

**EFICACIA DEL FORTALECIMIENTO  
ISOCINETICO DESPUES DE UNA  
LIGAMENTOPLASTIA DEL LIGAMENTO  
CRUZADO ANTERIOR (LCA)  
EN FUTBOLISTAS AMATEURS**

Amélie AUBERT  
(amelie.aubert@uvic.cat)

4º curso. Grado en Fisioterapia (Grupo A M11)  
Trabajo Final de Grado  
Tutor: Anna Andreu Povar  
Facultad de Ciencias de la Salud y del Bienestar  
Universidad de Vic – Universidad central de Cataluña  
Vic, mayo de 2022

# Índice

<b>I.</b>	<b>Resumen</b> .....	<b>2</b>
<b>II.</b>	<b>Antecedentes y estado actual del tema</b> .....	<b>4</b>
1.	Repaso anatómico y funcional del LCA.....	4
2.	Epidemiología de las roturas del LCA.....	5
3.	Etiología de las roturas del LCA.....	5
4.	Signos y síntomas de las roturas del LCA.....	7
5.	Evolución y pronóstico.....	7
6.	Tratamientos.....	8
7.	Intervención en fisioterapia.....	10
<b>III.</b>	<b>Justificación del estudio</b> .....	<b>20</b>
<b>IV.</b>	<b>Hipótesis y objetivos</b> .....	<b>21</b>
1.	Hipótesis.....	21
2.	Objetivos.....	21
<b>V.</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>22</b>
1.	Ámbito del estudio.....	22
2.	Diseño del estudio.....	22
3.	Población.....	22
4.	Criterios de inclusión y de exclusión.....	23
5.	Intervención.....	23
6.	Variables.....	30
7.	Análisis de los registros.....	31
8.	Limitación del estudio.....	32
9.	Aspectos éticos.....	33
<b>VI.</b>	<b>Utilidad de los resultados en la practica</b> .....	<b>34</b>
<b>VII.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>36</b>
<b>VIII.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>41</b>
<b>IX.</b>	<b>Agradecimientos</b> .....	<b>42</b>
<b>X.</b>	<b>Nota final del autor</b> .....	<b>43</b>

# I. Resumen

Introducción: La rotura del LCA es una lesión frecuente en el fútbol, pero no se ha encontrado en la literatura estudios sobre la eficacia de la rehabilitación con maquina isocinética.

Objetivos: Evaluar la eficacia del fortalecimiento isocinético con maquina isocinética a nivel de fuerza muscular en los pacientes operados de una rotura del LCA.

Material y métodos: La muestra se compone de 52 participantes, divididos en dos grupos, un grupo control y un grupo de intervención. El grupo control está formado por 26 pacientes y recibe la rehabilitación convencional. El grupo de intervención, formado por los otros 26 pacientes, está sometido a un fortalecimiento isocinético añadido a la rehabilitación convencional. El estudio durará 12 meses con 4 recogidas de datos. Se extraerán unas conclusiones comparativas finales gracias a los resultados obtenidos durante el estudio.

Limitaciones: Estudio a corto plazo, financiamiento limitado, problemas inherentes a los participantes, falta de experiencia de los investigadores y poca evidencia científica sobre el tema.

Resultados esperados: El fortalecimiento isocinético añadido a una rehabilitación convencional es un mejor tratamiento que una rehabilitación convencional aislada para el manejo de las ligamentoplastias del LCA.

Palabras claves: Ligamento cruzado anterior (LCA), Máquina isocinética, Fortalecimiento isocinético, Futbolistas amateurs, Ligamentoplastias.

## **Abstract**

Introduction: ACL rupture is a frequent injury in soccer, but no studies on the efficacy of rehabilitation with an isokinetic machine have been found in the literature.

Objectives: To evaluate the efficacy of isokinetic strengthening with an isokinetic machine at the muscular strength level in patients operated on for an ACL tear.

Material and methods: The sample consists of 52 participants, divided into two groups, a control group and an intervention group. The control group is made up of 26 patients and receives conventional rehabilitation. The intervention group, made up of the other 26 patients, underwent isokinetic strengthening in addition to conventional rehabilitation. The study will last 12 months with 4 data collections. Some final comparative conclusions will be drawn thanks to the results obtained during the study.

Limitations: Short-term study, limited funding, problems inherent to the participants, lack of experience of the researchers and little scientific evidence on the subject.

Expected results: Isokinetic strengthening added to conventional rehabilitation is a better treatment than conventional rehabilitation alone for the management of ACL ligamentoplasties.

Keywords: Anterior cruciate ligament (ACL), Isokinetic machine, Isokinetic strengthening, Amateur soccer players, Ligamentoplasties.

## II. Antecedentes y estado actual del tema

### 1. Repaso anatómico y funcional del LCA(1)

La rodilla es la articulación que permite unir la pierna y el muslo. Se compone de tres huesos que son el fémur, la tibia y la rótula. La rodilla está formada por dos articulaciones dentro de un mismo bolsillo articular: la articulación femororotuliana y la articulación fémorotibial. Son inseparables tanto al nivel anatómico como al nivel funcional.

La rodilla es una articulación muy estresada al caminar o correr y soporta grandes esfuerzos, debe ser particularmente estable para evitar caídas. Es un complejo articular que se estabiliza de manera activa y pasiva por varios elementos. Parte de esta estabilidad pasiva es proporcionada por los ligamentos cruzados anterior y posterior que sostienen la tibia hacia adelante y hacia atrás. Estos ligamentos se cruzan en el centro de la rodilla, en la escotadura intercondílea y permiten así que la articulación limite los movimientos anteroposteriores de la tibia debajo del fémur (plano sagital) y en rotación (plano transversal). Hay 2 ligamentos cruzados:

- El ligamento cruzado anterior (LCA) tiene para la inserción distal la zona intercondilar anterior de la tibia, tiene un trayecto oblicuo hacia arriba, atrás y hacia afuera y tiene como inserción proximal la cara medial del cóndilo femoral lateral. El LCA se opone a la traslación anterior y la rotación interna de la tibia en relación con el fémur.
- El ligamento cruzado posterior (LCP) tiene para la inserción distal la zona intercondílea posterior de la tibia, tiene un trayecto oblicuo hacia arriba, anterior y medialmente y tiene para la inserción proximal la cara lateral del cóndilo medial del fémur. El LCP se opone a la traslación posterior y la rotación externa de la tibia en relación con el fémur.

Aunque este trabajo se centrará en el estudio del ligamento cruzado anterior, también, es importante subrayar que otros ligamentos juegan un papel importante en la estabilidad de la rodilla, como el ligamento colateral externo (se opone a la rodilla en varo) y el ligamento colateral interno (se opone a la rodilla en valgo).

## **2. Epidemiología de las roturas del LCA**

Las roturas del ligamento cruzado anterior son lesiones muy frecuentes. Ocurren fácilmente en pacientes jóvenes y sus repercusiones funcionales pueden ser variables.

El deporte es un factor importante en las roturas del ligamento cruzado anterior.(2)

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son una de las lesiones más frecuentes de la rodilla, con una incidencia de aproximadamente 85 por 100.000 en pacientes de entre 16 y 39 años.(3)

Respecto a la incidencia informada de lesión del LCA, puede variar del 0,6% al 3,7% por cada 1000 h de juego activo de fútbol (juego y entrenamiento), lo que representa miles de roturas del LCA cada año. También se estima que la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior en un equipo de fútbol expresada como porcentaje de todas las lesiones en ese equipo es del 1,3% para los hombres y del 3,7% para las mujeres.(4)

En efecto, los atletas masculinos y femeninos tuvieron tasas de incidencia de lesiones del LCA similares para los siguientes tipos de deportes: colisión (2,10/10.000 frente a 1,12/10.000 de exposiciones de atletas), contacto limitado (0,71/10.000 frente a 0,29 / 10.000 de exposiciones de atletas) y deportes sin contacto (0,36/10.000 versus 0,21/10.000 de exposiciones de atletas). Para los deportes de contacto, las atletas femeninas tenían un mayor riesgo de lesiones que los atletas masculinos (1,88/10.000 frente a 0,87/10.000 de exposiciones de los deportistas).(5) Respecto a los deportes sin contacto, la tasa de lesiones del LCA varía del 70 al 84% de todas las roturas del LCA tanto en atletas femeninos como masculinos.(4) En los Estados Unidos, más de 175.000 personas sufrieron una lesión del ligamento cruzado anterior cada año y se realizaron alrededor de 100.000 operaciones cada año en las últimas décadas con un costo estimado de más de US \$2 mil millones.(6)

## **3. Etiología de las roturas del LCA**

Respecto a la rotura del ligamento cruzado anterior, por un lado, puede tratarse de un traumatismo directo, por ejemplo, de un golpe en la rodilla. Pero en la mayoría de los casos, es un traumatismo indirecto. El mecanismo de lesión puede ser con o sin contacto, aunque la mayoría ocurre a través de un mecanismo de lesión sin contacto en deportes en los que se realizan repetidamente maniobras de desaceleración repentina,

aterriaje y giro.(7) En efecto, casi tres cuartas partes de las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son lesiones que ocurren sin contacto.(4)

La tasa de lesiones del LCA sin contacto varía del 70 al 84% de todas las roturas del LCA tanto en atletas femeninos como masculinos. La mayoría de las roturas del ligamento cruzado anterior (LCA) en el fútbol se producen en ausencia de contacto de jugador a jugador (cuerpo a cuerpo). A pesar de que Arendt y Dick, en su estudio, encontraron una tasa igual de mecanismos de contacto versus mecanismos sin contacto en las lesiones del LCA entre los jugadores de fútbol masculinos(8), se acepta en general que la gran mayoría de las roturas del LCA ocurren a través de un mecanismo sin contacto tanto en atletas masculinos como femeninos.(4) Es por eso por lo que comprender el mecanismo de la lesión es fundamental para optimizar las estrategias de prevención y de tratamiento.(9)

Respecto a los traumatismos indirectos, dos tipos de mecanismos se encuentran preferentemente en los accidentes deportivos:(10)

- El traumatismo en valgo, flexión-rotación externa denominados traumatismo VALFE. Puede tratarse de un movimiento exagerado (esquí) o de un choque contra resistencia en el pie («tacle» al fútbol). Se observan lesiones del LCA, del plano ligamentario medial y del menisco lateral, por aplastamiento o tracción en el cuerno posterior del menisco lateral. Estas lesiones pueden estar asociadas (triada anteromedial).<sup>10</sup>
- El traumatismo en varo, flexión-rotación interna: VARFI. La mayoría de las lesiones son del LCA. Si el mecanismo continúa, también se producen lesiones de las formaciones anterolaterales con desgarramiento capsular (fractura de Segond).<sup>10</sup>

Otra manera para describir estos mecanismos es diferenciarlos mecanismos apoyados y no apoyados. Respecto a los traumatismos no apoyados, puede tratarse de un tiro en el vacío (hiperextensión activa), donde el LCA se rompe al nivel intercondilar. Más raramente, se trata de una contracción brutal del cuádriceps en un esquiador, desequilibrado trasero (Phantom foot).<sup>10</sup>

Respecto a los traumatismos apoyados, se imponen tensiones a la rodilla en rotación o en el plano frontal. El mecanismo más frecuente es VALFE, que determina la clásica triada anteromedial. Las lesiones del menisco pueden estar asociadas. Las tensiones

en varo son más raras. Determinan lesiones laterales: ligamento colateral lateral (LCL) y punto del ángulo posterolateral (PAPL), entonces contemporáneas de la ruptura del LCA.<sup>10</sup>

#### **4. Signos y síntomas de las roturas del LCA**

Gracias a la entrevista clínica, se buscarán los signos y síntomas funcionales iniciales y los presentes en el momento del examen clínico. También la entrevista clínica precisará, además del mecanismo, las circunstancias del accidente, así como los tratamientos efectuados desde entonces. Los signos y síntomas generalmente referidos por los pacientes que sufren de una rotura total del ligamento cruzado anterior son los siguientes(10):

- Dolor
- Crujidos
- Sensación de dislocación
- Impotencia funcional
- Hinchazón

#### **5. Evolución y pronóstico**

Según la Haute Autorité de Santé (HAS), es importante subrayar que la rotura del ligamento cruzado anterior, aparte de las roturas intraparenquimatosas, no cicatriza de manera espontánea. Esta lesión, con frecuencia se acompaña de inestabilidad funcional con evasiones y molestias para la práctica del deporte.(2)

Incluso después de una terapia óptima, la inestabilidad funcional puede permanecer en la rodilla afectada. Esta inestabilidad puede dar lugar a una mala distribución de las cargas en la articulación y, por tanto, provocar daños posteriores.

