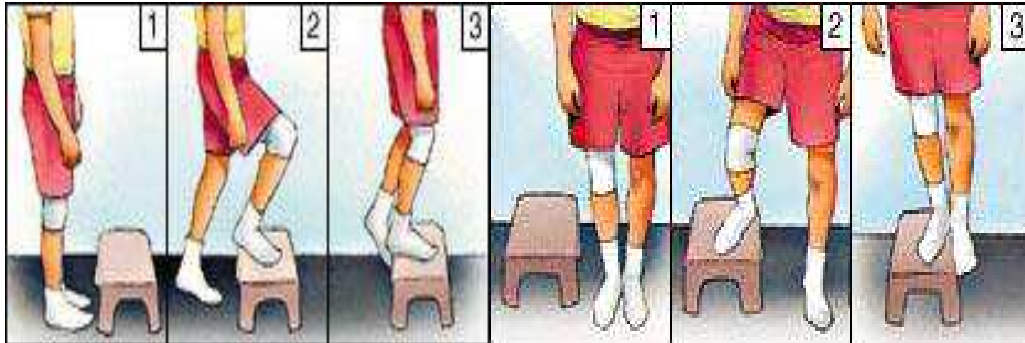


Imagen 8. Otras formas de ejercicios resistidos.

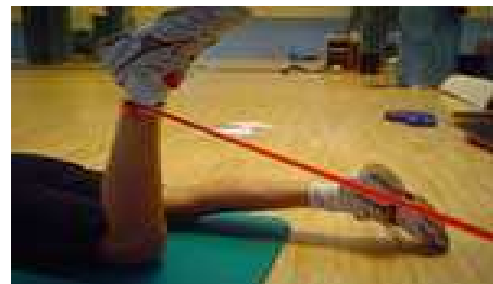


Imagen 9. Ejercicios de cadena cinética abierta con resistencia.



“leg extensión”



“leg curl”

Imagen 10. Ejercicios isocinéticos resistidos.



Imagen 11. Ejercicios de puente con apoyo mono y bipodal.



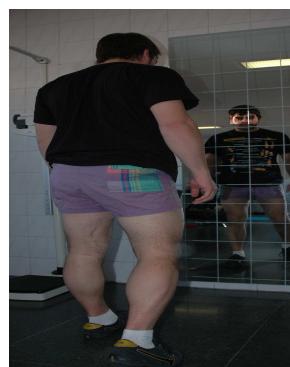
Imagen 12. Diversos ejercicios propioceptivos



Imagen 13. Propioceptivos con movimientos dinámicos en superficie inestable.



Imagen 14. Marcha frente al espejo



Fuentes de las imágenes.

- Las imágenes 1, 2, 4, 6, 9 y 14 pertenecen al artículo:

Ramos Álvarez JJ, López-Silvarrey FJ, Segovia Martínez JC, Martínez Melen H, Legido Arce JC. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2008;8:62-92.

<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista29/art%20LCA66.htm>. Consultado el (25/11/2012).

- Imágenes 3 y 10:

<http://fisioterapiavicentelozano.wordpress.com/2012/09/14/el-protocolo-de-los-protocolos-el-lca/>. Consultado el (10/2/2013).

- Imagen 5:

http://programadefuerzaenrhodilla.blogspot.com.es/2009_12_01_archive.html. Consultado el (7/2/2013).

- Imagen 7:

<http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00478>. Consultado el (17/12/2012).

- Imagen 8:

<http://futbolrendimiento.blogspot.com.es/2010/09/ejercicios-para-mejorar-la.html>. Consultado el (13/1/2013).

- Imagen 11:

http://cto-am.com/rhb_tendinitisrotuliana1.htm. Consultado el (20/1/2013).

- Imagen 12:

<http://juaneduardohv.wordpress.com/2008/05/page/8/>. Consultado el (20/1/2013).

- Imagen 13:

<http://www.efdeportes.com/efd134/recuperacion-de-esguince-de-rodilla.htm>
Consultado el (28/12/2012).

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Dis.Bailey, Tara Marie. ACL prevention programs and its effectiveness in reducing the rate of injury in the college and high school athlete. Michigan State University, 2012. (Tesis doctoral)
2. Herrera C. E, Alvarado Reynoso B, Balderas Cazares ER, Cortez Hernández I D, Moreno Piña A. Mantenimiento y/o mejoramiento de la masa muscular mediante un programa de ejercicios en pacientes con lesión de LCA previos a su intervención quirúrgica sin generar dolor. E-fisioterapia [Internet]. 2010 [acceso 14 de noviembre de 2012]. Disponible en: <http://www.efisioterapia.net/articulos/mantenimiento-yo-mejoramiento-la-masa-muscular-un-programa-ejercicios-pacientes-lesion-lca>.
3. Di Stasi SL, Snyder-Mackler L. The effects of neuromuscular training on the gait patterns of ACL-deficient men and women. *Clin Biomech* (Bristol, Avon). 2012;27:360-5.
4. Palm HG, F Brattinger, B Stegmüller, G Achatz, HJ Riesner, Friemert B. Effects of knee bracing on postural control after anterior cruciate ligament rupture. *knee*. 2012;19:664-71.
5. Darrow CJ, Collins C L, Yard EE, Comstock R D. Epidemiology of severe injuries among United States high school athletes. *Am J Sports Med*. 2009;37:1798-1805.
6. Meuffels et al. Guideline on anterior cruciate ligament injury. *Acta Orthopaedica*. 2012;83:379–386.
7. López Hernández G, Fernández Hortigüela L, Gutierrez J.L, Forriol F. Protocolo cinético en la rotura del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. 2011;55:9-18
8. Finnoff JT. Preventive Exercise in Sports. Elsevier P & M. 2012;4:862–866.
9. Delincé P, Ghafil D. Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20:48-61.

10. Tenforde AS, Shull PB, Fredericson M. Neuromuscular Prehabilitation to prevent osteoarthritis after a traumatic joint injury. *PM & R*. 2012;4:S141-S4.
11. Mauro CS, Irrgang JJ, Williams BA, Harner CD. Loss of extension following anterior cruciate ligament reconstruction: analysis of incidence and etiology using IKDC criteria. *Arthrosc*, 2008;24:146-153.
12. Ramos Álvarez JJ, López-Silvarrey FJ, Segovia Martínez JC, Martínez Melen H, Legido Arce JC. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2008;8:62-92
13. Eitzen I, Holm I, Risberg MA. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med*. 2009;43:371-376.
14. Grant JA, Tannenbaum E, Miller BS, Bedi A. Treatment of combined complete tears of the anterior cruciate and medial collateral ligaments. *Arthroscopia*. 2012;28:110-22.
15. Hartigan EH, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Perturbation training prior to ACL reconstruction improves gait asymmetries in non copers. *J Orthop Res*. 2009;27:724-729.
16. Gardinier ES, Manal K, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Gait and neuromuscular asymmetries after acute anterior cruciate ligament rupture. *Med Sci Sports Exerc*. 2012; 44:1490-6.
17. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18:520-7
18. Eitzen I, Havard M, Snyder-Mackler L, y Risberg AM. A Progressive 5-Week Exercise Therapy Program Leads to Significant Improvement in Knee Function Early After Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Orthop Deportes Phys Ther*. 2010;40:705-721.
19. Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian J Orthop*. 2011;45:294-300.

20. Bojo Canales C, Serrano Gallardo P. La búsqueda bibliográfica en el Trabajo Fin de Grado. En: Serrano Gallardo P. TFG en Ciencias de la Salud. Zaragoza; DAE; 2012. p. 67-107.

