



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Eficacia de las medidas preventivas en la recidiva lesional tras ligamentoplastia del LCA en el deporte: revisión sistemática

Efficacy of preventive measures in injury recurrence after ACL ligamentoplasty
in sports: a systematic review

Eficacia das medidas preventivas na recidiva lesional tras ligamentoplastia do
LCA no deporte: revisión sistemática



Facultade de
Fisioterapia

Estudiante: D. Martín Seijas Fornos

Director: Prof. Sergio Patiño Núñez

Convocatoria: Septiembre 2021

ÍNDICE

1. Resumen.....	3
1. Abstract.....	4
1. Resumen.....	5
2. Introducción.....	6
2.1 Tipo de trabajo.....	6
2.2 Motivación personal.....	6
3. Contextualización.....	7
3.1 Antecedentes.....	7
3.2 Justificación del trabajo.....	14
4. Objetivos.....	15
4.1 Pregunta de investigación.....	15
4.2 Objetivos.....	15
4.2.1 General.....	15
4.2.2 Específicos.....	15
5. Metodología.....	17
5.1 Fecha y bases de datos.....	17
5.2 Criterios de selección.....	17
5.3 Estrategia de búsqueda.....	18
5.4 Gestión de la bibliografía localizada.....	20
5.5 Selección de artículos.....	20
5.6 Variables de estudio.....	21
6. Resultados.....	25
7. Discusión.....	38
8. Conclusiones.....	44
9. Bibliografía.....	46
10. Anexos.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Estrategias de búsqueda y resultados.....	19
Tabla II. Síntesis de las variables de estudio.....	23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de flujo de resumen de artículos seleccionados	25
--	----

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

PIO	Paciente, Intervención, Resultado (Outcome)
UDC	Universidade da Coruña
LCA/ACL	Ligamento Cruzado Anterior / Anterior Cruciate Ligament
IMC	Índice de Masa Corporal
ROM	Range Of Movement (Rango De Movimiento)
TAS	Tegner Activity Scale
IKDC	International Knee Documentation Committee
KOOS	Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score
KOS-ADL	Knee Outcome Survey – Activities of Daily Living
KOS-SAS	Knee Outcome Survey – Sport Activities Scale
GRS	Global Rating Scale
ACL-RSI	Anterior Cruciate Ligament – Return to Sport after Injury
FMS	Functional Movement Screening
RTS	Return To Sport

1. RESUMEN

Introducción: La rotura del LCA es una lesión que se produce de forma relativamente frecuente en el deporte. Su incidencia depende de una gran variedad de factores. Se sabe que el riesgo de sufrir esta lesión aumenta de forma considerable si ya se ha padecido previamente. No se conoce de forma clara la eficacia de las medidas destinadas a reducir la incidencia de la recidiva lesional.

Objetivo: Conocer cuáles son las medidas preventivas adoptadas para evitar que los deportistas que se hayan sometido a una ligamentoplastia del LCA sufran una recidiva lesional y analizar su eficacia.

Material y método: Se realiza una revisión bibliográfica sistematizada. La búsqueda se realiza en las bases de datos Cochrane, PubMed, Scopus, CINAHL, SPORTDiscus y PEDro entre los meses de marzo y septiembre de 2021. Se incluyen únicamente artículos publicados en los últimos 5 años en lengua inglesa, española y portuguesa.

Resultados: Tras realizar la búsqueda se seleccionan 33 artículos para su revisión. Se incluyen en la revisión un total de 6056 sujetos con una edad entre los 10 y los 60 años. El tipo de técnica quirúrgica más empleada fue el uso de un autoinjerto del tendón de los isquiotibiales. La incidencia de la recidiva lesional fue del 12,5%. Entre las medidas preventivas se encuentran el inicio preoperatorio de la rehabilitación, el uso de rodillera, la implementación de sesiones educativas, programas de educación cruzada, de pedaleo excéntrico, de entrenamiento neuromuscular con foco de atención externo, de entrenamiento de salto, de ejercicios enfocados en la cadera y programas específicos antes del regreso al deporte, superar los criterios RTS y retrasar el regreso a la actividad deportiva hasta los 9 meses. El nivel de evidencia de los resultados obtenidos fue alto.

Conclusiones: Las medidas preventivas que mostraron mayor eficacia fueron el inicio preoperatorio de la rehabilitación, incluir ejercicios enfocados en la cadera y sesiones educativas durante esta, realizar programas específicos de prevención antes de volver al deporte y retrasar el RTS hasta los 9 meses. Se considera que la eficacia de estas medidas es buena y su implementación es recomendable.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior, prevención, recidiva lesional, ligamentoplastia, deporte.

1. ABSTRACT

Background: ACL tear is an injury that occurs relatively frequently in sport. Its incidence depends on a wide variety of factors. It is known that the risk of suffering this injury increases considerably if it has been suffered previously. The efficacy of measures aimed at reducing the incidence of the injury recurrence is not clearly known.

Objective: Know what preventive measures are adopted to prevent athletes that have undergone ACL ligamentoplasty suffer an injury recurrence and analyse their effectiveness.

Methods: A systematic bibliographic review is carried out. The search is made in the Cochrane, PubMed, Scopus, CINAHL, SPORTDiscus and PEDro databases, between the months of March and September 2021. Only articles published in the last 5 years in English, Spanish and Portuguese are included.

Outcomes: After conducting the search, 33 articles were selected for review. A total of 6056 participants aged between 10 and 60 are included in the review. The most widely used type of surgical technique was the use of a hamstring tendon autograft. The incidence of injury recurrence was 12,5%. Preventive measures include the preoperative beginning of rehabilitation, knee brace use, implementation of educative sessions, cross-education, eccentric cycling, neuromuscular training with external focus of attention, jump training, hip focused exercises, and specific programs before the return to sport, pass the RTS criteria and delay the return to sport until 9 months. The level of evidence for the results obtained was high.

Conclusions: The preventive measures that showed the greatest efficacy were the preoperative beginning of the rehabilitation, including exercises focused on the hip and educational sessions during it, carrying out specific prevention programs before returning to sport, and delaying the RTS until 9 months. The effectiveness of these measures is considered to be good, and their implementation is recommended.

Keywords: Anterior cruciate ligament, prevention, injury recurrence, ligamentoplasty, sport.

1. RESUMO

Introdución: A rotura do LCA é unha lesión que se produce de forma relativamente frecuente no deporte. A súa incidencia depende dunha gran variedade de factores. Sábese que o risco de sufrir esta lesión aumenta de forma considerable se xa se padeceu previamente. Non se coñece de forma clara a eficacia das medidas destinadas a reducir a incidencia da recidiva lesional.

Obxectivo: Coñecer cales son as medidas preventivas adoptadas para evitar que os deportistas que se sometieron a unha ligamentoplastia do LCA sufran unha recidiva lesional e analizar a súa eficacia.

Material e método: Realízase unha revisión bibliográfica sistematizada. A busca realízase nas bases de datos Cochrane, PubMed, Scopus, CINAHL, SPORTDiscus e PEDro entre os meses de marzo e setembro de 2021. Inclúense unicamente artigos publicados nos últimos 5 anos en lingua inglesa, española e portuguesa.

Resultados: Tras realizar a busca selecciónanse 33 artigos para a súa revisión. Inclúense na revisión un total de 6056 suxeitos cunha idade comprendida entre os 10 e os 60 anos. O tipo de técnica cirúrxica máis empregada foi o uso dun autoinxerto do tendón dos isquiotibiais. A incidencia da recidiva lesional foi do 12,5%. Entre as medidas preventivas atópanse o inicio preoperatorio da rehabilitación, o uso de xeonlleira, a implementación de sesións educativas, programas de educación cruzada, de pedaleo excéntrico, de adestramento neuromuscular con foco de atención externo, de adestramento de salto, de exercicios enfocados na cadeira e programas específicos antes do regreso ao deporte, superar os criterios RTS e retrasar o regreso á actividade deportiva ata os 9 meses. O nivel de evidencia dos resultados obtidos foi alto.

Conclusións: As medidas preventivas que mostraron maior eficacia foron o inicio preoperatorio da rehabilitación, incluír exercicios enfocados na cadeira e sesións educativas durante esta, realizar programas específicos de prevención antes de volver ao deporte e retrasar o RTS ata os 9 meses. Considérase que a eficacia destas medidas é boa e a súa implementación é recomendable.