Este daño es un daño secundario al cartílago, la degeneración de la punta posterior del menisco medial y un riesgo sustancialmente mayor de osteoartritis de rodilla (osteoartritis de rodilla).(11)(12) Después de una rotura del LCA, la probabilidad de desarrollar artrosis de rodilla aumenta sustancialmente. De hecho, después de 15 a 20 años, aproximadamente del 50 al 70% de los pacientes presentan cambios radiográficos en la rodilla. Aun así, es importante señalar que el pronóstico depende en gran medida

de la edad, el sexo, la genética, el peso corporal(13), la actividad corporal y las posibles nuevas lesiones en la rodilla.(14)(15)

Para las roturas de ligamento cruzado tratadas sin operación, el riesgo de artrosis de rodilla después de 20 años es más del 60%. En comparación, los pacientes tratados con reconstrucción del LCA tienen un riesgo de 14 a 16% de gonartrosis.(16)

## **6. Tratamientos**

Respecto al tratamiento, los objetivos principales tras la rotura del LCA son restaurar la función articular (estabilidad y cinemática) a corto plazo y prevenir la aparición de alteraciones degenerativas articulares a largo plazo.(10)

La elección del tratamiento más adecuado dependerá de las variables más importantes que guían la decisión de tratamiento conservador versus quirúrgico son: el número de horas por año de deporte de tipo I y II según el Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC) (Anexo 1.1), la diferencia de laxitud con el artrómetro KT-1000 entre rodilla lesionada y rodilla sana, el grado de inestabilidad, la asociación de otras lesiones (ligamentosas, meniscales, condrales) la edad, la profesión, y sobre todo las expectativas funcionales, laborales y deportivas del paciente.(17)

Cada paciente debe ser considerado individualmente, ya que puede haber circunstancias que difieran de las reglas generales que puedan indicar una razón para continuar con la intervención quirúrgica o para tratar al paciente con un tratamiento conservador. (18)

### **6.1 Tratamiento conservador**

En general, el tratamiento conservador no es sinónimo de abstenerse de la terapia. De hecho, por tratamiento conservador nos referimos al fortalecimiento muscular mediante un revestimiento propioceptivo que tendrá como objetivo compensar la ausencia de LCA. Este refuerzo proporciona una mejor estabilización dinámica de la rodilla. En efecto, el tratamiento conservador se basa en aceptar un cierto grado de limitación en el nivel de actividad (evitar saltos, recorte, giros), incluso de manera preventiva (antes de la aparición de los síntomas).(19)

Por lo tanto, los pacientes que son tratados con mayor frecuencia con tratamiento conservador, a pesar de tener un LCA totalmente alterado, son aquellos que tienen poca exposición a actividades de alto riesgo como deportes (fútbol) y actividades laborales con cargas, aquellos que están dispuestos a evitar actividades de alto riesgo, aquellos que son mayores de 40 años, aquellos que tienen éxito en hacer frente o adaptarse de forma prolongada a una insuficiencia del LCA, aquellos que tienen artritis avanzada de la articulación afectada y aquellos que no pueden o no quieren cumplir con la rehabilitación posterior a la reconstrucción.(18) También se indican la realización de programas de rehabilitación para recuperar la fuerza-resistencia-coordinación de los diferentes grupos musculares, enfatizando el fortalecimiento de la musculatura de los isquiotibiales.(19)

Dentro de estos programas, se puede considerar dos períodos terapéuticos, el primero se dedica a la educación del paciente, el alivio sintomático y la corrección de la cicatrización (incluyendo lesiones asociadas); y el segundo se refiere a la mejora de la movilidad, de la fuerza muscular, de la propiocepción y del rendimiento físico.(20)

Los resultados obtenidos con tratamiento conservador son muy variables con relación al tipo de lesión (parcial-completa, aislada-asociada con lesiones capsulo-ligamentosas), la edad del paciente, el nivel de actividad profesional y el tiempo de evolución.(19)

## **6.2 Tratamiento quirúrgico(17)**

En el ámbito deportivo la rotura del ligamento cruzado anterior puede llegar a suponer el 50-60% del total de todas las lesiones que requieren cirugía. A pesar de todos los esfuerzos preventivos y las numerosas técnicas quirúrgicas que existen actualmente, continúa siendo difícil el disminuir la tasa de incidencia de rotura debido a su alta exposición. La cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior es adecuada para pacientes jóvenes, deportistas recreativos y de élite, y cualquier persona que necesite una estabilidad óptima de la rodilla para sus actividades diarias y profesionales. Así, pacientes que practican deportes fundamentales (esquí, snowboard) y, a fortiori, deportes de contacto (fútbol, baloncesto, balonmano, deportes de combate), competidores, deportistas de élite, sea cual sea el deporte que practiquen y trabajadores de la fuerza, serán intervenidos para restaurar la biomecánica de su rodilla lesionada. La reconstrucción del LCA también está indicada en lesiones asociadas, como daño del

ligamento periférico (ligamentos laterales, ligamento posterior), desgarros de meniscos (con mayor frecuencia medial) o daño del cartílago.

De una manera general, la ligamentoplastia consiste en reemplazar el ligamento cruzado anterior desgarrado por un tendón vecino tomado del paciente durante el mismo procedimiento, u ocasionalmente por un tendón obtenido de un banco de órganos. El injerto resultante se implanta en lugar del LCA nativo bajo control artroscópico, perforando un túnel femoral y un túnel tibial en el que se fija mediante tornillos de interferencia. Se pueden utilizar varios tipos de injertos con características específicas para cada uno que se resumen en la Tabla 2 (Anexo 1.2).

## **7. Intervención en fisioterapia**

### **7.1 Diagnostico de fisioterapia**

La evaluación y el diagnóstico de la lesión de LCA se deben realizar con la mayor rapidez y brevedad posible, aunque la inflamación y el dolor limitan este proceso. Este manejo de manera inmediata favorece los resultados y evita problemas consecuentes de una inadecuada praxis médica.(21)

La valoración debe realizarse por un examinador cualificado (profesional de la salud generalmente un médico), mediante la realización de una gran variedad de pruebas funcionales que, de realizarse correctamente, permiten de modo muy preciso el diagnóstico de lesión de LCA, con una sensibilidad del 82% y una especificidad del 94%. También, se puede realizar pruebas complementarias para confirmar el diagnóstico.(21)

Respecto al diagnóstico funcional de fisioterapia es imprescindible realizar una buena evaluación del paciente para poder recoger todas las informaciones necesarias a su realización. De hecho, se tiene que realizar:

- La anamnesis que consiste en la entrevista con el paciente gracias a la cual se tiene que recoger los datos del paciente, sus síntomas y valorar su dolor.
- El examen subjetivo que consiste en la observación, inspección y palpación del paciente. En el caso de una rotura del LCA se tiene que valorar el estado de la piel con el objetivo medir la temperatura, vigilar los apósitos, las cicatrices, la

elasticidad y esto se tiene que realizar haciendo una comparación de las dos extremidades inferiores (sana y afectada).

- El examen objetivo que consiste en la realización de los balances articulares y musculares y las perimetrías de las dos extremidades inferiores (sana y afectada) con el objetivo poder medir la evolución gracias a posibles cambios objetivos de las medidas a lo largo del tratamiento.
  
- Las pruebas especiales que, en el caso de una rotura del LCA, son:
  - o La prueba del cajón anterior (con una sensibilidad del 9% al 93%): Se utiliza para evaluar la lesión del ligamento cruzado anterior porque se realiza un movimiento de anteriorización de la tibia con respecto al fémur. Para valorar el ligamento cruzado anterior hay que colocar el paciente en decúbito supino con la rodilla flexionada a 90° y el pie descansa sobre la camilla. Se tiene que coger la pierna del paciente por su parte superior caudalmente de la rótula con los dedos por la parte posterior y los pulgares por su parte anterior y realizar un movimiento anterior para comprobar que la tibia se mueve exageradamente respecto al fémur esto indicará que existe una lesión o distensión exagerada del LCA.(22)
  
  - o La prueba de Lachman (con una sensibilidad del 60% al 100%): se realiza con el paciente en decúbito supino y con la extremidad afectada al mismo lado del examinador. El fémur se estabiliza con una mano, la articulación de la rodilla del paciente en 20 a 30 grados de flexión. La otra mano del examinador se sitúa a la cara posterior de la tibia proximal. Se aplica una fuerza dirigida anteriormente para desplazar la tibia. El aumento de la traslación tibial anterior con un punto final suave en comparación con el otro lado constituye una prueba positiva, indica rotura del LCA.(23)
  
  - o La prueba de desplazamiento del pivote (cuya sensibilidad oscila del 27% al 95%): se realiza con el paciente en decúbito supino. La pierna extendida se levanta por el tobillo con la mano ipsilateral del examinador. Esta mano rota internamente la rodilla y flexiona la rodilla desde la extensión completa, mientras aplica tensión en valgo con la mano contralateral en el lado lateral de la tibia proximal. Una reducción repentina de la meseta tibial lateral subluxada anteriormente causada por el tracto iliotibial indica una prueba de cambio de pivote positiva. (24)

- La prueba del chapoteo rotuliano: es una prueba asociada a la rotura del LCA. Se utiliza para detectar acumulación de líquido en la articulación de la rodilla. Para realizarla hay que colocar al paciente en decúbito supino y el examinador se colocará al lado contralateral de la pierna afectada. Con la rodilla del paciente en extensión hay que coger la rótula envolviéndola con el dedo índice y el pulgar haciendo bajar el líquido hacia abajo para que se acumule en la rótula. Después hay que apretar la rótula contra la tibia y si hay líquido se notara como si la rótula flotara.(22)

Respecto a las pruebas complementarias, la resonancia magnética es la prueba por excelencia para diagnosticar la rotura de LCA. Pero debe tenerse en cuenta que la interpretación de la resonancia magnética sola para el diagnóstico de rotura del LCA conduce a un 20% de diagnósticos falsos. En comparación con la resonancia magnética, la tasa de error de la prueba de Lachman, mucho más fácil de lograr, es solo del 10%. Por lo tanto, la prueba de Lachman es el método más significativo para el diagnóstico de LCA ya que la resonancia magnética es generalmente menos sensible y específica que el examen clínico realizado por un ortopedista calificado.(21)(25)

## **7.2 Objetivos de la intervención en fisioterapia(26)**

Respecto a los objetivos de la intervención en fisioterapia es importante subrayar que los objetivos dependen del diagnóstico de fisioterapia, por eso dependen del paciente. Por lo tanto, es posible que para una misma lesión y operación ciertos pacientes logran sus objetivos de los diferentes plazos en menos tiempo que lo normal o el contrario, en más tiempo.

Generalmente, en el caso de una rotura del LCA, es posible distinguir tres fases de rehabilitación y cada una tiene sus propios objetivos.

### **7.2.1 Objetivos tratamiento conservador**

Los objetivos del tratamiento conservador se parecen mucho a los de la rehabilitación preoperatoria. De hecho, la rehabilitación preoperatoria respeta los principios del tratamiento conservador para proteger el LCA. Los objetivos del tratamiento son los siguientes:

- Reducir el dolor y el edema
- Reducir el derrame articular
- Recuperar el rango funcional de movimiento
- Fortalecer los músculos del miembro inferior (cuádriceps, isquiotibiales, tríceps surales) con el objetivo aguantar la ausencia del LCA
- Educar la cocontracción de los cuádriceps y los isquiotibiales
- Mejorar la reprogramación neuromuscular
- Educar al paciente

## **7.2.2 Objetivos tratamiento quirúrgico**

### **7.2.2.1 Rehabilitación preoperatoria**

Si es posible, la fisioterapia preoperatoria tiene como objetivo, ante todo:

- Reducir el dolor y el edema
- Reducir el derrame articular
- Recuperar el rango funcional de movimiento
- Fortalecer los músculos del miembro inferior (cuádriceps, isquiotibiales, tríceps surales) con el objetivo aguantar mejor la operación
- Educar la cocontracción de los cuádriceps y los isquiotibiales
- Mejorar la reprogramación neuromuscular
- Educar al paciente en ejercicios posoperatorios y tipos de caminar con bastones
- Informar al paciente sobre el progreso de la fase postoperatoria (apósitos, drenajes, posibilidades funcionales, acciones terapéuticas, etc).

### **7.2.2 Rehabilitación en fase aguda**

La rehabilitación empieza cuando el paciente se despierta después de su operación.

Sus objetivos principales son:

- Reducir el dolor
- Prevenir los trastornos tróficos y circulatorios
- Recuperar la movilidad en extensión y flexión de la rodilla
- Recuperar el bloqueo activo de la rodilla en extensión
- Asegurar la independencia funcional del paciente.

### **7.2.3 Rehabilitación subaguda**

La rehabilitación subaguda sigue principalmente 5 objetivos que son los siguientes:

- Recuperar el rango de movimiento
- Permanecer atento a los trastornos circulatorios
- Mejorar la estabilidad (gracias a un control activo de la rodilla)
- Fortalecer la extremidad inferior contralateral
- Obtener una perfecta estabilidad funcional.