Palabras chave: Ligamento cruzado anterior, prevención, recidiva lesional, ligamentoplastia, deporte.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 TIPO DE TRABAJO

Este trabajo es una revisión bibliográfica sistematizada sobre la eficacia de las diversas acciones preventivas que se llevan a cabo en sujetos que han sido intervenidos quirúrgicamente al menos una vez del LCA, con el objetivo de que no se produzcan recidivas lesionales.

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

La rotura del ligamento cruzado anterior es una de las lesiones más frecuentes entre los deportistas, siendo una de las más graves que se pueden producir en el ámbito del deporte. Sus consecuencias van más allá de lo anatómico-funcional, pues esta lesión también tiene una gran repercusión en los ámbitos económico, psico-social y de rendimiento. Muchos de los deportistas que sufren esta lesión, especialmente los amateurs, acaban por abandonar la práctica deportiva de forma precoz por miedo a una segunda lesión y a las consecuencias que esta pueda tener sobre su salud.

La principal motivación para la realización de este trabajo de investigación surge de una experiencia personal. Un año antes de ingresar en el Grado en Fisioterapia por la UDC, yo mismo sufrí una rotura del ligamento cruzado anterior. A raíz de esta lesión, me surgió un gran interés por el proceso de rehabilitación de la misma y por el papel que la Fisioterapia desempeña en ese proceso, y, movido por ese interés, decidí estudiar esta carrera. A lo largo de mi formación, los temas relacionados con el LCA siempre me han resultado de especial interés, y es por ello por lo que he tomado la decisión de que el objetivo principal de este trabajo sea la determinación de la eficacia de las medidas preventivas de la recidiva lesional en deportistas operados del LCA.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 ANTECEDENTES

Revisión anátomo-funcional del LCA

El LCA es un ligamento situado en el complejo articular de la rodilla, con una orientación vertical y una inclinación de unos 26°, que va desde la parte posterior de la parte media del cóndilo femoral lateral hasta el área intercondilar entre el ligamento transverso meniscal y la parte media del menisco medial. Consta de 3 fascículos funcionales: antero-medial, intermedio y postero-lateral. Además, contiene una importante cantidad de mecanoreceptores (2,5%), especialmente en las zonas de origen e inserción, por lo que influye de forma directa en el control neuromuscular del complejo articular.^[1]

Su principal función es la de resistir la translación tibial anterior en un 90%, aunque de forma secundaria también restringe la rotación tibial. Estas funciones permiten mantener la estabilidad del complejo articular de la rodilla. Por otro lado, también asiste evitando una excesiva extensión de rodilla, los momentos de valgo y varo, y protege el menisco de las fuerzas de tracción que ocurren durante ciertos movimientos deportivos como saltos y recepciones, pivotajes y frenadas.

El LCA puede llegar a ejercer una resistencia de 2160N (aproximadamente 220 Kg), presenta un área transversal máxima de 44 mm² y una rigidez de 242 N/mm.^[1]

Incidencia de la lesión de LCA y la recidiva lesional

Las roturas del LCA ocurren como resultado de un traumatismo directo o, como es más habitual, tras un episodio traumático indirecto, suponiendo lo último más de un 70% del total de casos.

Dentro de las lesiones clasificadas como traumáticas se pueden distinguir a su vez dos subgrupos:

- cuando la lesión está provocada por un traumatismo directo sobre la rodilla
- cuando la lesión está provocada por un contacto en otra parte del cuerpo, sin traumatismo directo sobre la rodilla

Según el grado de afectación del ligamento las lesiones se pueden clasificar en tres grupos:

- Lesiones parciales: la rotura solamente afecta a un porcentaje de la superficie del LCA y este permanece unido y puede realizar su función, aunque no de forma completamente eficaz. No precisa de cirugía en todos los casos.

- Lesiones completas: se produce una división completa del ligamento ocasionando una incapacidad funcional completa. Es necesaria una reconstrucción quirúrgica.
- Avulsión: se produce un arrancamiento del ligamento de su punto de inserción en la tibia, perdiendo por completo la funcionalidad. Se necesita una reconstrucción quirúrgica.^[1]

Entre los años 2004 y 2014, la incidencia de la lesión del LCA aumentó entre 5 y 7 veces en población menor a 18 años, debido principalmente al aumento en la participación deportiva y a una especialización deportiva cada vez más precoz. Si en el año 1994 se estima que se realizaron 86.687 reconstrucciones de ligamento cruzado anterior, en el año 2013 el número ascendía a 148.714, un 58% más.^[1-3]

En España se realizan anualmente unas 17.000 plastias de LCA anuales, dato que muestra una prevalencia de 4 casos por cada 1000 habitantes al año. Si realizamos este mismo análisis en deportistas de élite, el porcentaje aumenta hasta el 15%, siendo las mujeres entre 2 y 6 veces más propensas a sufrir este tipo de patologías. En EE. UU se estima que la incidencia anual de lesiones del LCA y su posterior cirugía se sitúa entre los 200.000 y los 350.000 casos. La incidencia de la recidiva lesional es aproximadamente del 6% en dos años tras la cirugía, 12% en 5 años y 27% en 10 años, demostrando que en el largo plazo persisten varios déficits sin resolver que hacen al deportista vulnerable a sufrir la recidiva lesional.^[1,4]

Se considera que la incidencia de la primera lesión del LCA ronda el 2,6%. Existen estudios que afirman que el riesgo de una primera lesión del LCA en mujeres es 16 veces mayor que en hombres.^[4]

El riesgo de lesión en deportistas operados previamente del LCA es mayor (1,82 por cada 1000 sesiones o prácticas de ejercicio) que en pacientes que no se habían lesionado antes (0,12 por cada 1000 sesiones o prácticas de ejercicio). La proporción de la incidencia de la recidiva lesional ronda el 25,3%. En mujeres, el riesgo de lesión de LCA aumenta entre 6 y 16 veces si ya han sufrido esa lesión previamente.^[4,5]

El riesgo de una rotura del injerto y de una rotura del LCA contralateral tras una ligamentoplastia es 4 y 6 veces mayor, respectivamente en mujeres en comparación a los hombres.^[4,6]

La incidencia de la segunda lesión del LCA en población menor de 20 años que regresan a la actividad deportiva oscila entre el 25% y el 30%, mientras que en población mayor de 20 años esta incidencia oscila entre el 2% y el 5%.^[2,3]

La incidencia de la rotura del LCA contralateral es entre 2 y 3 veces mayor que la incidencia de la rotura del injerto, especialmente en mujeres. Sin embargo, esto depende del estudio ya que la rotura del LCA contralateral alcanza su pico de incidencia entre los 3 y los 5 años, por lo que estudios con un período de seguimiento corto podrían subestimar la incidencia de la lesión contralateral. En la literatura se reporta que la incidencia de la lesión para ambos miembros inferiores se sitúa entre el 3% y el 22%.^[1,4,6,7]

En un meta-análisis realizado por Wiggins et al. ^[7] la incidencia de la recidiva fue del 15%, con un 8% de lesiones homolaterales y un 7% de lesiones contralaterales.

En sujetos menores de 25 años, la incidencia fue del 21%, dándose el 10% de los casos en la rodilla homolateral y el 11% en la contralateral.

En aquellos sujetos que volvieron a la práctica deportiva, la incidencia fue del 20%, dándose el 8% de los casos en la rodilla homolateral y el 12% de los casos en la contralateral.

En individuos menores de 25 años que tras la reconstrucción regresaron a la práctica deportiva de alto riesgo, la incidencia fue del 23%, dándose un 10% de los casos en la rodilla intervenida y un 12% en la contralateral.

La incidencia de lesión del LCA en jóvenes que practican deportes de alto riesgo se sitúa entre el 0,6% y el 0,8%. Si se compara con el 23% obtenido en este estudio de Wiggins et al., se observa que el riesgo de lesión de LCA es entre 30 y 40 veces mayor en sujetos que han padecido la lesión previamente.