### **7.2.4 Reanudación de actividades deportivas**

De acuerdo con las instrucciones del cirujano, las actividades deportivas individuales se pueden reanudar si:

- Tener la rodilla está seca, estable e indolora
- Tener la movilidad funcional recuperada
- Tener la fuerza muscular recuperada
- Evitar tensionar el trasplante en cizalla

En todos los casos, las modalidades del programa de rehabilitación deben adaptarse a las instrucciones quirúrgicas postoperatorias y las características del paciente.

## **7.3 Tratamiento de fisioterapia**

### **7.3.1 Tratamiento quirúrgico**

Según la Haute Autorité de Santé (HAS), la pauta de todas las fases del tratamiento quirúrgico de una rotura del LCA es la siguiente. (25)

#### **7.3.1.1 Tratamiento preoperatorio:**

Dado que los pacientes rara vez son operados con urgencia en las roturas del ligamento cruzado anterior, se puede emprender la rehabilitación preoperatoria mientras se espera la cirugía.

La rehabilitación preoperatoria respeta los principios del tratamiento conservador para proteger el LCA. Esta rehabilitación consiste en tonificar los isquiotibiales, en realizar

una contracción del cuádriceps asociada a una cocontracción de los isquiotibiales. La reprogramación neuromuscular (RNM) se realiza en un plano estable y luego inestable.

Esta rehabilitación debe interrumpirse 48 horas antes de la operación. Parece que dicha rehabilitación mejora el seguimiento postoperatorio, con menos asombro de cuádriceps y menos rigidez articular.

### **7.3.1.2 Periodo 1: Día + 21 hasta que se quiten los puntos o grapas**

La rehabilitación debe ser suave y cuidadosa, dando prioridad a la curación, el bloqueo de la rodilla y la movilidad, al tiempo que se previenen los trastornos tróficos y se permite la reanudación del apoyo y la marcha.

#### **Medios:**

- Miembro inferior en extensión protegido por una férula simple o de amplitud variable con tope de bloqueo (protocolos especiales)
- Posible deambulación con apoyo de contacto bajo la cubierta de dos muletas
- Trabajo muscular de cuatro lados en extensión mientras está acostado
- Movilización manual suave y en artromotor (0/70°)
- Masaje y despertar muscular
- Crioterapia
- Electroestimulación para prevenir la atrofia muscular
- Propiocepción de cadena cinética abierta

#### **Posibles incidencias:**

- Hidartrosis, hematoma
- Problemas venosos
- Curación retardada
- Rodilla hiperalgésica

#### **Contraindicaciones:**

- Trabajo activo en cadena cinética abierta contra la resistencia del cuádriceps y de los isquiotibiales
- Recurvatum prohibido

### **7.3.1.3 Periodo 2: Día + 45 hasta abandonar los bastones y la férula: movilidad y despertar muscular**

#### **Medios:**

- Masajes y tratamientos pericatriciales
- Presoterapia (en función de las necesidades)
- Recuperación de la movilidad mediante técnicas manuales e instrumentales
- Bloqueo poplíteo isométrico
- Rehabilitación de la marcha
- Actividades musculares moderadas y progresivas en cocontracción
- Fortalecimiento muscular por electroestimulación
- Actividades de equilibrio y propiocepción estática bipodal y luego unipodal
- Terapia acuática de aguas profundas
- Al final del período:
  - Pedalear sin resistencia si las amplitudes son satisfactorias
  - Caminar en cinta

#### **Posibles incidencias:**

- Rodilla caliente e hidartrosis
- Dolor
- Rigidez
- Déficit muscular

#### **Contra indicación:**

Trabajo de cuádriceps contra resistencia en cadena abierta.

### **7.3.1.4 Periodo 3: hasta el 4º mes: consolidación**

#### **Medios:**

- Trabajo de cocontracción en diferentes angulaciones de rodilla
- Trabajo de los isquiotibiales para desarrollar la potencia y la velocidad de contracción
- Trabajo del cuádriceps en cadena cinética cerrada y isometría en extensión
- Desarrollo del control neuromuscular y la propiocepción (plataforma inestable, oscilación, trampolín, etc.)
- Reentrenamiento con ejercicios cardiovasculares (bicicleta, steps, etc.)
- Inicio de jogging en terreno llano y blando al final del período

**Posibles incidencias:**

- Sensibilidad rotuliana
- Rodilla inflamatoria
- Tendinitis del aparato extensor

**Contra indicación:**

Actividades dinámicas a máxima potencia.

**7.3.2.5 Periodo 4: reentrenamiento atlético hasta el 6º mes**

Se adquiere el anclaje, la resistencia del trasplante se vuelve cada vez más eficiente.

**Medios:**

- Atletización de diferentes grupos musculares
- Reforzamiento de los músculos isquiotibiales, de los tríceps surales y del cuádriceps
- Trabajo isocinético +++
- Trabajo dinámico con saltos y cambios de dirección flexibles
- Seguimiento del jogging con aceleraciones, natación tipo crol con aletas, bicicleta, etc.
- Actividades de reintegración física progresiva

**Posibles incidencias:**

- Sensibilidad rotuliana
- Rodilla inflamatoria
- Tendinitis del aparato extensor

**Contra indicación:**

Actividades físicas y deportivas con pivote y contacto.

**7.3.2.6 Reanudación del deporte**

Posibilidad de retomar el entrenamiento deportivo a partir del 6º mes en función del deporte practicado.

#### **7.4 Entrenamiento isocinético**

La contracción muscular isocinética fue introducida en el 1921 para el estudio aislado del músculo.(27) En el 1967 Hislop y Perrine(28) retomaron este concepto y lo aplicaron al ejercicio en vivo y en particular en el campo de la rehabilitación.

Desde entonces, el uso de la isocinética ha tenido una gran difusión ya sea en el campo de la valoración funcional, como en el de la rehabilitación y en el de la determinación de la fuerza muscular del deportista.(29)

El mejor modo de describir el ejercicio isocinético es el de un movimiento que se produce a una velocidad angular constante, con una resistencia acomodable o ajustable, en modo tal que se puede generar una tensión muscular máxima en todo el rango del movimiento, ya que la resistencia varía para acomodarse a la tensión muscular producida en los diversos puntos de la amplitud del movimiento.(29)

Los dinamómetros isocinéticos rotativos se utilizan como dispositivos científicos para probar, comparar y confirmar partes del cuerpo lesionadas o tratadas. De hecho, el constante progreso tecnológico durante los últimos 15 años ha facilitado el desarrollo de dinamómetros muy eficientes, que pueden utilizarse para la evaluación y rehabilitación de la mayoría de las articulaciones de los miembros superiores e inferiores. Estos dispositivos se utilizan habitualmente en trastornos osteoarticulares o como parte de programas de entrenamiento deportivo. (30)

Después de una evaluación isocinética, los protocolos de entrenamiento isocinético se describen generalmente en términos de modos de contracción muscular (concéntrica o excéntrica), valor de velocidad angular impuesto y número de repeticiones.(30)

Es importante destacar que la elección del protocolo de entrenamiento isocinético dependerá del sujeto y de los objetivos que se persigan, así como de la parte del cuerpo tratada (miembros superiores e inferiores).(31)

Los dispositivos isocinéticos permiten que las personas ejerzan tanta fuerza y movimiento angular como puedan generar a una velocidad predeterminada. Cuando la tasa de movimiento angular de una extremidad es igual o mayor que el límite de velocidad preestablecido, el dinamómetro produce una fuerza contraria equivalente para asegurar una tasa de movimiento constante. (30)

Con respecto al entrenamiento isocinético, tiene varias ventajas sobre otros métodos de ejercicio, que son las siguientes:

- Un grupo de músculos puede ejercer su máximo potencial en todo el rango de movimiento de la articulación.
- Es una alternativa más segura a otras modalidades de ejercicio durante el proceso de rehabilitación.
- Es inherentemente más seguro que el entrenamiento isotónico porque el mecanismo de resistencia del dinamómetro esencialmente se desconecta cuando el paciente siente dolor o malestar.
- El entrenamiento isocinético se puede utilizar para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar fuerza, y también es útil como una modalidad de ejercicio para restaurar el nivel de fuerza de un grupo de músculos antes de la lesión. (30)

Respecto a la articulación de la rodilla, es ciertamente la que con mayor facilidad se adapta al ejercicio isocinético, gracias a la ausencia de dificultad en la realización de la flexo-extensión y a la comodidad de la posición del paciente.(32)

Tras la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), el ejercicio isocinético tiene como función el potenciar la musculatura extensora y flexora de la rodilla durante la fase de rehabilitación y el valorar posteriormente la fuerza muscular del miembro lesionado de cara al regreso a la actividad deportiva.(29)

El entrenamiento isocinético es un método seguro para la recuperación de la fuerza muscular en el paciente operado de reconstrucción del LCA. En el futbolista profesional o amateur el entrenamiento isocinético puede ser iniciado aproximadamente a 2 meses de la operación sin que se produzcan complicaciones. El test isocinético maximal puede ser propuesto a 3 meses de rehabilitación, después de un mes de entrenamiento con la isocinética y viene usado como valor de referencia para iniciar el entrenamiento en el campo deportivo.(29)

Existen factores conocidos que contraindican su uso como son la existencia de un déficit de la completa extensión, signos de flogosis articular o dolor articular al realizar el movimiento de flexo-extensión.(32) Por otra parte, estos factores retrasan el programa rehabilitador e impiden proponer no solamente el entrenamiento isocinético sino también otras técnicas de potenciación muscular. Otro factor importante es la aparición de problemas a nivel de la zona donante del neoligamento en las fases anteriores de la rehabilitación.(29)

### **III. Justificación del estudio**

Hoy en día, el fútbol forma parte del deporte más practicado en el mundo, consta un número estimado de 265 millones de futbolistas activos en 2006. Inherente a este deporte es el mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en comparación con otros deportes. Respecto al tratamiento, los objetivos principales tras la rotura del LCA son restaurar la función articular (estabilidad y cinemática) a corto plazo y prevenir la aparición de alteraciones degenerativas articulares a largo plazo.

El tratamiento más común es una reconstrucción del LCA, complementada con un proceso fisioterapéutico postoperatorio. El programa de rehabilitación convencional consta de una preparación previa a la cirugía, una restauración de la flexoextensión postcirugía y una estabilización y un control dinámico de la articulación.

Respecto a la isocinética, se elige con frecuencia debido a su seguridad, objetividad y reproducibilidad inherentes al paciente en las mediciones de las pruebas. A pesar del uso frecuente de la isocinética como herramienta de evaluación, la bibliografía muestra que la isocinética como tratamiento no se realiza de forma sistemática, en la mayoría de los casos, el fortalecimiento isocinético se usa por los futbolistas profesionales. De hecho, por culpa de un precio muy elevado, no todos los fisioterapeutas y deportistas tienen acceso a esa máquina. Es por eso por lo que no fue posible encontrar un estudio que compare un programa de rehabilitación con entrenamiento isocinético versus sin entrenamiento isocinético. Por lo tanto, este estudio intentaría proporcionar más evidencia para la utilización del fortalecimiento isocinético como complemento de rehabilitación convencional en la rotura del LCA con el objetivo disminuir la sintomatología y reducir de manera considerable el tiempo para regresar al campo para los futbolistas amateurs.

## **IV. Hipótesis y objetivos**

### **1. Hipótesis**

El fortalecimiento isocinético sumado a una rehabilitación convencional es un mejor tratamiento que una rehabilitación convencional aislada para el manejo de las ligamentoplastias del ligamento cruzado anterior.

### **2. Objetivos**

#### **1.1 General:**

Comparar la eficacia del fortalecimiento isocinético a nivel de fuerza muscular (cuádriceps/isquiotibiales) en los pacientes operados de una rotura del ligamento cruzado anterior respecto a una rehabilitación convencional.

#### **1.2 Específicos:**

Además, este trabajo pretende subrayar diferencias entre el fortalecimiento isocinético más rehabilitación convencional respecto a una rehabilitación convencional gracias a los objetivos específicos siguientes:

- Comparar la evolución del dolor
- Evaluar la estabilidad de la rodilla (post-intervención)
- Determinar el rango de movimiento (ROM) de la rodilla
- Definir el nivel de calidad de vida alcanzado
- Contrastar el nivel de esfuerzo percibido
- Definir el nivel de kinesiofobia

## **V. Metodología**

### **1. Ámbito del estudio**

Este estudio se lleva a cabo en Francia, precisamente en el departamento del Gard (región: Occitanie) en el Centro Universitario Hospitalario de Caremeau en Nîmes con la participación de los 160 diferentes clubs de fútbol amateurs del departamento. Respecto al hospital de Nîmes, es un centro equipado con todo el material necesario para facilitar el seguimiento del estudio. De hecho, el CHU de Caremeau tiene una maquina isocinética destinada a los fisioterapeutas. No todos los centros poseen esta maquina, ya que es una herramienta muy moderna y cara que permite hacer un seguimiento y una reeducación más completa después de una ligamentoplastia del LCA.