El rango de la incidencia de la recidiva lesional en la literatura se sitúa entre el 3% y el 29,5%, un rango muy amplio debido a la variabilidad entre estudios en rangos de edad, períodos de seguimiento y niveles de actividad.^[7]

Factores de riesgo

La lesión del LCA, así como la recidiva lesional, son lesiones complejas en las que influyen una gran diversidad de factores:

- Tipo de actividad deportiva: los deportes en los que se realizan cambios bruscos de dirección y movimientos de pivotaje se asocian a una incidencia entre 5 y 10 veces mayor de la lesión del LCA y la subsecuente recidiva lesional. Dentro de la práctica

deportiva, la gran mayoría de los casos de lesión de LCA se dan en partidos competitivos (88%), frente a entrenamientos (12%).^[3,4,6]

- Sexo: el sexo femenino presenta un riesgo mayor que el masculino de presentar una lesión del LCA, así como de sufrir una recidiva lesional, siempre y cuando se encuentren realizando un nivel de actividad deportiva similar. Aunque la incidencia general es similar o incluso superior en hombres, esto se debe a que las mujeres presentan un menor grado de implicación en el deporte.^[4]
- Edad: se considera que una edad joven se asocia a un aumento de la incidencia de la lesión del LCA. La población con una edad entre los 16 y los 18 años parece ser la que presenta mayor riesgo de sufrir la recidiva lesional. Se estima que la recidiva lesional es entre 2 y 3 veces más frecuente en niños y adolescentes que en población adulta. Por otro lado, durante la pubertad se experimentan un gran incremento del peso, las dimensiones y la longitud de los huesos que suele llevar a unos mecanismos que aumentan el riesgo de padecer una lesión del LCA: la tibia y el fémur crecen rápidamente provocando un aumento del torque en la rodilla y el aumento de peso conlleva un incremento de las cargas que debe soportar la rodilla.^[1-4]
- Tiempo desde la operación hasta el Return to Sport (RTS): un período de tiempo inferior desde la intervención quirúrgica hasta el regreso a la actividad deportiva también se asocia con un aumento en el riesgo de la recidiva lesional.^[6]
- Factores anatómicos:
 - o Una muesca intercondílea más pequeña se asocia a un LCA más débil, además de aumentar la elongación de este bajo tensión.
 - o Una sobre-pronación en la articulación subastragalina aumenta la traslación anterior de la tibia con respecto al fémur, aumentando así la tensión sobre el LCA.
 - o La hiperlaxitud articular y la hiperextensión de rodilla han mostrado aumentar hasta en 2,7 veces el riesgo de sufrir una lesión del LCA.^[1]
- Factores ambientales:
 - o Se ha demostrado que existe un mayor riesgo de lesión del LCA durante las situaciones no anticipadas, por lo que puede resultar de importancia entrenar la capacidad de reacción del deportista ante situaciones inesperadas para optimizar sus patrones de movimiento en estos casos.
 - o Superficie de juego: la hierba artificial aumenta el riesgo de sufrir una lesión del LCA en comparación con la hierba natural. Además, se concluyó que la artificial provoca un pico de presión en la parte central y menor en los dedos

del pie respecto a la natural, así como una fuerza de reacción del suelo mayor. Por otro lado, se destaca que cuanto más dura es una superficie, menos ayuda a amortiguar la fuerza de aterrizaje, aumentando la fuerza de reacción del suelo y con esta, el riesgo de lesión.^[1]

- Déficit neuromusculares: en los individuos que sufren una rotura del LCA se suelen encontrar debilidad muscular, déficit de estabilidad postural, movimiento articular alterado, control neuromuscular anormal y dificultad en el regreso a la actividad deportiva, así como déficits en el torque isquiotibiales/cuádriceps. Para la prevención de la recidiva se menciona la importancia de una fuerza simétrica comparada con el lado sano, especialmente de cuádriceps.^[2,4]
- Déficit biomecánicos: tal como se citaba previamente, los déficits neuromusculares presentes en estos sujetos provocan un control neuromuscular alterado durante tareas deportivas de salto y cambios bruscos de dirección en las caderas y las rodillas hasta 4 años tras la reconstrucción, destacando 4 factores biomecánicos de riesgo:
 - o Aumento del momento rotador interno de la cadera en la recepción de un salto.
 - o Aumento de movimiento de la rodilla en el plano frontal en la recepción de un salto (abd de rodilla).
 - o Momento asimétrico de la rodilla en plano sagital en el contacto inicial.
 - o Déficit de estabilidad postural, especialmente de tronco.^[3,6]

Aunque su uso es amplio, no se establece ninguna relación entre la puntuación en los cuestionarios de función reportada por el paciente y la incidencia de la recidiva lesional.^[8]

El uso y superación de criterios RTS parece estar asociado con una disminución de la incidencia de la recidiva lesional del LCA, sin embargo, no existe un consenso sobre cuales son más eficaces y deben ser utilizados. Además, un porcentaje muy pequeño de estudios menciona su uso para considerar el alta del deportista antes de su regreso al deporte.^[3]

Intervención quirúrgica

El 90% de los deportistas que sufren una lesión del LCA se someten a una reconstrucción del ligamento para evitar daños en los meniscos y/o el cartílago articular y para permitir el regreso a la actividad deportiva. Una intervención quirúrgica temprana parece reportar beneficios en comparación con una tardía, sin embargo, no existe un consenso claro que establezca un límite temporal para definir una intervención temprana y una intervención

tardía. En intervenciones tardías suele precisarse de mayor intervención meniscal, además de que suele existir una mayor aparición de lesiones intraarticulares y osteoartritis. Otro factor que destaca la importancia de una intervención quirúrgica precoz es que retrasar la operación 1 día disminuye la probabilidad de regreso al deporte en 1,3%.^[3,4,8,9]

Un ángulo de inclinación del injerto inferior a 17° y el uso de aloinjertos parece aumentar significativamente el riesgo de rotura del injerto. El uso de injertos del tendón rotuliano parece aumentar el riesgo de rotura contralateral de LCA. Los sujetos con injertos más pequeños parecen mostrar un mayor riesgo de rotura del injerto.^[3,6,7]

Otras posibles consecuencias adversas

Mala funcionalidad

Pese a que después de la reconstrucción del LCA se ha reparado el tejido dañado, es muy posible que este no llegue a conseguir las propiedades que tenía el original, por lo que se considera que solamente el 60% de los deportistas conseguirá una recuperación total después de la intervención.^[1]

Bajo porcentaje de regreso a la actividad deportiva

Aunque los deportistas pediátricos sometidos a una reconstrucción del LCA vuelven a practicar deporte con una frecuencia entre el 73% y el 90%, en población adulta este regreso a la actividad deportiva se produce solamente entre el 60% y el 75% de los casos, siendo solamente del 44%-55% en actividades competitivas. Además, en la población joven el regreso a la actividad deportiva se produce en mayor proporción al mismo deporte que se practicaba de forma previa a la lesión. Por otro lado, solamente el 44% de los deportistas regresan exitosamente al deporte y menos del 50% de deportistas de edad de instituto y universitaria indican haber recuperado el nivel previo a la lesión. Esta baja proporción de regreso al deporte es especialmente importante en mujeres, lo que reduce en esta población la incidencia de la recidiva lesional del LCA. ^[1,2,6-8]

Entre los factores que determinan si un deportista regresa a su actividad tras una ligamentoplastia del LCA se encuentran factores psicológicos y una percepción de función pobre de la rodilla.^[8]

Riesgo de desarrollo de osteoartritis

Sufrir una recidiva lesional del LCA aumenta el riesgo de un daño condral secundario y de desarrollar osteoartritis a una edad muy temprana.

Un regreso demasiado temprano a la actividad deportiva en población adulta produce una elongación del ligamento que puede provocar una potencial inestabilidad de rodilla. Además, si el regreso a la actividad deportiva se produce antes de la recuperación biológica del tejido del injerto (duración hasta 2 años), se produce una situación de alto riesgo de desarrollo de osteoartritis precoz.^[2]

Elevado coste económico

Se estima que el diagnóstico, tratamiento, cirugía y rehabilitación de una lesión del LCA podría costar entre 12.000€ y 50.000 €. En EE.UU se invierten alrededor de 625 millones anuales destinados al tratamiento de este tipo de lesiones. Se cree que reducir a la mitad el número de casos de osteoartritis posterior a la lesión de LCA podría ahorrar más de mil millones de dólares anuales solamente en EE.UU.^[1,7,10]

Por otro lado, el deportista que sufre esta lesión puede verse privado de recibir becas escolares y verse afectado negativamente en el momento de la negociación de contratos, ser traspasado a otro equipo o dejar de recibir ingresos económicos.^[7,11]

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

La recidiva lesional tras una ligamentoplastia del LCA presenta una incidencia relativamente elevada dadas las implicaciones que puede tener en la vida del que la sufre.

Aunque se han desarrollado múltiples programas focalizados en la prevención de la primera lesión del LCA que han mostrado efectividad para reducir la incidencia, los programas destinados a reducir la incidencia de la recidiva lesional son más escasos y están menos estudiados. Por otro lado, la eficacia de estos programas solamente ha sido estudiada de forma aislada y no existen estudios que recopilen la eficacia de las diferentes medidas existentes para reducir la incidencia de la recidiva lesional.

Debido a que la incidencia de la lesión del LCA es mucho mayor en aquellos sujetos que ya han padecido esta lesión previamente, parece pertinente realizar un estudio sobre la eficacia de las distintas medidas que tienen como objetivo reducir la incidencia de la recidiva lesional tras una ligamentoplastia del LCA.

4. OBJETIVOS

4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El interrogante de investigación al que se pretende dar respuesta con la revisión se puede plantear atendiendo a la estructura PIO, sencilla nemotecnia descrita por el doctor Mark Ebell:

- Situación, paciente o grupo de pacientes con una misma condición clínica (*Patient*): Sujetos deportistas sometidos a ligamentoplastia del LCA.
- Intervención (*Intervention*): medidas/protocolos preventivos de la recidiva lesional.
- Resultado (*Outcome*): grado de eficacia.

¿Qué grado de eficacia muestran las medidas preventivas adoptadas para evitar la recidiva lesional en poblaciones de deportistas sometidos a una ligamentoplastia del ligamento cruzado anterior?

4.2 OBJETIVOS

4.2.1 General

Determinar el grado de eficacia de las distintas medidas preventivas aplicadas en la prevención de la recidiva lesional en sujetos deportistas intervenidos quirúrgicamente del LCA.

4.2.2 Específicos

- Analizar la incidencia lesional de las roturas de ligamento cruzado anterior y las tasas de recidiva en el ámbito deportivo, atendiendo a criterios de edad, género y tipo de actividad deportiva.
- Identificar los principales factores de riesgo de lesión y recidiva lesional en las rupturas de ligamento cruzado anterior, junto con los procedimientos de detección más utilizados.
- Conocer los procedimientos quirúrgicos habituales en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior junto a sus ventajas e inconvenientes.

- Determinar si la presencia de comorbilidad y/o lesiones asociadas predispone a una mayor recidiva, y qué tipo de situaciones disfuncionales y/o patológicas tienen mayor influencia en la misma.
- Estudiar si las acciones preventivas recomendadas difieren en función del género, del deporte practicado y/o del tipo de intervención quirúrgica realizada.
- Delimitar el grado de evidencia y nivel de recomendación de los trabajos científicos que aborden el tema de estudio y cumplan las características de inclusión en esta revisión.

5. METODOLOGÍA

5.1 FECHA Y BASES DE DATOS

Con el fin de localizar información sobre el tema anteriormente descrito para conseguir los objetivos planteados y dar respuesta a la pregunta de investigación, se realiza una revisión bibliográfica sistematizada en las principales bases de datos del ámbito sanitario. La búsqueda se realiza entre los meses de marzo y septiembre de 2021.

Las bases de datos consultadas fueron las siguientes:

- Bases de datos de revisiones sistemáticas:
 - Cochrane
- Bases de datos de artículos originales:
 - PubMed
 - Scopus
 - PEDro
 - CINAHL
 - SPORTDiscus

5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

Muestrales:

- Trabajos donde las poblaciones de estudio estén constituidas por sujetos deportistas sometidos a ligamentoplastia de LCA.

Según el tipo de intervención:

- Estudios que analicen la eficacia de distintas medidas preventivas de la recidiva lesional tras ligamentoplastia de LCA, preferentemente en poblaciones de deportistas

Según el tipo de estudio:

- Artículos publicados en los últimos 5 años en lengua inglesa, española y portuguesa.
- Revisiones sistemáticas y meta-análisis, guías de práctica clínica, ensayos clínicos aleatorizados y no aleatorizados, estudios de cohortes y de casos y controles.

Criterios de exclusión

Muestrales:

- Estudios en los que la muestra analizada haya sido intervenida quirúrgicamente de otras lesiones de rodilla y/o presente morbilidad asociada a la ligamentoplastia, exceptuando lesiones meniscales.

Según tipo de intervención:

- Trabajos en donde la intervención objeto de estudio se focalice en propuestas de tratamiento conservador tras rotura del LCA.

Según el tipo de estudio:

- Estudios no accesibles a texto completo de forma gratuita mediante los recursos de la biblioteca de la UDC, no completados o mal documentados.
- Artículos con un bajo nivel de evidencia: observaciones clínicas y series de casos.
- Trabajos en donde el aspecto nuclear no sea el análisis de la eficacia de las medidas preventivas.

5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

En primer lugar, se realiza una búsqueda en las bases de datos Cochrane y PubMed con el objetivo de comprobar que no hay ninguna revisión reciente que responda a la pregunta de investigación de este trabajo.

Términos de búsqueda:

Intervención quirúrgica del LCA:

- Término en Mesh: anterior cruciate ligament, anterior cruciate ligament injuries, anterior cruciate ligament reconstruction.

Prevención:

- Término en Mesh: prevention and control, health promotion, secondary prevention, accident prevention.

Recidiva:

- Término en Mesh: recurrence, reinjuries.

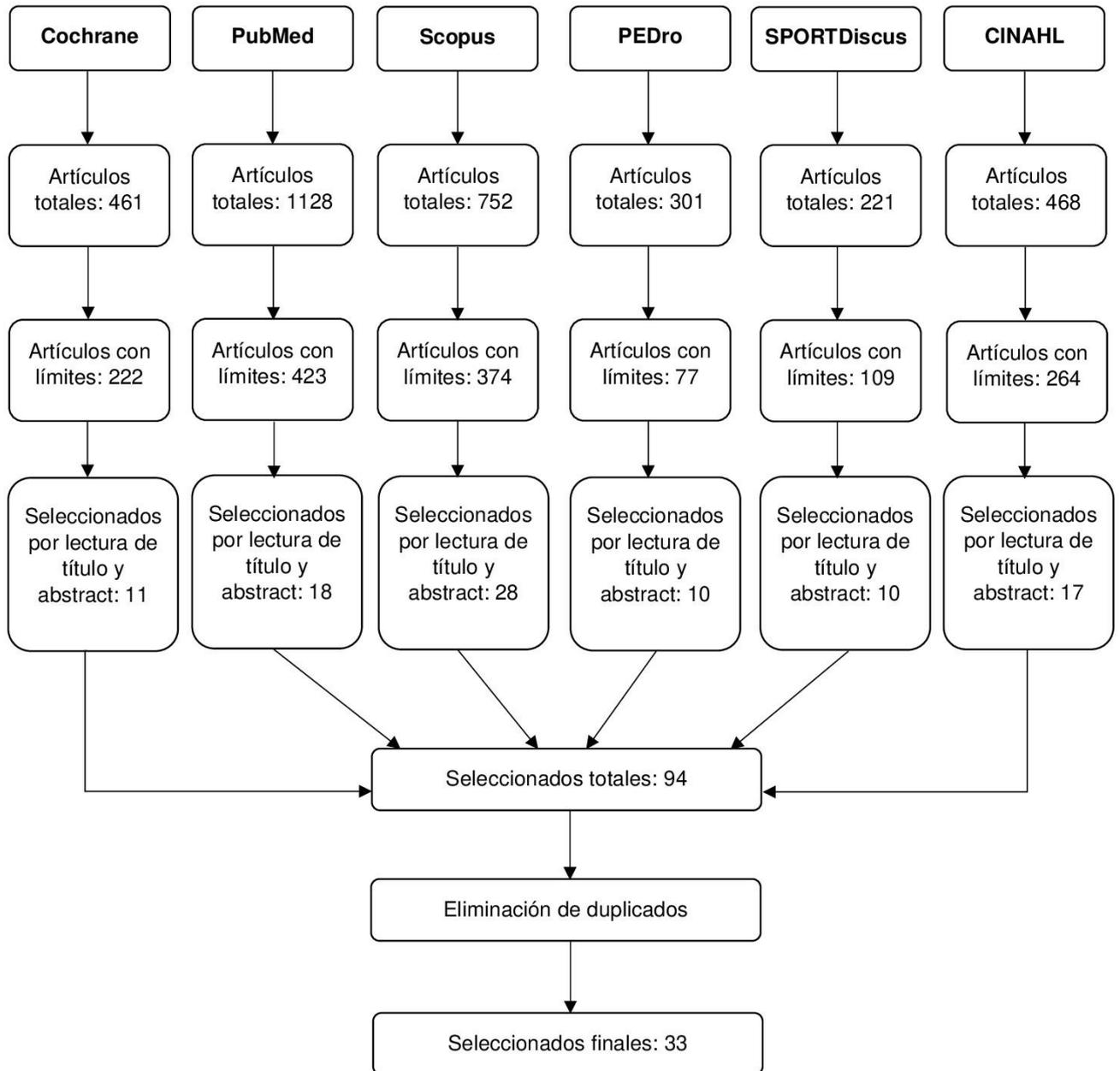
Tabla I. Estrategias de búsqueda y resultados