### **2. Diseño del estudio**

El estudio es un estudio monocéntrico, experimental, prospectivo de tipo ensayo clínico aleatorizado durante 1 año con un grupo control (GC) y un grupo de intervención (GI) donde los investigadores recogen datos al inicio del estudio y observan a lo largo del tiempo los eventos.

### **3. Población**

La población del estudio será futbolistas jóvenes que forman parte de los diferentes clubs amateurs del departamento sufriendo de una rotura del ligamento cruzado anterior y que van a recibir un tratamiento quirúrgico.

Se hará el calculo de la muestra en base a los datos epidemiológicos del año 2018. De hecho, por culpa de la pandemia debida al Covid-19, gran numero de operaciones de ligamentos cruzados fueron anuladas. Los datos epidemiológicos, según la HAS, las reconstrucciones de LCA fueron de 35.500 en 2008(33) y alcanzan 49.200 en los registros de la Agencia Técnica de Información de Hospitalización (ATIH) para los procedimientos codificados en 2018(34), es decir un aumento de casi 14.000 ligamentoplastias en 10 años.

Respecto al centro elegido para la realización del estudio, en sus registros, el numero de actos "NFM003 - Reconstrucción del ligamento cruzado anterior de la rodilla

mediante isquiotibiales y artroscopia” que se completaron en 2018 es de 59. Por lo tanto, en base a las 59 ligamentoplastias y gracias a la calculadora QuestionPro se obtiene una muestra ideal de 52 participantes (N=52). (Anexo 2)

Para la realización del estudio, se tiene que formar dos grupos: grupo de intervención (GI) y grupo de control (GC) compuestos cada uno de 26 participantes según una repartición aleatorizada.

## **4. Criterios de inclusión y de exclusión**

### **4.1 Criterios de inclusión**

- Sexo: Masculino
- Edad: 16 – 35 años (rango de edad en el que se producen la mayoría de las lesiones del LCA) (35)
- Rotura completa y unilateral del LCA
- Futbolistas amateurs (clubs del departamento del GARD)
- Haber seguido 1 mes de fisioterapia preoperatoria
- En espera de una operación con la técnica de los isquiotibiales

### **4.2 Criterios de exclusión**

- Persona con antecedentes de lesión traumática de la extremidad inferior
- Persona con patología incompatible con la actividad física
- Persona que tiene conductas adictivas (alcoholismo o drogas)
- Persona que toma antidepresivos o relajantes musculares
- Persona con alteraciones neurológicas, cognitivas y otras que dificulten el correcto seguimiento del tratamiento y el seguimiento del estudio.

## **5. Intervención**

Durante este estudio se comparará dos intervenciones: una rehabilitación "convencional" administrada al grupo control y una rehabilitación "convencional" más un fortalecimiento isocinético administrada al grupo de intervención. Cada grupo son compuestos de 26 participantes repartidos de forma aleatoria. La intervención de este estudio durará seis meses. Dos meses después de su operación, todos los participantes vendrán al hospital para realizar los diferentes tratamientos con el fisioterapeuta a razón de tres veces por semana.

Antes de empezar la intervención, se tiene que hacer el reclutamiento de los participantes. Es en este sentido que los futbolistas amateurs de los diferentes clubs de fútbol del departamento del Gard con rotura del LCA serán derivados al hospital de Nîmes. Su cirujano ortopédico del CHU de Caremeau los avisaran antes de su operación de la existencia del estudio y también los informaran de las mejoras y de las ventajas que pueden obtener si forman parte del proyecto.

El estudio dura 12 meses con 4 recogidas de datos. La primera recogida será antes de la operación y más precisamente después de 1 mes de fisioterapia preoperatoria (justo antes de la operación). Se hará un test isocinético con maquina isocinética para conocer, como parámetro principal, el torque máximo (cuádriceps/isquiotibiales) e informaciones sobre el estado general de los participantes.

La segunda recogida tendrá lugar una semana después de la operación. De hecho, en este estado no será posible medir todas las variables ya que el nuevo ligamento es muy débil y no podrá soportar algunos métodos de medida como por ejemplo el Single Hop Test o el dinamómetro isocinético. Por lo tanto, en esta recogida de datos, se tomará las mediciones de la fuerza muscular (con la escala de Oxford), del rango de movimiento (ROM) de la rodilla, del dolor, de la cualidad de vida y de la kinesiofobia.

La tercera recogida será tres meses después de la operación y de la primera recogida. De hecho, es solo a partir del tercer mes después de la ligamentoplastia del LCA que se puede proponer el test isocinético maximal.(29) Estas tres primeras recogidas de datos permitirán hacer una primera comparación entre los dos grupos ya que el GI habrá hecho 1 mes de fortalecimiento isocinético.

La ultima recogida de datos será a los 6 meses después de la operación, es decir tres meses después la tercera recogida de datos.

Las cuatro diferentes recogidas de datos se harán de manera presencial con el mismo fisioterapeuta para todos los participantes.

La obtención de datos se hará mediante entrevistas/anamnesis, cuestionarios y pruebas especiales, luego, se registrarán los resultados que vayan extrayendo de los dos grupos y se extraerán unas conclusiones comparativas finales, gracias a los resultados obtenidos a lo largo del estudio.

La primera visita será individual para realizar la anamnesis y las diferentes pruebas sobre los participantes. Se hará una explicación escrupulosa del estudio, de sus objetivos, de los resultados que se esperen, pero también, en este momento, los participantes podrán preguntar y resolver todas sus dudas. Además, se aprovechará de esta primera visita para explicar a los participantes el protocolo, tratamientos, riesgos y beneficios que podrían obtener gracias al estudio.

Respecto a los grupos, se tendrá que realizar un reparto de los pacientes en dos grupos de forma aleatoria. La aleatorización de los grupos se hará a través de la página web “Random.org” que permitirá hacer una asignación aleatoria de los pacientes en cada grupo. Los pacientes serán repartidos en el grupo de intervención (N=26) (tratamiento convencional más fortalecimiento isocinético) o en el grupo control (N=26) (tratamiento convencional).

También, antes de acabar la primera visita, se dará a cada participante los documentos de compromiso del estudio que tendrán que firmar. Es importante conservar una copia de estos documentos que sea para los participantes o para los investigadores del estudio.

Por fin, en la primera visita, que tendrá lugar antes de la operación y después de un mes de fisioterapia preoperatoria, se realizará las primeras medidas gracias a las diferentes pruebas. De hecho, se medirá: la fuerza muscular con el dinamómetro isocinético, la estabilidad de la rodilla con el Single Hop Test, el dolor con la escala EVA, la fatiga con la escala de Borg, la kinesiofobia con la Tampa Scale y por fin la calidad de vida con el cuestionario SF-36.

A partir del día 60 postoperatorio se forman dos grupos: grupo control (GC) y grupo intervención (GI). Los dos grupos (GC y GI) se benefician de 48 sesiones de rehabilitación “convencional” basadas en técnicas clásicas de fisioterapia, a razón de tres sesiones por semana (lunes/miércoles/viernes) con una duración variable de 45 a 75 min y durante cuatro meses.

Las sesiones del 2º al 4º mes (tabla 1) se componen sucesivamente:

- Ejercicios activos de fortalecimiento muscular que involucren los principales grupos musculares de la extremidad inferior, es decir, cuádriceps, glúteos,

isquiotibiales, abductores, aductores y tríceps sural de una durada aproximada de 30 minutos.

- Ejercicios de control neuromuscular y propiocepción de la rodilla mediante trabajo en planos inestables como bosu, mesas inestables, plataforma Freeman, trampolín y con ojos abiertos/cerrados de una durada aproximada de 15 minutos.
- Autoestiramientos de los principales grupos musculares trabajados a lo largo de la sesión: cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, abductores, aductores, tríceps sural con una duración aproximada de 10 min. Se pide a los sujetos que hacen una vez y que mantengan todos los estiramientos durante 1 minuto y que luego estiran la pierna opuesta.

Las sesiones del 4º al 6º mes (tabla 1) se componen sucesivamente:

- Ejercicios activos de fortalecimiento muscular (similares a los de las sesiones del 2º hasta 4º mes) que involucren los principales grupos musculares de la extremidad inferior, es decir, cuádriceps, glúteos, isquiotibiales, abductores, aductores y tríceps sural de una durada aproximada de 30 minutos.
- Ejercicios de control neuromuscular y propiocepción de la rodilla (similares a los de las sesiones del 2º hasta 4º mes) mediante trabajo en planos inestables como bosu, mesas inestables, plataforma Freeman, trampolín y con ojos abiertos/cerrados de una durada aproximada de 15 minutos.
- Ejercicios de salto como saltos laterales, saltos triples, salto de longitud (primero en dos piernas y luego solo en la pierna operada) de una durada aproximada de 10 minutos.
- Autoestiramientos de los principales grupos musculares trabajados a lo largo de la sesión (similares a los de las sesiones del 2º hasta 4º mes): cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, abductores, aductores, tríceps sural con una duración aproximada de 10 min. Se pide a los sujetos que hacen una repetición y que mantengan todos los estiramientos durante 1 minuto y que luego estiran la pierna opuesta.

Tabla 1: Protocolo de rehabilitación convencional para la rodilla después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior con isquiotibiales (descanso de 30s entre cada serie)

<i>Del 2° hasta 4° mes</i>	
<i>Fortalecimiento muscular (30 mins)</i>	<p><i>Squat: 5 series de 10 repeticiones</i></p> <p><i>Silla: 5 series de 30s</i></p> <p><i>Estocadas: 5 series de 10 repeticiones (cada pierna)</i></p> <p><i>Puente con una pierna: 5 series de 10 repeticiones (cada pierna)</i></p> <p><i>Fire Hydrant: 5 series de 10 repeticiones (cada pierna)</i></p> <p><i>Donkey Kicks: 5 series de 10 repeticiones (cada pierna)</i></p> <p><i>Apertura lateral con BD: 5 series de 10 repeticiones (cada pierna)</i></p> <p><i>Apretar y levantar: 5 series de 10 repeticiones (cada lado)</i></p> <p><i>Puntillas: 5 series de 10 repeticiones</i></p> <p><i>Plancha lateral y de frente: 3 series de 30s</i></p>
<i>Propiocepción (15 mins)</i>	<p><i>Bipedestación sobre una pierna: 5 series de 30s</i></p> <p><i>Bipedestación sobre una pierna con ojos cerrados: 5 series de 30s (cada pierna)</i></p> <p><i>Bipedestación sobre espuma con una pierna: 5 series de 30s</i></p> <p><i>Bipedestación sobre espuma con una pierna y los ojos cerrados: 5 series de 30s (cada pierna)</i></p>
<i>Autoestiramientos (10 mins)</i>	<p><u><i>Cuádriceps:</i></u> <i>Bipedestación sobre una pierna, llevar el pie hacia atrás con la mano opuesta y doblar la rodilla. Mantenerse derecho, doblar la rodilla tanto como sea posible y lleve el muslo hacia atrás para sentir la tensión en la parte delantera del muslo.</i></p> <p><u><i>Isquiotibiales:</i></u> <i>Bipedestación sobre una pierna, la otra pierna estirada y apoyada sobre un taburete, las manos en las caderas, inclinar la pelvis hacia adelante, estirar la espalda, los hombros y la cabeza para mantener la mirada horizontal y la espalda recta y rígida, bajar el tronco hasta que sienta tensión en la parte posterior de los muslos.</i></p> <p><u><i>Glúteos:</i></u> <i>Decúbito prono, cruzar una pierna sobre la otra y tirar de esta última hacia su mismo colocando las manos detrás del muslo o en la rodilla.</i></p> <p><u><i>Abductores:</i></u> <i>Sedestación en el suelo, espalda recta, doblar y cruzar una pierna sobre la otra, luego llevar la rodilla hacia su mismo, espalda recta y el busto hacia el lado de la pierna estirada.</i></p> <p><u><i>Abductores (Butterfly Stretch):</i></u> <i>Sedestación en el suelo con ambos pies juntos. Con la ayuda de los brazos, presionar las rodillas contra el suelo.</i></p> <p><u><i>Tríceps sural:</i></u> <i>Bipedestación apoyándose en una pared con los brazos extendidos y los dedos de los pies apuntando hacia adelante. Extender una pierna hacia atrás, manteniendo el pie apoyado en el suelo. Inclinarsse hacia adelante y doblar lentamente la rodilla de la otra pierna hasta sentir el estiramiento en la parte posterior de la pantorrilla.</i></p>

*Fuente: Elaboración propia*

---

*Del 4° hasta 6° mes*

---

*Fortalecimiento muscular (30 mins)*      *Similar al del 2° hasta 4° mes*

*Propiocepción (15 mins)*      *Similar al del 2° hasta 4° mes*

*Ejercicio de saltos (10 mins)*      *Cuerda de saltar: 5 series de 30s*  
*Saltos de altura sobre las dos piernas: 5 series de 10 repeticiones*  
*Saltos de altura sobre sobre una pierna: 3 series de 10 repeticiones (cada pierna)*  
*Saltos de longitud sobre las dos piernas: 5 series de 10 repeticiones*  
*Saltos de longitud sobre sobre una pierna: 3 series de 10 repeticiones (cada pierna)*  
*Saltos laterales: 5 series de 10 repeticiones (cada pierna)*

*Autoestiramientos (10 mins)*      *Similar al del 2° hasta 4° mes*

---

*BD: bandas elásticas*

*Fuente: Elaboración propia*

El grupo de intervención además del tratamiento convencional comenzará con el trabajo en el dinamómetro isocinético CON-TREX MG. Cada sesión isocinética tiene una duración media de 30 minutos, comienza siempre con un calentamiento en la bicicleta de 10 minutos, y finaliza con autoestiramientos de las diferentes cadenas musculares del miembro inferior.