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Tipo de búsqueda	Límites	Resultados obtenidos
Bases de datos de revisiones sistemáticas				
Cochrane	"anterior cruciate ligament" in Title Abstract Keyword AND ("reinjury" OR "recurrence") OR "prevention" in Title Abstract Keyword	Avanzada	Fecha de publicación: 2016-2021	1 revisión 221 ensayos
Bases de datos de artículos originales				
PubMed	((anterior cruciate ligament reconstruction [MeSH Terms]) OR (anterior cruciate ligament injuries [MeSH Terms])) AND ((recurrence [MeSH Terms]) OR ((Prevention and Control [MeSH Subheading]) OR (secondary prevention [MeSH Terms])))	Avanzada	Fecha de publicación: 2016-2021	423
Scopus	TITLE-ABS-KEY (anterior AND cruciate AND ligament) AND (TITLE-ABS-KEY (secondary prevention) OR (TITLE-ABS-KEY (recurrence) OR TITLE-ABS-KEY (reinjuries)))	Avanzada	Fecha de publicación: 2016-2021 Idioma: Inglés	374
PEDro	Abstract & Title: anterior cruciate ligament Subdiscipline: sports Unidos con el operador booleano AND	Avanzada	Fecha de publicación 2016-2021	77
SPORTDiscus	(anterior cruciate ligament) AND ((secondary prevention) OR ((recurrence) OR (reinjuries)))	Avanzada	Fecha de publicación 2016-2021	109
CINAHL	(anterior cruciate ligament) AND ((secondary prevention) OR ((recurrence) OR (reinjuries)))	Avanzada	Fecha de publicación 2016-2021	264

5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

En este trabajo se ha empleado el gestor de referencias bibliográficas Zotero para la elaboración de citas y referencias bibliográficas, así como para la eliminación de duplicados

5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS



Los 33 artículos seleccionados finalmente son accesibles de forma gratuita a través de los recursos de la biblioteca UDC.

5.6 VARIABLES DE ESTUDIO

En esta revisión se han analizado las siguientes variables de estudio:

- **Características muestrales:** Existen ciertos factores individuales que se considera que pueden tener relación con una mayor incidencia de la recidiva lesional del LCA.
 - Edad
 - Sexo
 - IMC
 - Modalidad deportiva
 - Deporte practicado: de contacto/de no contacto
 - Nivel: recreacional, aficionado, profesional.
 - Frecuencia de práctica: días de entrenamiento/competición por semana.

- **Factor de riesgo:** “Un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.”^[12]

Uno de los objetivos de este trabajo es conocer cuáles son los factores de riesgo con mayor presencia en deportistas que han sufrido una segunda lesión del LCA.

- Intrínsecos
 - Extrínsecos
 - Método de detección del factor de riesgo
- **Tipo de intervención quirúrgica:** Para la reconstrucción del LCA se emplean distintas técnicas quirúrgicas, por lo que se busca conocer las más empleadas y su eficacia.
 - **Medidas de prevención:** “La prevención de la enfermedad abarca las medidas destinadas no solamente a prevenir la aparición de la enfermedad, tales como la reducción de los factores de riesgo, sino también a detener su avance y atenuar sus consecuencias una vez establecida.”^[13]
 - Prevención primaria: “Prácticas específicas para la prevención de enfermedades o trastornos mentales en individuos o poblaciones susceptibles. Incluyen la promoción de la salud, incluida la salud mental, los procedimientos preventivos, tales como el control de enfermedades transmisibles, y la supervisión y regulación de los contaminantes ambientales”.^[14]
 - Prevención secundaria: “Prevención de recurrencias o exacerbaciones de una enfermedad o complicaciones de su terapia.”^[15]

- Prevención terciaria: “Medidas destinadas a proporcionar servicios de apoyo y rehabilitación adecuados para minimizar la morbilidad y maximizar la calidad de vida después de una enfermedad o lesión a largo plazo.”^[16]
- Prevención cuaternaria: “Acciones tomadas para proteger a las personas de intervenciones médicas innecesarias que probablemente causen más daño que bien.”^[17]
- Tipo de medida preventiva. Estas medidas preventivas pueden presentar diferentes modalidades y pueden estar aplicadas por diferentes profesionales o individuos.
- Características:
 - Frecuencia: nº de sesiones por semana.
 - Período: espacio de tiempo durante el cual se aplica la medida.
 - Modalidad de aplicación: autógena/exógena/mixta
- **Recidiva lesional:** “Reaparición de una enfermedad o de los signos y síntomas de una enfermedad después de un período de mejoría.”^[18]
 - Factores de comorbilidad y/o lesiones asociadas
- **Incidencia:** “Es la cantidad de casos nuevos de una enfermedad, un síntoma, muerte o lesión que se presenta durante un período de tiempo específico”^[19]
- **Grado de evidencia y nivel de recomendación:** con el objetivo de obtener los resultados más verídicos posibles, se emplearon para esta revisión los estudios con mayor nivel de evidencia disponibles.

Tabla II. Síntesis de las variables de estudio

Variable de estudio	Subvariable	Definición
Medidas de prevención		La prevención de la enfermedad abarca las medidas destinadas no solamente a prevenir la aparición de la enfermedad, tales como la reducción de los factores de riesgo, sino también a detener su avance y atenuar sus consecuencias una vez establecida.
	Tipo de medida preventiva	Modalidad de medida preventiva aplicada.
	Características	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: nº de sesiones por semana. - Período: espacio de tiempo durante el cual se aplica la medida. - Modalidad de aplicación: autógena/exógena/mixta
Recidiva lesional		Reaparición de una enfermedad o de los signos y síntomas de una enfermedad después de un período de mejoría.
	Factores de comorbilidad y/o lesiones asociadas	La presencia de comorbilidades y/o lesiones asociadas puede predisponer a una mayor probabilidad de sufrir una recidiva lesional.
Factor de riesgo		Un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.
	Intrínsecos	Factores propios del individuo y que no pueden ser modificados.
	Extrínsecos	Factores no propios del individuo y que son modificables.
	Métodos de detección	
Tipo de intervención quirúrgica		Para la reconstrucción del LCA se emplean distintas técnicas quirúrgicas, por lo que se busca conocer las más empleadas y su eficacia.
Características muestrales		Cualidades de los individuos. Existen ciertos factores individuales que se considera que pueden tener relación con una mayor incidencia de la recidiva lesional del LCA.

Eficacia de las medidas preventivas en la recidiva lesional tras ligamentoplastia del LCA en el deporte: revisión sistemática