No se ha encontrado en la literatura un protocolo de rehabilitación isocinética validado para fortalecer los cuádriceps y los isquiotibiales después de la reconstrucción del LCA mediante el autoinjerto semitendinoso y recte interno (técnica con isquiotibiales). El protocolo utilizado en este estudio fue desarrollado por el fisioterapeuta Ludovic Guerrero del centro CHU de Caremeau de Nîmes.

Para la instalación en el dinamómetro, el paciente está sentado en el asiento con el tronco inclinado a 80°, el borde del asiento está a dos dedos de la fosa poplíteica del paciente. El tronco está atado con dos cinturones. El miembro probado tiene un contra soporte distal ubicado tres dedos por encima del maléolo lateral, y el miembro contralateral no está fijo. Las manos del paciente deben estar en los mangos.

Durante el período comprendido entre el 2º mes y el 4º mes, el tratamiento con dinamómetro isocinético se centra en el trabajo de los músculos isquiotibiales. El GI se beneficia de 24 sesiones de rehabilitación de tipo isocinético durante los primeros 2 meses que consisten en un período de calentamiento de 10 minutos con pedaleo, pero también con 2 series de 10 repeticiones de estocadas hacia adelante, del trabajo isocinético (Tabla 2) y para finalizar de un periodo de autoestiramientos de los diferentes grupos musculares del miembro inferior.

Tabla 2: Protocolo de rehabilitación isocinética para la rodilla después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior con isquiotibiales (descanso de 30s entre cada serie)

<i>Del 2º hasta 4º mes</i>	
<i>Ejercicio 1</i>	<i>5 series de 5 reps exc/pasivo (ext/flex) de 50% del MFmaxI (rapidez 5º/s)</i>
<i>Del 4º hasta 6º mes</i>	
<i>Ejercicio 1</i>	<i>4 series de 10 reps con/con (ext/flex) de 60 % del MFmaxC (rapidez 60º/s)</i>
<i>Ejercicio 2</i>	<i>5 series de 15 reps con/con (ext/flex) de 60% del MFmaxC (rapidez 240º/s)</i>
<i>Ejercicio 3</i>	<i>4 series de 5 reps exc/pasivo (ext/flex) de 60% del MFmaxI (rapidez 15º/s)</i>

*MFmaxC: momento de fuerza máxima del cuádriceps (N/m), MFmaxI: momento de fuerza máxima de los isquiotibiales (N/m), con/con: concéntrico/concéntrico, exc/pasivo: excéntrico/pasivo, ext/flex: extensión/flexión.*

*Fuente: Elaboración propia*

Para ambos tipos de tratamiento, el manejo lo realiza el mismo experimentador durante todas las sesiones para un mismo sujeto. Asimismo, es importante subrayar que los pacientes deben realizar los ejercicios sin causar dolor y que la intensidad de las resistencias pasivas y activas, pero también las cargas se establecen para cada sujeto según el nivel inicial y el progreso observado.

## 6. Variables

Las variables se pueden dividir en dos grupos: las variables de descripción de la muestra y las variables de estudio. La primera recogida de datos consistirá en recoger (gracias sobretodo a la anamnesis) los dos tipos de variables respecto a los pacientes y las siguientes permitirían hacer un seguimiento de los participantes a lo largo del estudio.

Tabla 3: Variables de descripción

VARIABLE	TIPO	UNIDAD DE MEDIDA	METODO DE RECOGIDA
Edad	Cuantitativa Discreta	Años	Cuestionario / Anamnesis
Peso	Cuantitativa Continua	Kg	Cuestionario / Anamnesis
Altura	Cuantitativa Continua	m	Cuestionario / Anamnesis
IMC	Cuantitativa Discreta	Kg/m <sup>2</sup>	Cuestionario / Anamnesis
Tratamiento	Cualitativa Dicotómica	Convencional/Isocinético	Estudio

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 4: Variables de estudio

VARIABLE	TIPO	UNIDAD DE MEDIDA	METODO DE RECOGIDA
Dolor	Cuantitativa Discreta	0 – 10	EVA
Estabilidad	Cuantitativa Continua	m	Single Hop Test
Rango de movimiento (ROM)	Cuantitativa Continua	Grados (°)	Goniometría
Fuerza muscular	Cuantitativa Continua	Nm	Dinamómetro isocinético
	Cuantitativa Discreta	0 – 5	Escala de Oxford
Cualidad de vida	Cuantitativa Discreta	0 – 100	Cuestionario SF-36
Esfuerzo percibido	Cuantitativa Discreta	0 – 10	Escala de Borg
Kinesiofobia	Cuantitativa Discreta	17 – 68	Tampa Scale

*Fuente: Elaboración propia*

Todas las variables y las herramientas de medidas están resumidas en las dos tablas (Tabla 1 y Tabla 2) y detalladas al Anexo 3.

El conjunto de variables de descripción y de estudio permiten expresar de manera exhaustiva el estado de salud de cada deportista en todas sus dimensiones, desde el punto de vista del modelo biopsicosocial de la salud.

## 7. Análisis de los registros

Se realizará el análisis de los registros que consistirá en un procedimiento preciso con 5 pasos. Este análisis sirve para evaluar los diferentes objetivos (principal y específicos) del proyecto. Se utilizará el programa de análisis estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para evaluar los siguientes puntos.

Primero, se tiene que verificar si las variables del estudio siguen una distribución normal, por lo tanto, se hará un análisis de las pruebas de la normalidad, por lo que se usará la prueba de Kolmogorov-Smirnov, porque la muestra del presente estudio es de  $n > 30$ . El segundo paso será el análisis de las variables de descripción de la muestra completa. Se calculará los porcentajes, las tablas de contingencia, las medidas de tendencia central y la dispersión (media, mediana, moda, desviación estándar, cuartiles, valor mínima y máxima). El tercer paso será también el análisis de las variables de descripción de la muestra, pero por grupos. Se hará los mismos análisis de los porcentajes, de las tablas de contingencia y de las estadísticas descriptivas.

Después, con los resultados obtenidos se podrá realizar una comparación de medias en muestras relacionadas. Se usará la prueba t-Student por la diferencia de medias (variables con distribución normal) y la prueba no paramétrica de Wilcoxon (variables con distribución no-normal). Por último, se hará una comparación de medias entre grupos: t-Student (variables con distribución normal) y la prueba U de Mann-Whitney (variables con distribución no-normal). Si las variables tienen una diferencia significativa de ( $p < 0,05$ ), se podrá decir que los objetivos específicos son válidos:

- Objetivo principal: corresponde a la variable del dinamómetro isocinético y la escala de Oxford.
- Objetivo específico 1: corresponde a la variable de la EVA.
- Objetivo específico 2: corresponde a la variable del Single Hop Test.
- Objetivo específico 3: corresponde a la variable del rango de movimiento (ROM)
- Objetivo específico 4: corresponde a la variable del SF-36
- Objetivo específico 5: corresponde a la variable de la escala de Borg.
- Objetivo específico 6: corresponde a la variable de la Tampa Scale.

Se podrá decir que el objetivo principal se ha cumplido si los objetivos específicos son aceptables.

## 8. Limitación del estudio

Respecto al estudio, parece importante subrayar ciertos aspectos como sus limitaciones porque estas pueden comprometerlo si no se toman en cuenta o si no se arreglan. Es por eso por lo que es importante identificar estas limitaciones para intentar evitarlas, minimizarlas o corregirlas. Las limitaciones que se podrán encontrar en el estudio serán enumeradas a continuación:

- Duración del estudio: El tiempo será insuficiente para profundizar en el tema estudiado y para ver los efectos del manejo de los pacientes a largo plazo. Una solución que se podría proponer para esta limitación sería dedicar más horas en la realización del estudio y aumentar el tiempo para tener una mejor metodología y continuar hacer el seguimiento de los participantes una vez la intervención acabada con el objetivo ver los efectos a largo plazo del protocolo de este estudio.
- Falta de experiencia de los investigadores: De hecho, los diferentes investigadores de este estudio no tienen mucha experiencia en el ámbito de la investigación científica y realización de estudios. Por lo tanto, una falta de experiencia por parte de estas personas podría interferir y perjudicar con la correcta realización del estudio. Una propuesta para mejorar esta falta de experiencia sería una solución a largo plazo, de hecho, se necesitaría que los investigadores sigan realizar estudios en un futuro cercano y de este modo podrán evitar cometer los mismos errores que hayan cometidos en estudios precedentes. También, una otra solución, esta vez a corto plazo, sería buscar investigadores experimentados que colaboren y ayuden respecto este proyecto.
- Limitaciones específicas de los participantes: Es posible que los participantes que no respeten bien el protocolo del estudio. De hecho, puede ser posible destacar una mala adherencia al tratamiento por parte de los participantes (puede ocurrir que los pacientes olvidan sus citas o no pueden venir a una sesión), ya sea por factores personales, falta de motivación o por otras razones. En ciertos casos, es posible que algunos participantes decidan abandonar el estudio. Todas las situaciones previamente enumeradas respecto a los participantes constituyen posibles limitaciones del estudio ya que todo esto puede generar sesgos. Una propuesta para intentar de mejorar esta limitación sería de verificar la motivación de los participantes antes de empezar el estudio

y tener un grande tamaño de muestra (aunque hay abandonos por parte de los participantes, si la muestra es grande, los resultados pueden seguir representativos mientras que, si la muestra es pequeña, los resultados serán menos significativos).

- Limitaciones económicas: Parece importante subrayar esta limitación, ya que el aspecto económico es un elemento clave en la justificación de este estudio. De hecho, la maquina isocinética, herramienta fundamental del estudio, es muy cara a si misma y no todos los centros pósenla. Por lo tanto, es importante darse cuenta de que si se añade al coste de la maquina el coste del estudio, la suma total será muy cara y podrá generar una barrera no despreciable a la realización del presente estudio.
- Falta de evidencia científica: Por fin, parece importante subrayar la carencia de evidencia científica que relacione los conceptos de fortalecimiento isocinético (maquina isocinética) y rehabilitación del LCA.

Por lo tanto, como sugerencia para futuras investigaciones relacionadas con este tema, seria interesante que se realicen estudios con mayor duración temporal de la investigación y si posible mayor experiencia por parte de los investigadores del estudio.

## **9. Aspectos éticos**

Este estudio se acoge a las recomendaciones de Buena Práctica Clínica, a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (modificada en la 64<sup>a</sup> Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013) y a la normativa legal aplicables. Por tanto, todos los investigadores involucrados firmarán un certificado de haber leído y comprendido esta declaración (ver archivo de Compromiso del investigador, que debe constar en los anexos). En caso necesario, se incorporará a los anexos un formulario de notificación de eventos adversos. Es necesario mantener un control riguroso y continuo de la calidad, que pueda garantizar la exactitud y el rigor científico de los datos obtenidos, manteniendo las condiciones de homogeneidad durante el proceso de recogida de la información. En caso necesario, la creación de un comité logístico permitirá la coordinación adecuada de todos los grupos de estudio y trabajo para contrastar la coordinación científica, el asesoramiento metodológico y la calidad de la información obtenida.

El modelo de información que será proporcionada a los participantes y el tipo de Consentimiento Informado que se solicitará serán especificados en los anexos al efecto.

Asimismo, en los anexos constará, en caso necesario, una Hoja de Renuncia para permitir a los participantes abandonar el estudio en cualquier momento. Todos los participantes serán verbalmente informados durante el proceso de inclusión en el estudio por parte de uno de los investigadores y les será solicitado el Consentimiento Informado.