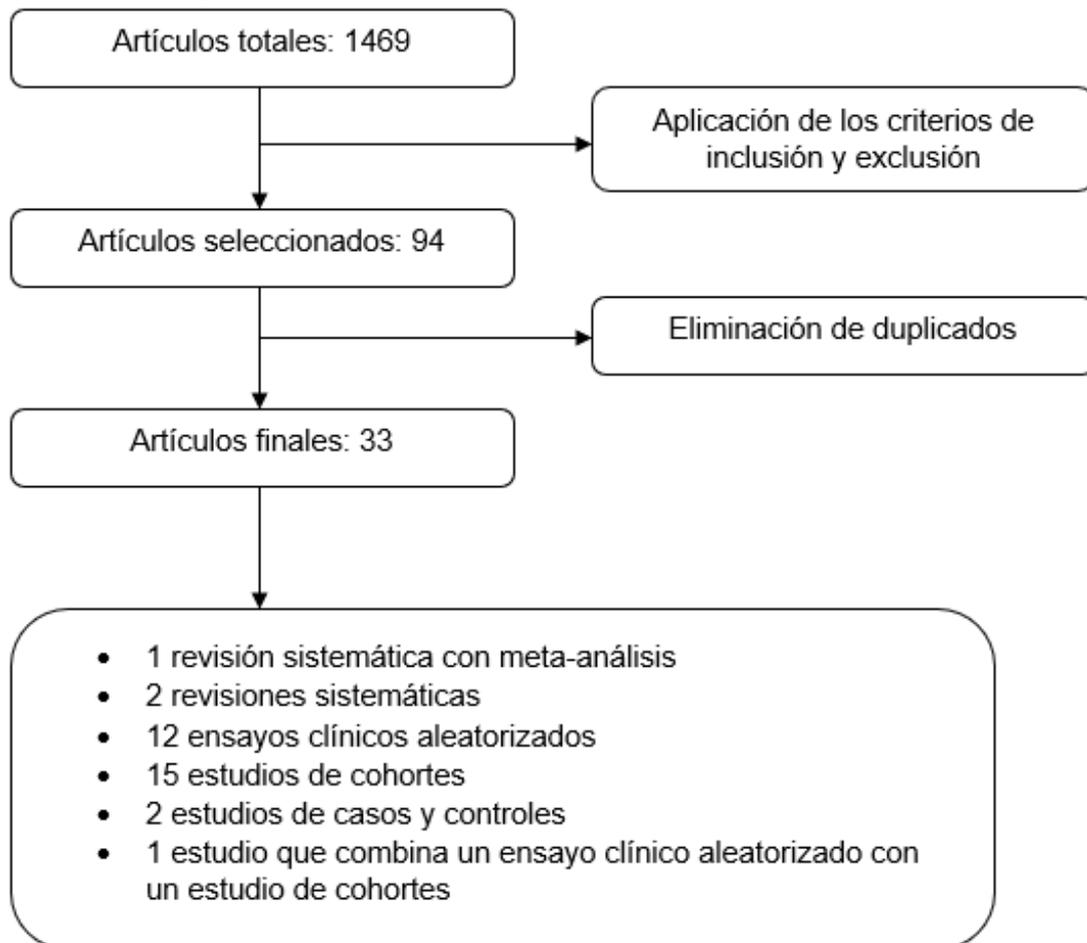
	Edad	
	Sexo	
	IMC	
	Modalidad deportiva	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de deporte - Nivel: recreacional, aficionado, profesional. - Frecuencia de práctica: días de entrenamiento/competición por semana.
Incidencia		Es la cantidad de casos nuevos de una enfermedad, un síntoma, muerte o lesión que se presenta durante un período de tiempo específico.
Grado de evidencia		Con el objetivo de obtener los resultados más verídicos posibles, se emplearon para esta revisión los estudios con mayor nivel de evidencia disponibles.

6. RESULTADOS

Tras la realización de la búsqueda en las distintas bases de datos, aplicando los límites de búsqueda, se obtienen un total de 1469 artículos. De estos artículos se realiza una lectura del título y en algunos casos del resumen y se aplican los criterios de inclusión y exclusión, para acabar seleccionando 94. De estos 94 se eliminan aquellos artículos que se encuentran duplicados y se obtiene la cifra final de 33 artículos seleccionados para su inclusión en esta revisión.

De los 33 artículos incluidos, 1 es una revisión sistemática con meta-análisis, 2 son revisiones sistemáticas, 12 son ensayos clínicos aleatorizados, 15 son estudios de cohortes, 2 son estudios de casos y controles y 1 es un estudio que combina un ensayo clínico aleatorizado con un estudio de cohortes.

Ilustración 1. Diagrama de flujo de resumen de artículos seleccionados



A continuación, se presentan los resultados obtenidos en función de las distintas variables de estudio.

6.1. Caracterización de la muestra

Los artículos seleccionados incluyen un total de 6056 sujetos, de los cuales 1927 (31,8%) son mujeres, 2853 (47,1%) son hombres y de 1276 (21%) no podemos conocer el género ya que no se detalla en sus respectivos estudios. Si se tienen en cuenta solamente aquellos participantes de los que conocemos su género, el 40,3% serían mujeres y el 59,7% serían hombres. Hay un total de 4 artículos que no detallan la proporción entre hombres y mujeres que incluyen.

23 de los artículos incluidos ^[10,20-41] proporcionan el rango de edad de sus participantes, siendo la edad mínima total de todos los estudios de 10 años y la máxima de 60 años. 17 de los artículos ^[11,20-23,25,27,33-35,38,42-47] informan sobre la edad media de sus participantes, siendo la media de edad más baja de 17 años y la más alta de 29,5 años. 3 de los artículos ^[48-50] no dan información sobre la edad, ni el rango de edad ni la edad media.

Solamente 9 de los estudios ^[11,27,28,33,35-37,45,46] aportan datos sobre el IMC de sus participantes. De ellos, 8 estudios ^[11,27,28,33,35,37,45,46] reflejan el IMC medio de sus participantes, siendo 21,6 Kg/m² el IMC medio más bajo y 26,1 Kg/m² el más alto. Además, uno de estos artículos ^[38] incluye también el rango de IMC de sus participantes, siendo este 18,2-30,9 Kg/m². El artículo restante ^[36] solamente menciona entre sus criterios de exclusión un IMC superior a 30 Kg/m².

En 29 de los artículos ^[10,11,21,23-25,27-37,39-47,51-53] se especifica la modalidad y/o nivel deportivo de los participantes. La forma más común de clasificar a los deportistas es según la escala propuesta por Daniel et al. ^[54](Anexo 1), que clasifica las actividades deportivas en 3 categorías según su potencial peligrosidad para la rodilla, siendo el nivel I el más peligroso y el nivel III el menos (15 artículos)^(10,11,13-15,17,18,20,22,30,31,37,38,42,44); seguido por la Tegner Activity Scale (TAS)(Anexo 2), que clasifica las actividades deportivas en 10 niveles, siendo el nivel 10 deportes de alta carga para la rodilla a nivel de élite nacional, y el nivel 0 la incapacidad de realizar actividades por una disfunción de la rodilla (7 artículos)^[30,31,33-37]. 1 de los artículos ^[30] (revisión sistemática con meta-análisis) incluye ambas clasificaciones. En 7 de los artículos ^[11,29,39,42,43,45,52] se especifican los deportes practicados por los deportistas. 3

artículos ^[11,30,42] incluyen a deportistas profesionales y otros 3 ^[29,43,44] a deportistas amateurs, mientras que 1 ^[32] especifica que incluye tanto a deportistas profesionales como amateur.

En los estudios que clasifican a sus participantes según la clasificación propuesta por Daniel et al., 1851 sujetos participan en deportes de nivel I, 106 lo hacen en deportes de nivel II y 19 en deportes de nivel III. De 431 solamente conocemos que participan en deportes de nivel I o II, pero no conocemos la proporción de deportistas en cada nivel, y de 36 solamente sabemos que participan en deportes con una clasificación inferior al nivel I. En 8 de estos estudios ^[21,23–25,27,28,51,53] se requiere que la participación deportiva sea de al menos 50 horas al año.

En los artículos que usan la TAS, 2 usaron como criterio de inclusión una puntuación en esta escala ≥ 6 , otros 2 usaron una puntuación ≥ 5 y 1 usó una puntuación >4 . En otro de los artículos los sujetos obtuvieron una puntuación media de 7 en esta escala.

En cuanto a los artículos que mencionan los deportes practicados, el fútbol es el que ostenta mayor participación con 392 deportistas, seguido por el baloncesto con 304. Otros deportes con representación son el balonmano (89), fútbol americano (49), voleibol (25), gimnasia (24), béisbol (23) y lacrosse (23). Otros 71 deportistas participan en deportes con menor representación.

Dentro de los deportistas de los que se informa de su grado de profesionalidad, se conoce que 254 son amateur y 226 practican deporte de forma profesional.

La revisión sistemática con meta-análisis ^[30] usó como criterios de inclusión estudios realizados en deportistas de nivel I o II en la clasificación propuesta por Daniel et al., con una puntuación media $\geq 6,5$ en la TAS o deportistas profesionales.

6.2. Tipo de intervención quirúrgica

La intervención quirúrgica más frecuente tras una lesión del LCA es la reconstrucción del ligamento usando generalmente autoinjertos del tendón de los isquiotibiales (semitendinoso/grácil) o del tendón rotuliano ^[10,20,21,27,28,30,32–37,39–44,46,47,49,50,52,53]. Los aloinjertos se usan de forma menos frecuente ya que suelen reportar peores resultados ^[32,53].

En los estudios seleccionados se incluyen 1683 autoinjertos del tendón de los isquiotibiales (62,9%), siendo el más común, seguido por el autoinjerto del tendón rotuliano con 732 (27,4%) intervenciones. En 260 casos (9,7%) se usaron otro tipo de injertos (aloinjertos, injertos del tendón del cuádriceps, injertos de la cintilla iliotibial). En los estudios de Losciale et al. y King et al., ^[30,40,41] se incluyen participantes intervenidos con autoinjertos del tendón rotuliano y del tendón de los isquiotibiales, pero no se especifica el número de sujetos con

cada injerto. En el estudio de Marois et al. ^[50] se incluyen además sujetos con aloinjertos, pero tampoco se especifica la proporción de uso de cada injerto.

Los estudios de Mohtadi et al. ^[20] y de Gupta et al. ^[32], hicieron una investigación sobre la incidencia de la recidiva lesional en función del tipo de injerto o técnica quirúrgica empleada para la reconstrucción del LCA.

Mohtadi et al. ^[20], comparan la incidencia de la recidiva lesional entre 3 grupos, uno compuesto por sujetos intervenidos con un autoinjerto del tendón rotuliano, y dos compuestos por sujetos intervenidos con un autoinjerto del tendón de los isquiotibiales: un grupo de injerto simple y otro de injerto de doble haz. No se detectaron diferencias en las puntuaciones de los cuestionarios de calidad de vida entre los intervenidos con un autoinjerto del tendón rotuliano y los intervenidos con un autoinjerto del tendón de los isquiotibiales. Sin embargo, se encontró que la incidencia de la recidiva lesional fue menor en sujetos que habían sido intervenidos con un autoinjerto del tendón rotuliano que en aquellos intervenidos con un autoinjerto del tendón de los isquiotibiales, aunque esta diferencia en la incidencia no fue estadísticamente significativa. Se justifica este resultado argumentando que el uso de autoinjerto de isquiotibiales debilita el control dinámico de la rodilla, poniendo al injerto en un mayor riesgo.

En el estudio de Gupta et al. ^[32], se vuelve a comparar la incidencia de la recidiva lesional entre 3 grupos, de nuevo, uno compuesto por deportistas intervenidos con un autoinjerto del tendón rotuliano, y dos compuestos por deportistas intervenidos con un autoinjerto del tendón de los isquiotibiales: un grupo de inserción libre y otro grupo de inserción preservada. Con la técnica de la inserción preservada se pretendía corregir la debilidad del control dinámico de la rodilla presente en los deportistas con autoinjerto de isquiotibiales mencionado anteriormente. No se encontraron diferencias entre grupos en las puntuaciones de los cuestionarios de función auto-reportada, simetría en test funcionales, inestabilidad o ratio de regreso a la actividad deportiva. Los grupos de autoinjerto de tendón rotuliano y de autoinjerto de tendón de isquiotibiales con inserción preservada mostraron una incidencia menor en comparación al autoinjerto de tendón de isquiotibiales de inserción libre. Aunque el grupo del autoinjerto de tendón rotuliano fue el único que presentó dolor anterior de rodilla, también fue el grupo con mayor estabilidad y con mayor ratio de RTS al nivel de actividad previo a la lesión.

6.3. Incidencia de la recidiva lesional

Se registraron un total de 649 recidivas lesionales en 5176 sujetos, para una incidencia del 12,5% [10,11,20,28,30,32,34,37,39–45,47,49–53]. De esas 649 recidivas, 333 fueron roturas del injerto, 243 fueron roturas del LCA contralateral y de 73 no se especifica en que rodilla ocurrió la lesión. Teniendo en cuenta solamente las recidivas lesionales de las que sabemos en qué rodilla ocurrieron, el 57,8% fueron roturas del injerto y el 42,2% fueron roturas del LCA contralateral. La incidencia de la recidiva lesional en el miembro inferior homolateral fue del 6,4% y la de la recidiva lesional en el miembro inferior contralateral fue del 4,7%.

De los artículos que dan información sobre la incidencia de la recidiva según el género [11,20,34,39–41,44,45,47,51,53], obtenemos una incidencia del 15% en mujeres (150 casos en 999 mujeres) y del 14,4% en hombres (299 casos en 2070 hombres).

La mayoría de estudios que dan información sobre la incidencia de la recidiva lesional [10,20,28,30,32,34,37,39–44,47,49–53] consideran como tal a una rotura bien del injerto del LCA homolateral, bien una rotura del LCA contralateral. Los 2 artículos restantes [11,45] consideran como recidiva únicamente roturas del injerto del LCA homolateral.

6.4. Factores de riesgo

6.4.1. Factores extrínsecos

Uno de los factores de riesgo más mencionados en los artículos es la baja puntuación en los cuestionarios de función reportada por el paciente. El cuestionario de este tipo empleado de forma más frecuente es el International Knee Documentation Committee (IKDC) (Anexo 3), que se emplea en 6 artículos (11,15,21,23,37,41), seguido de la Lysholm Knee Scoring Scale (Anexo 4), que se emplea en 3 artículos (22,40,41). Otros cuestionarios utilizados son la Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)^[55], que se usa en 3 artículos (11,15,41), aunque en 2 de ellos solamente se cubren las subescalas de “función, actividades deportivas y recreacionales” y “calidad de vida”; las subescalas del cuestionario Knee Outcome Survey (KOS), “actividades de la vida diaria” (KOS-ADL)⁽¹⁵⁾(Anexo 5) y “escala de actividades deportivas” (KOS-SAS)⁽³⁴⁾(Anexo 6); la escala Global Rating Scale⁽¹⁵⁾ (GRS), que consiste en dar una puntuación de 0 a 100 de la función que uno percibe de su rodilla; la escala ACL-RSI^[52](Anexo 7); y los apartados de “susceptibilidad de estrés” y “búsqueda de aventuras” de la Swedish Universities Scales.^[52]

Otro de los factores de riesgo con mayor repercusión es la asimetría en la fuerza de cuádriceps ^(10,11,15,23-26,36). Estos estudios consideran que un índice de simetría de miembros inferiores menor al 90% en la fuerza de cuádriceps es un factor de riesgo importante para la recidiva lesional. La medición de este índice se calcula valorando la fuerza de cuádriceps de ambos miembros inferiores mediante un dinamómetro, y dividiendo la fuerza obtenida en el miembro inferior operado entre la fuerza obtenida en el miembro inferior no intervenido y multiplicando el resultado por 100. La valoración se realiza durante una contracción isométrica, durante una contracción isocinética, o se pueden utilizar ambas. En el estudio de Naik et al. ^[49] también se considera como factor de riesgo una asimetría en el volumen de la musculatura del muslo. En uno de los estudios de Grindem et al. ^[10] se observa que la incidencia de la recidiva en deportistas con un índice de simetría inferior al 90%, fue de 33,3%, mientras que lo fue del 12,5% en aquellos con un índice superior al 90%, y que por cada punto porcentual que aumenta este índice, se reduce el riesgo de sufrir la recidiva lesional un 3%.

También la biomecánica se asocia con el riesgo de sufrir una recidiva lesional tras una ligamentoplastia de LCA, tanto déficits de la biomecánica como asimetrías biomecánicas entre miembros inferiores ^[21,23-25,29,31,36,40,45,46,48,52]. Entre las anomalías de la biomecánica que se consideran un factor de riesgo, en la literatura destacan la disminución del ángulo pico de flexión de rodilla durante la marcha en la rodilla intervenida ^[23,24,36], la asimetría en el momento extensor pico de la rodilla ^[23,45,46] la disminución de los ángulos de flexión de cadera y rodilla en el momento de la recepción de un salto ^[29,40,45,46,48] y, especialmente, la aparición de valgo, estático y dinámico, tanto en la rodilla intervenida como en la sana ^[29,36,45,46,48,52]. Otros déficits con menor repercusión son la disminución de la fuerza pico de contacto en el compartimento tibiofemoral medial ^[23,24], la disminución y asimetría del rango de movimiento articular en la dorsiflexión de tobillo ^[31,52], un aumento del momento de rotación interna de la cadera ^[45] y una disminución de la flexión de la cadera durante la marcha ^[36]. Para la detección de estos déficits se usan baterías de test de salto monopodal (single hop for distance, crossover hop for distance, triple hop for distance y 6-m timed hop); videoanálisis tridimensionales durante la marcha, carrera y salto; el Drop Jump Screening Test, tanto monopodal como bipodal; el single leg squat; los test del FMS; tareas de agilidad y cambio de dirección; y el single-legged drop-landing.

Una disminución en la fuerza de los isquiotibiales destaca entre la literatura como otro de los factores de riesgo a tener en cuenta en la recidiva lesional del LCA ^[29,36,40,42,45,48],

considerándose un factor protector el conservar una fuerza simétrica en los isquiotibiales de los miembros inferiores. También cabe destacar el ratio de fuerza isquiotibiales/cuádriceps [42,45], ya que la contracción del cuádriceps provoca la traslación anterior de la tibia, gesto que resulta altamente lesivo para el LCA, y los isquiotibiales actúan como antagonista ante este movimiento. En el estudio de Kyritsis et al. [42], se observó un aumento del riesgo de sufrir una rotura del injerto del LCA de 10,6 por cada 10% que disminuye este ratio. Para la detección de esta debilidad se emplean contracciones isométricas o isocinéticas medidas con dinamómetro.