En todo momento se deben mantener las normas más estrictas de conducta profesional y confidencialidad, y el cumplimiento del Reglamento 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas (RGPD) y Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales (LOPD-GDD). El derecho del participante a la confidencialidad es primordial. La identidad del participante en los documentos del estudio debe ser codificada, y únicamente las personas autorizadas tendrán acceso a detalles personales identificables en el caso en que los procedimientos de verificación de datos exijan la inspección de estos detalles. Los detalles personales identificables se deberán de mantener siempre confidenciales y únicamente tendrán acceso a ellos el investigador principal, el promotor y las personas autorizadas por éstos y las Autoridades Sanitarias correspondientes.

## **VI. Utilidad de los resultados en la práctica**

Si se pudiera confirmar la hipótesis planteada en este estudio, daría informaciones muy importantes y relevantes sobre el manejo de la ligamentoplastia del LCA. De hecho, el objetivo del presente estudio es demostrar que, gracias a su precisión, su seguridad y su adaptabilidad, la maquina isocinética es una herramienta clave para el manejo de las ligamentoplastias del LCA en comparación a una rehabilitación convencional. Por lo tanto, los resultados de este estudio permitirían comprobar si existe una diferencia de duración de tratamiento entre un paciente que seguiría el protocolo convencional y un paciente que seguiría el protocolo convencional más un fortalecimiento isocinético. Respecto las maquinas isocinéticas, es importante acordarse de que no todos los centros y no todos los fisioterapeutas pueden disponer de esta maquina debido a su coste.

Entonces, la primera utilidad de este estudio seria comprobar si existe una diferencia entre los tratamientos para proponer más evidencia para la generalización del uso de la

maquina isocinética en el manejo de las ligamentoplastias del LCA (para todos los deportistas y no solo los profesionales).

Además, es importante también subrayar que para los futbolistas (y los deportistas en general) que sufren de una rotura del ligamento cruzado anterior, tratada gracias a una plastia de isquiotibiales necesitan entre 7 y 10 meses antes de volver al campo para entrenar y competir. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es demostrar que el uso de la maquina isocinética puede reducir el tiempo de reeducación de los deportistas, con el objetivo volver al campo más pronto. Es imprescindible darse cuenta de que para un deportista (que sea profesional o amateur), esperar entre 7 – 10 meses antes de volver al campo es muy difícil y desmotivador. Además, un deportista (profesional o amateur), cuando se lesiona esta muy afectado tanto al nivel físico como al nivel psicológico, por eso, el hecho de poder volver al campo más rápidamente con seguridad permitirá mejorar la calidad de vida del paciente. Por lo tanto, si la hipótesis de este estudio se confirmara, otras utilidades de este serian una reducción considerable del tiempo de rehabilitación de los deportistas, una vuelta al campo más temprana con seguridad y por consiguiente una mejora de la calidad de vida de los pacientes.

Finalmente, si la hipótesis del estudio se aceptara, como hemos visto previamente, se podría pretender disminuir el numero de sesiones (las horas) de rehabilitación postoperatorias y, por lo tanto, esto podría generar beneficios para el sistema sanitario al nivel económico.

## VII. Bibliografía

1. Dufour M, Gillot C. Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 1, Membre inférieur. Elsevier Masson; 2015. 552 p.
2. Haute Autorité De Santé (HAS). Commission nationale d'évaluation des dispositifs médicaux et des technologies de santé. 2012;
3. Diermeier T, Rothrauff BB, Engebretsen L, Lynch AD, Ayeni OR, Paterno M V., et al. Treatment after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 1 août 2020 [cité 7 mars 2022];28(8):2390-402. Disponible sur: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-020-06012-6>
4. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 19 juill 2009 [cité 7 mars 2022];17(7):705-29. Disponible sur: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00167-009-0813-1>
5. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, Yut L, Galloway MT, Heidt RS, et al. Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification. *J Athl Train* [Internet]. 1 mai 2019 [cité 7 mars 2022];54(5):472-82. Disponible sur: <https://meridian.allenpress.com/jat/article/54/5/472/421063/Anterior-Cruciate-Ligament-Injury-Risk-in-Sport-A>
6. Di Benedetto P, Di Benedetto E, Fiocchi A, Beltrame A, Causero A. Causes of Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Revision Surgical Strategies. *Knee Surg Relat Res* [Internet]. 1 déc 2016 [cité 7 mars 2022];28(4):319-24. Disponible sur: <http://www.jksrr.org/journal/view.html?doi=10.5792/ksrr.16.007>
7. Boden BP, Dean CS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*. 2000;23(6):573-8.
8. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* [Internet]. 1995 [cité 7 mars 2022];23(6):694-701. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8600737/>
9. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet]. 2010 [cité 7 mars 2022];18(9):520-7. Disponible sur:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20810933/>
10. Lustig S, Servien E, Parratte S, Demey G, Neyret P. Lésions ligamentaires récentes du genou de l'adulte. 2013 [cité 7 mars 2022]; Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/S0246-0521>
  11. Lohmander LS, Östenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum.* oct 2004;50(10):3145-52.
  12. Seitz H, Marlovits S, Wielke T, Vécsei V. [Meniscus lesions after isolated anterior cruciate ligament rupture] - PubMed. *Wien Klin Wochenschr* [Internet]. 29 nov 1996 [cité 7 mars 2022];108(22):727-30. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9157718/>
  13. Joy SM. Osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: The quadriceps question. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. juill 2009 [cité 7 mars 2022];37(3):112. Disponible sur: [https://journals.lww.com/acsm-essr/Fulltext/2009/07000/Osteoarthritis\\_After\\_Anterior\\_Cruciate\\_Ligament.2.aspx](https://journals.lww.com/acsm-essr/Fulltext/2009/07000/Osteoarthritis_After_Anterior_Cruciate_Ligament.2.aspx)
  14. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: Osteoarthritis. *Am J Sports Med* [Internet]. 30 oct 2007 [cité 7 mars 2022];35(10):1756-69. Disponible sur: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546507307396>
  15. Keays SL, Newcombe PA, Bullock-Saxton JE, Bullock MI, Keays AC. Factors Involved in the Development of Osteoarthritis after Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Am J Sports Med* [Internet]. 1 mars 2010 [cité 7 mars 2022];38(3):455-63. Disponible sur: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546509350914>
  16. Louboutin H, Debarge R, Richou J, Selmi TAS, Donell ST, Neyret P, et al. Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: A review of risk factors. *Knee* [Internet]. 1 août 2009 [cité 7 mars 2022];16(4):239-44. Disponible sur: <http://www.thekneejournal.com/article/S0968016008002019/fulltext>
  17. Duthon V, Messerli G, Menetrey J. Reconstruction du ligament croisé antérieur : indications et techniques. *Rev Med Suisse* [Internet]. 17 déc 2008 [cité 7 mars 2022];184:2744-8. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2008/revue-medicale-suisse-184/reconstruction-du-ligament-croise-anterieur-indications-et-techniques>
  18. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med* [Internet]. oct 2005 [cité 23 avr 2022];33(10):1579-602. Disponible sur:

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16199611/>
19. Ayala-Mejías J, García-Estrada G, Alcocer Pérez-España L. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta ortopédica Mex* [Internet]. 2014 [cité 7 mars 2022];28(1):57-67. Disponible sur: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2306-41022014000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022014000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  20. Pinheiro JP. Traitement conservateur de la rupture du ligament croisé antérieur. *J Traumatol du Sport*. 1 déc 2007;24(4):222-6.
  21. Vaamonde D, Vega Lozano A, Canales Domínguez A, Barossi J. Prevención y tratamiento de lesiones de ligamento cruzado anterior relacionadas con el deporte. *Rev Andaluza Med del Deport* [Internet]. 6 juin 2019 [cité 7 mars 2022];12(4):381-5. Disponible sur: <https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs/index.php/ramd/article/view/585/1001>
  22. Hoppenfeld S. Exploración física de la columna vertebral y las extremidades [Internet]. 34<sup>e</sup> éd. Manual Moderno, éditeur. Mexico; 1979 [cité 7 mars 2022]. Disponible sur: <http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros12/libro144.pdf>
  23. Benjaminse A, Gokeler A, Van Der Schans CP. Clinical Diagnosis of an Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Meta-analysis. <https://doi.org/10.2519/jospt20062011> [Internet]. 1 mai 2006 [cité 7 mars 2022];36(5):267-88. Disponible sur: <https://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2006.2011>
  24. Galway R, Beaupre A, MacIntosh D. Pivot shift: a clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. *J Bone Jt Surg Br*. 1972;54:763-4.
  25. O'Shea KJ, Murphy KP, Heekin RD, Herzwurm PJ. The diagnostic accuracy of history, physical examination, and radiographs in the evaluation of traumatic knee disorders. *Am J Sports Med* [Internet]. 23 avr 1996 [cité 7 mars 2022];24(2):164-7. Disponible sur: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354659602400208>
  26. Haute Autorité De Santé (HAS). RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES Critères de suivi en rééducation et d'orientation en ambulatoire ou en SSR Après ligamentoplastie du croisé antérieur du genou [Internet]. 2008 [cité 7 mars 2022]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/reeducation\\_genou\\_lca\\_-\\_recommandations.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/reeducation_genou_lca_-_recommandations.pdf)
  27. Levin A, Wyman J. The viscous elastic properties of muscle. *Proc R Soc London Ser B, Contain Pap a Biol Character* [Internet]. 1 avr 1927 [cité 8 mars 2022];101(709):218-43. Disponible sur:

- <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rspb.1927.0014>
28. Hislop H, Perrine J. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* [Internet]. 1967 [cité 8 mars 2022];47(2):114-7. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6045281/>
  29. Pereira MT, Della Villa S, Roi GS. Rehabilitación isocinética tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA). *Arch Med del Deport*. 2005;22(105):19-25.
  30. Hammami N, Coroian FO, Julia M, Amri M, Mottet D, Hérisson C, et al. Isokinetic muscle strengthening after acquired cerebral damage: A literature review. *Ann Phys Rehabil Med*. 1 mai 2012;55(4):279-91.
  31. Jee Y-S, Jee Y-S. Usefulness of measuring isokinetic torque and balance ability for exercise rehabilitation. *J Exerc Rehabil* [Internet]. 24 avr 2015 [cité 8 mars 2022];11(2):65-6. Disponible sur: <http://www.e-er.org/journal/view.php?number=2013600181>
  32. Roi G, Respizzi S, Buselli P. *L'esercizio isocinetico*. Alea Edizi. Milano; 1998. 99 p.
  33. Beaufils P, Hulet C, Haute Autorité De Santé (HAS). Prise en charge thérapeutique des lésions méniscales et des lésions isolées du ligament croisé antérieur du genou chez l'adulte. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice l'Appareil Moteur*. 2008;94(8):787-91.
  34. ATIH (Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation). Publication officielle du contenu des bases PMSI MCO. 2018.
  35. van Grinsven S, van Cingel REH, Holla CJM, van Loon CJM. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2010 [cité 18 avr 2022];18(8):1128-44. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20069277/>
  36. Katz J, Melzack R. Measurement of pain. *Surg Clin North Am* [Internet]. 1999 [cité 29 avr 2022];79(2):231-52. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10352653/>
  37. Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain* [Internet]. 1986 [cité 29 avr 2022];27(1):117-26. Disponible sur: [https://journals.lww.com/pain/Fulltext/1986/10000/The\\_measurement\\_of\\_clinical\\_pain\\_intensity\\_\\_a.10.aspx](https://journals.lww.com/pain/Fulltext/1986/10000/The_measurement_of_clinical_pain_intensity__a.10.aspx)
  38. Jaccard H, Pichonnaz C. Critères objectifs pour la reprise du sport après ligamentoplastie du LCA. *Kiné Sci*. 2015;564(April):15-24.
  39. Gandbhir VN, Cunha B. Goniometer. *Elem der Phys und Chem Kryst* [Internet]. 11 juin 2021 [cité 19 mai 2022];342-6. Disponible sur:

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558985/>
40. Hancock GE, Hepworth T, Wembridge K. Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *J Exp Orthop* [Internet]. 1 déc 2018 [cité 20 mai 2022];5(1). Disponible sur: [/pmc/articles/PMC6195503/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28179062/)
  41. Dietz MJ, Sprando D, Hanselman AE, Regier MD, Frye BM. Smartphone assessment of knee flexion compared to radiographic standards. *Knee* [Internet]. 1 mars 2017 [cité 19 mai 2022];24(2):224-30. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28179062/>
  42. Naqvi U, Sherman A I. Muscle Strength Grading. *StatPearls* [Internet]. 2 sept 2021 [cité 20 mai 2022]; Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436008/>
  43. F. P. Kendall and E. K. McCreary "Muscles, Testing and Function" (Third Edition) - PMC [Internet]. [cité 20 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1858872/>
  44. Edouard P. Isocinétique Appliquée Aux Pathologies [Internet]. Guide d'isocinétisme. Elsevier Masson SAS; 2016 [cité 29 avr 2022]. 203-221 p. Disponible sur: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-2-294-74591-1/00008-4>
  45. García AM, Santibáñez M, Soriano RESUMEN G, García García AM. USE OF A PERCEIVED HEALTH QUESTIONNAIRE (SF-36) FOR WORKERS' HEALTH SURVEILLANCE Correspondencia. *Arch Prev Riesgos Labor*. 2004;7(3):88-98.
  46. Ware JEJ, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*. 1992;30:473-83.
  47. Osta N El, Kanso F, Saad R, Khabbaz LR, Fakhouri J, Osta L El. Validation du SF-36, questionnaire générique de la qualité de vie liée à la santé chez les personnes âgées au Liban. *East Mediterr Heal J*. 2019;25(10):706.
  48. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sport Exerc*. 1982;14(5):377-81.
  49. Hudes K. The Tampa Scale of Kinesiophobia and neck pain, disability and range of motion: a narrative review of the literature. *J Can Chiropr Assoc* [Internet]. sept 2011 [cité 3 mai 2022];55(3):222. Disponible sur: [/pmc/articles/PMC3154068/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23031396/)
  50. Tkachuk GA, Harris CA. Psychometric properties of the Tampa Scale for Kinesiophobia-11 (TSK-11). *J pain* [Internet]. oct 2012 [cité 18 mai 2022];13(10):970-7. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23031396/>
  51. Gómez-Pérez L, López-Martínez AE, Ruiz-Párraga GT. Psychometric Properties of the Spanish Version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK). *J pain* [Internet]. avr 2011 [cité 18 mai 2022];12(4):425-35. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20926355/>

## VIII. Anexos

### Índex:

1. Tablas.....	2
1.1 Tabla 1: Clasificación del tipo de actividad según el Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC) .....	2
1.2 Tabla 2: Elección del injerto según el Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC) .....	2
2. Cálculo de la muestra.....	3
3. Instrumentos y métodos de medida.....	3
3.1 Escala Visual Analógica (EVA).....	3
3.2 Single Hop for Distance.....	4
3.3 Goniometría.....	5
3.4 Escala de Oxford.....	6
3.5 Dinamómetro isocinético.....	7
3.6 Cuestionario SF-36 (The Short Form (36) Health Survey) .....	9
3.7 Escala de Borg o Escala del esfuerzo percibido.....	10
3.8 Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK) .....	11

## 1. Tablas

1.1 Tabla 1: Clasificación del tipo de actividad según el Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC).(17)

<b>Tipo de actividad según el IKDC</b>	
Actividades tipo I	Fútbol, baloncesto, voleibol (deportes de contacto y de pivote)
Actividades tipo II	Esquí, tenis Trabajador manual pesado
Actividades tipo III	Correr Trabajador manual ligero
Actividades tipo VI	Sedentario

1.2 Tabla 2: Elección del injerto según el Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC).(17)

	<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>	<b>Propiedades</b>	<b>Candidatos</b>
<b>Tendón rotuliano</b>	- Excelente resistencia  - Integración hueso – hueso	- Dolor previo  - Cicatriz	- Resistencia 2900N - Rigidez 685 N/mm	- Deportistas (IKDC I - II): fútbol, baloncesto, voleibol - Trabajo manual pesado
<b>Tendón cuadriceps</b>	- Excelente resistencia - Integración híbrida hueso – hueso y hueso – tendón	- Dolor previo	- Resistencia 2900N - Rigidez 685 N/mm	- Deportistas (IKDC I - II): esquí alpino - Reconstrucciones de ligamentos múltiples - Trabajar de rodillas
<b>Tendón de los músculos isquiotibiales</b>	- Baja morbilidad en el sitio de muestreo	- Integración hueso – tendón	- Resistencia 4090N - Rigidez 776N/mm	- Deportistas aficionados - Mujer joven - Trabajar de rodillas
<b>Aloinjerto</b>	- Sin muestreo sobre pacientes	- Riesgo de transmisión de enfermedades	- Dependiente de la calidad del injerto	- Pacientes de edad avanzada - Indicaciones especiales - Reconstrucciones de ligamentos múltiples

## 2. Cálculo de la muestra



### Calculadora de tamaño de muestras para tu investigación

Con esta calculadora podrás cuantificar de forma rápida y efectiva el tamaño de la muestra de tu siguiente investigación. Sin duda, utilizarla te permitirá ahorrar una gran cantidad de tiempo. Así que sácale el máximo provecho y utilízala cada vez que sea necesario.

#### Calculadora de muestra

Nivel de Confianza:  95%  99%

Margen de Error:

Población:

Tamaño de Muestra:

## 3. Instrumentos y métodos de medida

### 3.1 Escala Visual Analógica (EVA)

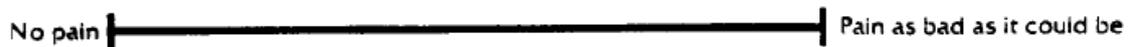
La Escala Visual Analógica (EVA) es una escala elaborada para medir la intensidad del dolor. Consiste en una línea horizontal o vertical de 10 cm con los dos puntos finales etiquetados "sin dolor" y "peor dolor nunca" (o descripciones verbales similares). Los pacientes deben colocar una marca en la línea de 10 cm en un punto que corresponda al nivel de intensidad del dolor que sienten. La distancia en centímetros desde el extremo inferior de la EVA hasta la marca del paciente se utiliza como índice numérico de la intensidad del dolor. La puntuación de esta escala es de 0 hasta 10. La correspondencia entre el nivel de EVA y la intensidad del dolor es la siguiente:

- De 0 hasta 3: dolor leve
- De 3 hasta 5: dolor moderado
- De 5 hasta 7: dolor intenso
- > 7: dolor extremadamente intenso

Las ventajas de esta escala son que es una escala de autoevaluación simple, reproducible, sensible a las variaciones de la intensidad dolorosa, que ofrece una selección de respuestas que el paciente no puede memorizar de una evaluación a otra.

Los inconvenientes son que esta escala solo mide la intensidad del dolor e ignora las otras dimensiones del dolor. Cerca del 20% de los pacientes no entienden esta escala (niños, ancianos, pacientes con limitaciones de atención o de abstracción). La escala no es adecuada para todos los pacientes (discapacitados visuales, etc.).(36)

Figura 1: Escala Visual Analógica (EVA)(37):



### 3.2 Single Hop for Distance(38)

En esta prueba se pide al paciente desde la posición inicial (Figura 2) que salte lo más lejos posible sin impulso sobre una pierna, sin perder el equilibrio, aterrizando con firmeza y sin recuperar el apoyo. La posición debe mantenerse durante 2 segundos para que se valide la prueba. La distancia se mide desde la línea de salida hasta el talón del tramo de aterrizaje (Figura 3). El objetivo es tener una diferencia de menos del 10% en la distancia de salto entre el miembro lesionado y el miembro sano.

Los resultados brutos medidos (distancia) para cada MI probado se utilizan para calcular un índice de simetría (LSI para "Limb symmetry index"). El LSI se usa con mayor frecuencia para evaluar si el rendimiento de salto es normal o no, es decir, para determinar si el MI operado es o no tan bueno como el MI sano. El LSI, por lo tanto, permite determinar la importancia del déficit del IM operado en comparación con el lado sano. En un sujeto sano, el ISL varía entre el 85 % y el 100 %. Cuando el LSI es superior al 85%, el rendimiento funcional se considera normal.

Figure 2: Posición inicial

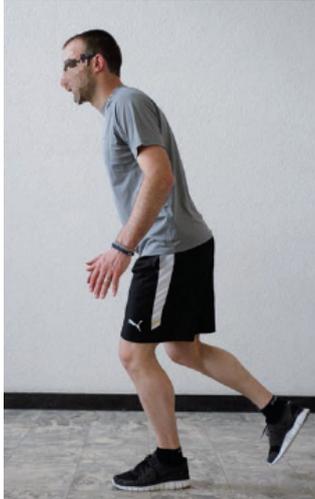


Figure 3: Single Hop for Distance



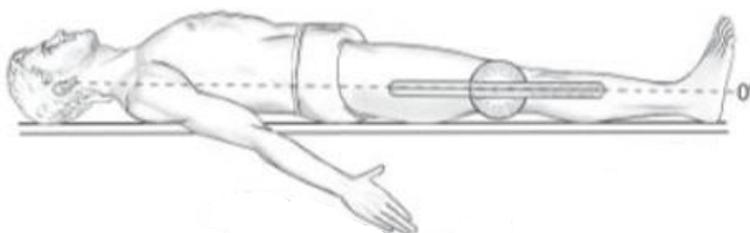
### 3.3 Goniometría

La goniometría es el arte y la ciencia de medir las distancias articulares en cada plano de la articulación. El término "goniometría" tiene su origen en dos palabras griegas, "gonia", que significa ángulo, y "metron", que significa medir. Para **medir/valorar?** el movimiento angular de una articulación, con mayor frecuencia se usa un instrumento llamado goniómetro. El goniómetro universal se presenta de dos formas: brazo corto y brazo largo. En el caso de medir el rango de movimiento de la articulación de la rodilla, articulación con palancas largas, el goniómetro más preciso y adecuado es el goniómetro de brazo largo.(39)

Los puntos de referencia para la goniometría son los siguientes: brazo fijo apuntando al trocánter mayor del fémur; eje en el epicóndilo lateral del fémur; y moviendo el brazo apuntando hacia el maléolo lateral de la fibula. Los movimientos para evaluar serán: la flexión y la extensión.(40) El protocolo para la realización de las mediciones será el siguiente:

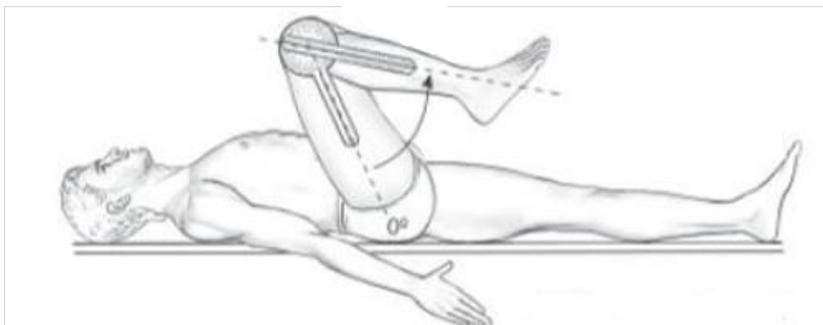
- Balance articular extensión de rodilla: El paciente se colocará en decúbito supino y se pedirá que se realice una extensión de rodilla. El fisioterapeuta colocará el eje del goniómetro en el epicóndilo lateral del fémur, de modo que el brazo fijo del goniómetro irá en dirección del trocánter mayor del fémur y la parte móvil del goniómetro, en dirección del maléolo lateral de la fibula. Una vez el goniómetro colocado se tiene que recoger las medidas de los ángulos.(40)

Figura 4: Valoración del balance articular de la rodilla en extensión



- Balance articular flexión de rodilla: El paciente se colocará decúbito supino con flexión de cadera y se pedirá que realice una flexión de rodilla. El fisioterapeuta colocará el eje del goniómetro en el epicóndilo lateral del fémur, de modo que el brazo fijo del goniómetro irá en dirección del trocánter mayor del fémur y la parte móvil del goniómetro, en dirección del maléolo lateral de la fibula. Una vez el goniómetro colocado se tiene que recoger las medidas de los ángulos.(40)

Figura 5: Valoración del balance articular de la rodilla en flexión



Es importante tomar en cuenta que el rango de movimiento es uno de los resultados clave y las variables medibles de cualquier procedimiento de rodilla. Se necesitan 67° de flexión para una marcha normal, 83° para subir y 90° para bajar escaleras, 93° para pararse en posición sentada y 105° para atarse los zapatos.(41)

### 3.4 Escala de Oxford

El método más comúnmente aceptado para evaluar la fuerza muscular es la escala de Oxford (también conocida como “Medical Research Council Manual Muscle Testing scale”). Este método consiste en evaluar los músculos clave de las extremidades superiores e inferiores contra la resistencia del examinador.(42) Dependiendo su interpretación el examinador adjudicará al paciente un valor del 0 al 5 tal y como se detalla en la siguiente tabla:

Figure 6: Escala de Oxford(43)

Grado	Descripción	Interpretación
0	Ausencia de Movimiento y Contracción	Parálisis Total
1	Débil contracción en zona tendinosa, sin movimiento	Parálisis Parcial
2	Movimiento en todo el ROM sin gravedad	Déficit de movimiento
3	Movimiento en todo el ROM con gravedad	Movimiento
4	Movimiento en todo el ROM con gravedad + resistencia moderada	Movimiento voluntario
5	Movimiento en todo el ROM con gravedad + resistencia máxima	Músculo normal

Los músculos evaluados serán el cuádriceps y los isquiotibiales porque son los que realizan la función principal de la flexo-extensión de rodilla y dan la máxima estabilidad a la articulación. Para la realización del balance muscular, el paciente será en sedestación, si se evalúa el cuádriceps el paciente hará una extensión de rodilla y si se evalúan los isquiotibiales hará una flexión de rodilla contra la posible resistencia del examinador.

### 3.5 Dinamómetro isocinético

La evaluación de la fuerza muscular isocinética es actualmente el “Gold Standard” de la evaluación muscular. El principio de la isocinética se rige por el control de la velocidad (la velocidad es constante durante todo el movimiento) y la sujeción de la resistencia (hay una adaptación de la resistencia en cualquier punto del movimiento para que sea igual a la fuerza desarrollada por el sujeto). La isocinética permite una medida dinámica objetiva, fiable, cuantitativa y cualitativa, reproducible, de la fuerza muscular, con control de la trayectoria, de la amplitud articular, de la velocidad angular, y seguridad para el sujeto por autoadaptación de la resistencia. De hecho, la máquina se adapta a la fatiga, el dolor y los cambios musculoesqueléticos, lo que permite resaltar cualquier patología o déficit muscular.(44)

### **Protocolo de evaluación isocinética de la rodilla elaborado por Ludovic Guerrero (fisioterapeuta del centro):**

#### Reproductibilidad:

- Sentado, tronco inclinado a 80°
- Tronco atado
- Miembro colateral no fijado



### 3.6 Cuestionario SF-36 (The Short Form (36) Health Survey)

El cuestionario SF-36 es una medida genérica, ampliamente utilizado y autoadministrado por el paciente, creado para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en la población general. Hoy en día, el SF-36 es el instrumento genérico más utilizado para medir la calidad de vida.(45) Fue desarrollado como parte del Estudio de Resultados Médicos (un estudio de dos años de pacientes con condiciones crónicas). El SF-36 incluye una escala de ítems múltiples que evalúa ocho conceptos de salud: 1. limitaciones en la actividad física por problemas de salud; 2. limitaciones en las actividades sociales por problemas físicos o emocionales; 3. limitaciones en las actividades habituales del rol debido a problemas de salud física; 4. dolor corporal; 5. salud mental general (malestar psicológico y bienestar); 6. limitaciones en las actividades habituales del rol debido a problemas emocionales; 7. vitalidad (energía y fatiga); y 8. percepciones generales de salud.(46) Los ítems del SF-36 se dividen en 8 dominios diferentes:

#### Componente físico:

- Actividad física (10 artículos)
- Limitaciones por condición física (4 ítems)
- Dolor físico (2 artículos)
- Salud percibida (5 ítems)

#### Componente mental:

- Vida y relaciones con los demás (2 ítems)
- Salud psíquica (5 artículos)
- Limitaciones por estado mental (3 ítems)
- Vitalidad (4 artículos)

#### Otro:

Evolución de la salud percibida (2 preguntas): se pide a los encuestados que evalúen su estado de salud actual comparándolo con su estado de salud un año antes. Estas dos preguntas están separadas de las 8 subescalas y no se puntúan.

Hay 11 preguntas en el SF-36, con 36 ítems en total. Con la excepción de las preguntas sobre el cambio de salud general, se les pide a los clientes que respondan en base a las últimas 4 semanas.(45)

El puntaje para cada dimensión del SF-36 varía de 0 a 100. Un puntaje bajo refleja una percepción de mala salud, pérdida de función, presencia de dolor. Una puntuación alta refleja una percepción de buena salud, ausencia de déficit funcional y dolor.(47)

**Figura 5: Contenidos del cuestionario de salud percibida SF-36(45)**

ESCALA	RESUMEN DEL CONTENIDO	Nº DE PREGUNTAS O ÍTEMS
<b>Función física</b>	Grado en que la salud limita las actividades físicas tales como el autocuidado, caminar, subir escaleras, inclinarse, coger o llevar pesos y los esfuerzos moderados e intensos	10
<b>Rol físico</b>	Grado en que la salud física interfiere en el trabajo y otras actividades diarias, incluyendo rendimiento menor que el deseado, limitación en el tipo de actividades realizadas o dificultad en la realización de actividades	4
<b>Dolor corporal</b>	Intensidad del dolor y su efecto en el trabajo habitual, tanto fuera de casa como en el hogar	2
<b>Salud general</b>	Valoración personal de la salud, que incluye la salud actual, las perspectivas de salud en el futuro y la resistencia a enfermarse	5
<b>Vitalidad</b>	Sentimiento de energía y vitalidad, frente al sentimiento de cansancio y agotamiento	4
<b>Función social</b>	Grado en que los problemas de salud física o emocional interfieren en la vida social habitual	2
<b>Rol emocional</b>	Grado en que los problemas emocionales interfieren en el trabajo u otras actividades diarias	3
<b>Salud mental</b>	Salud mental general, incluyendo depresión, ansiedad, control de la conducta o bienestar general	5
<b>Evolución de la salud</b>	Valoración de la salud actual comparada con la de un año atrás	1

### **3.7 Escala de Borg o Escala del esfuerzo percibido**

La escala de Borg o la escala del esfuerzo percibido (RPE) es una medida cuantitativa del esfuerzo percibido durante el ejercicio físico, introducida alrededor de 1970 por el profesor Borg. Inicialmente se denominó Escala de Esfuerzo Percibido (RPE por sus siglas en inglés) con una escala progresiva de 6 a 20. Posteriormente en el año 1982, Borg desarrolla una escala de 0 a 10 (CR-10 Category Scale for the Rating of Perceived Exertion), en la que 0 represente la percepción de ausencia de esfuerzo y 10 la percepción del máximo esfuerzo posible.

Esta escala siendo actualmente la más utilizada debido a su carácter más práctico. Esta medición global se basa en las sensaciones físicas y psíquicas de la persona, tiene en cuenta el estado físico, las condiciones ambientales y el nivel de fatiga general. La

percepción de esfuerzo físico describe la intensidad de las exigencias físicas a las que están expuestos los deportistas, por lo tanto, es un buen reflejo de la aparición de fatiga muscular y/o de trastornos musculoesqueléticos.(48)

Figura 6: Escala de Esfuerzo Percibido de Borg

0	Reposo total
1	Esfuerzo muy suave
2	Suave
3	Esfuerzo moderado
4	Un poco duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Esfuerzo máximo

### 3.8 Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK)

La kinesiofobia es un término introducido por Miller, Kori y Todd en 1990. La escala Tampa para Kinesiofobia (TSK) es un cuestionario de 17 ítems utilizado para evaluar la calificación subjetiva de kinesiofobia o miedo al movimiento.

El cuestionario original se desarrolló para "discriminar entre el miedo no excesivo y la fobia entre pacientes con dolor musculoesquelético crónico". Esta escala es una medida psicométrica válida y confiable. Inicialmente utilizada para medir el miedo al movimiento relacionado con el dolor lumbar crónico, el TSK se ha utilizado cada vez más para el dolor relacionado con diferentes partes del cuerpo. El TSK es un cuestionario autocompletado y la puntuación total de la escala varía de 17-68, donde 17 significa que no hay kinesiofobia, 68 significa kinesiofobia severa y la puntuación  $\pm 37$  indica que hay kinesiofobia. Los puntajes más altos indican un grado creciente de kinesiofobia.(49)

Existe otra versión abreviada válida y fiable de la escala que consta de 11 ítems. La versión abreviada TSK-11 mantiene los ítems 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 15 y 17 de la escala original y su puntaje oscila entre 11 y 44.(50)

Figura 7: Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK-11)(51)

**INSTRUCCIONES:** a continuación se enumeran una serie de afirmaciones. Lo que Ud. ha de hacer es indicar hasta qué punto eso ocurre en su caso según la siguiente escala:

	1	2	3	4
	<b>Totalmente en desacuerdo</b>			<b>Totalmente de acuerdo</b>
1. Tengo miedo de lesionarme si hago ejercicio físico.	1	2	3	4
2. Si me dejara vencer por el dolor, el dolor aumentaría.	1	2	3	4
3. Mi cuerpo me está diciendo que tengo algo serio.	1	2	3	4
4. Tener dolor siempre quiere decir que en el cuerpo hay una lesión.	1	2	3	4
5. Tengo miedo a lesionarme sin querer.	1	2	3	4
6. Lo más seguro para evitar que aumente el dolor es tener cuidado y no hacer movimientos innecesarios.	1	2	3	4
7. No me dolería tanto si no tuviese algo serio en mi cuerpo.	1	2	3	4
8. El dolor me dice cuándo debo parar la actividad para no lesionarme.	1	2	3	4
9. No es seguro para una persona con mi enfermedad hacer actividades físicas.	1	2	3	4
10. No puedo hacer todo lo que la gente normal hace porque me podría lesionar con facilidad.	1	2	3	4
11. Nadie debería hacer actividades físicas cuando tiene dolor.	1	2	3	4

## **IX. Agradecimientos**

Me parece imprescindible agradecer a varias personas por la ayuda y el apoyo que me ofrecieron durante la realización de mi trabajo de final de grado.

En primer lugar, quiero agradecer a mi tutora Anna Andreu Povar por su competencia, su disponibilidad, su paciencia y sobretodo por sus consejos que me ayudaron considerablemente en la elaboración de este trabajo.

En segundo lugar, agradezco mis padres por darme una oportunidad de poder ejercer la profesión de mis sueños y a mi familia por apoyarme y creer en mí. También, quería agradecer a mi novio por haber sido a mi lado durante mi formación, su ayuda fue invaluable para la ejecución de mi trabajo de final de grado.

Además, me parece indispensable agradecer a la Universidad de Vic por sus infraestructuras modernas y sus buenas condiciones de enseñanza. También agradezco todo el equipo de profesores por su tiempo, su paciencia, su disponibilidad y conocimientos. Gracias por enseñarme las bases y valores de la fisioterapia que utilizaré a lo largo de mi carrera. Estos cuatro años han sido muy intensos, gratificantes, ricos en experiencia y permanecerán en mi memoria por siempre.

También, quería agradecer a mis amigos y mis compañeros de clase con quienes pasé 4 años. Gracias sobretodo a mis compañeros catalanes por integrarme y ayudarme con paciencia a mejorar a nivel del idioma. Trabajar junto a ellos fue para mi un verdadero placer y una verdadera oportunidad progresar.

Finalmente, me gustaría agradecer a Cataluña, y más particularmente a la ciudad de Vic, por permitirme estudiar en un ambiente agradable y propicio para el éxito.

## **X. Nota final del autor**

El Trabajo de Fin de Grado es un trabajo de larga duración (un año) y muy absorbente que permite abordar lo que es el ámbito de la investigación científica. Aunque puede parecer una tarea sencilla, es importante darse cuenta de que requiere tiempo, esfuerzo y perseverancia. Según mi punto de vista, fue un trabajo muy interesante y motivador porque tuvimos la oportunidad de elegir el tema y por lo tanto esto nos da curiosidad porque, en mi caso, quería saber si mi hipótesis se confirmará o no y que podrían ser los resultados finales de mi estudio.

Respecto al ámbito de la investigación, antes de la realización de este trabajo no tenía muchos conocimientos, solo lo que vi en la asignatura "Elaboración de proyecto" del segundo semestre del tercer curso. Gracias a este estudio, pude entender mejor en qué consiste la investigación y qué nivel de trabajo personal y exigencia se requieren.

Durante la realización de este trabajo, encontré algunas dificultades a diferentes niveles (por ejemplo: para la explicación del protocolo con máquina isocinética, para encontrar artículos respecto al tema o bien para el análisis estadístico de los resultados). Pero esto me permitió reflexionar, demostrar sentido común y explorar otras formas para encontrar soluciones y conseguir mis objetivos, lo que fue para mí una experiencia rica y instructiva tanto al nivel teórico como práctico.

Además, pude profundizar mis conocimientos respecto a la fisioterapia deportiva, lo que me servirá en mi profesión de fisioterapeuta. Mucho más que demostrar la eficacia del manejo de las ligamentoplastias del LCA con máquina isocinética, este estudio puede servir a generalizar su utilización en la rehabilitación de todos los deportistas y no únicamente de los deportistas profesionales. Como me gustaría trabajar más tarde en el ámbito de la fisioterapia deportiva, ya que la rotura del LCA es una lesión muy frecuente, es en este sentido que este estudio podrá beneficiar en mi futuro trabajo.

También, pienso que no se tiene que olvidar la investigación científica porque es uno de los pilares de nuestra intervención junto con la experiencia clínica y las preferencias del paciente (conceptos básicos de la Medicina basada en la Evidencia). Por lo tanto, como profesionales de la salud y más específicamente como fisioterapeutas, me parece importante centrarnos también en el ámbito de la investigación para dar validez y evidencia científica a nuestra práctica cual sea nuestro ámbito profesional.