También se detectan déficits y asimetrías funcionales en sujetos con mayor riesgo de sufrir una recidiva lesional [31,33,34,37,41,50,52], que se evidencian en un peor rendimiento del sujeto en pruebas y test funcionales como el Drop Jump (bipodal y monopodal); el hop and hold monopodal y el salto vertical, el salto lateral y el salto de distancia monopodal. Al igual que con la fuerza de cuádriceps, se considera que el rendimiento en estas pruebas debe tener una simetría $\geq 90\%$.

El nivel deportivo es otro de los factores a tener en cuenta en la recidiva lesional [10,20,32,34,48,50]. Se considera que cuanto mayor sea el nivel deportivo o de actividad, mayor es el riesgo de sufrir una recidiva lesional del LCA. Para valorar este factor se utilizan las ya antes mencionadas TAS y la escala propuesta por Daniel et al., o la Marx Activity Rating Scale (Anexo 8). El estudio de Grindem et al. [10] concluye que en deportistas que vuelven a practicar deportes de nivel I (escala de Daniel et al.) tras una ligamentoplastia de LCA, el riesgo de sufrir una recidiva lesional es 4 veces mayor, mientras que en el de Beischer et al. [34], los deportistas que se incluían en el nivel 10 de la TAS mostraron una incidencia de la recidiva del 25%. Por otro lado, el estudio de Khalil et al. [11] mostró que una vez que se vuelve a deportes de alta exigencia para la rodilla (baloncesto), existe una relación entre el aumento de la carga de trabajo a la que se somete el deportista (medida partidos por temporada, partidos como titular por temporada, minutos por partido y minutos totales por temporada) y el aumento de la incidencia de la recidiva lesional.

El tiempo desde la cirugía hasta el RTS también muestra asociación con el riesgo de sufrir la recidiva lesional [10,28,30]. Uno de los estudios de Grindem et al. [10] tuvo una incidencia de la recidiva del 39,5% en deportistas de nivel I que volvieron a la práctica deportiva antes de los 9 meses, mientras que esta incidencia bajó al 19,4% en la misma población si estos retrasaban su RTS más de 9 meses. En este mismo estudio se mostró que, durante los 9 primeros meses tras la cirugía, el riesgo de recidiva disminuye un 51% por cada mes que se

retrasa el RTS. Otro estudio posterior de Grindem et al. ^[28] concluyó que el riesgo de recidiva es 6 veces mayor si el RTS se efectúa en el primer año tras la operación.

6.4.2. Factores intrínsecos

Una edad joven se considera un factor de riesgo para la recidiva lesional del LCA ^[20,39,44,48,50,51]. El estudio de Ma et al. ^[39] encontró una correlación de un aumento del riesgo de recidiva de 1,2 por cada año menos de edad.

La hiperlaxitud ligamentosa y un aumento de la traslación anterior de la tibia son otros dos factores de riesgo para la recidiva lesional ^[32,35,44,45,48,50]. Para la detección de estos factores se utilizan el test de cajón anterior, el test de Lachman, el pivot shift test y/o el Arthrometer KT-1000® o Arthrometer KT-2000®.

6.5. Medidas de prevención

6.5.1. Fase preoperatoria

El comienzo de la rehabilitación de forma preoperatoria ha mostrado mejorar la puntuación en los cuestionarios de función reportada por el paciente en comparación con aquellos que inician la rehabilitación de forma postoperatoria en mujeres jóvenes (13-24 años) deportistas de nivel I o II. Considerando que el cuestionario IKDC (más especificidad) y la subescala KOOS Sport/Rec (más sensibilidad) son los más representativos a la hora de evaluar la función de la rodilla durante los primeros 5 años tras la intervención, los sujetos que realizaron la rehabilitación preoperatoria superaron la puntuación mínima de corte en el 90% de los casos en el IKDC y en el 95% en el KOOS, con respecto al 78% y 78% de los que no la realizaron, respectivamente. ^[27]

Las 10 sesiones en 5 semanas de fortalecimiento y entrenamiento neuromuscular preoperatorias de la cohorte de Delaware-Oslo (Anexo 9) seguidas de una rehabilitación postoperatoria clásica, mostraron una incidencia de la recidiva del 10%. ^[10]

6.5.2. Fase de rehabilitación

Un programa de rehabilitación acelerada de 6 meses sin el uso de rodillera obtuvo una incidencia de la recidiva lesional del 0% en 32 sujetos en un seguimiento de 12 meses tras la ligamentoplastia. No obstante, no existe un grupo control con el que realizar comparaciones.

A pesar de no usar rodillera, las puntuaciones en el cuestionario Lysholm fueron comparables a las de otros estudios con el uso de rodillera: 88 a los 6 meses y 91 a los 12 meses. Con este programa de rehabilitación acelerada se busca que sea la musculatura la que proporcione estabilidad a la rodilla. ^[49]

Un programa de educación cruzada de fortalecimiento de cuádriceps de 8 semanas (entre las semanas 4 y 12 tras la operación) de 3 sesiones semanales, consistente en realizar 3 series de 12 repeticiones de fortalecimiento del cuádriceps contralateral no intervenido, combinado con un programa de rehabilitación, mostró un mayor aumento en la fuerza de cuádriceps del miembro inferior intervenido que solamente la rehabilitación. Esta mejora fue independiente de si el entrenamiento de fortalecimiento de educación cruzada se realizó de forma concéntrica o excéntrica. Sin embargo, no se apreciaron diferencias entre los que realizaron el programa de educación cruzada y los que no en los índices de simetría de fuerza cuádriceps, en el rendimiento en el salto de distancia monopodal ni en las puntuaciones del cuestionario IKDC. Aun así, en los grupos que realizaron el programa de educación cruzada, fue mayor el aumento de fuerza en el miembro inferior operado y no entrenado, que en el miembro inferior entrenado y no operado. ^[33]

Un programa de ejercicio de pedaleo excéntrico de 8 semanas (iniciado entre las semanas 10 y 16), de 3 sesiones de 26 minutos a la semana, en hombres entre 18 y 40 años con un nivel de actividad ≥ 5 en la TAS y con un IMC $< 30 \text{Kg/m}^2$, mostró mayores mejoras que un programa de ejercicio de pedaleo concéntrico en el ángulo pico de flexión de rodilla durante la marcha ($3,5^\circ$ vs $1,4^\circ$), el ángulo de flexión de cadera durante la marcha ($2,9^\circ$ vs 1°) y la carrera ($3,2^\circ$ vs $1,1^\circ$) y el ángulo valgo de la rodilla durante la marcha ($0,4^\circ$ vs -1°). Por otro lado, en el grupo de pedaleo concéntrico hubo un aumento mayor en el ángulo de valgo de la rodilla durante la carrera ($0,6^\circ$ vs $2,1^\circ$).

El grupo de pedaleo excéntrico tuvo mayor simetría en el ángulo de valgo de rodilla durante la marcha (diferencias de $-0,4^\circ$ vs $-1,9^\circ$) y la carrera ($-1,1^\circ$ vs $2,3^\circ$), mientras el grupo de pedaleo concéntrico presentó mayor simetría en el ángulo de rotación tibial durante la carrera ($-12,1^\circ$ vs $-5,8^\circ$).

El grupo de pedaleo excéntrico trabajó con una resistencia entre 33% y 70% superior con los mismos esfuerzo percibido y progresión de velocidad y tuvo un mayor aumento en la fuerza de isquiotibiales, aunque no hubo diferencias entre grupos en el aumento en fuerza de cuádriceps ni en la mejora del índice de simetría de fuerza de isquiotibiales. ^[36]

Un programa de entrenamiento neuromuscular con focos de atención externa mostró un aumento de la flexión pico de tronco, de cadera y de rodilla durante la recepción de salto. Además, mostró un descenso de los ángulos pico de abducción de rodilla y de rotación interna de rodilla, en el ratio de carga, en la fuerza pico de cizalla tibial, en el momento de extensión pico de rodilla y en el momento de abducción pico de rodilla, y en los errores de percepción de la posición de la rodilla, así como en la fuerza pico de reacción vertical del suelo. Por otro lado, también se produjo un aumento en la puntuación del cuestionario IKDC de 19,1%, que supera el mínimo clínicamente significativo de 11.5%.

Este programa de 8 semanas (Anexo 10) constaba de: fortalecimiento de miembro inferior, ejercicios de pliometría, entrenamiento de equilibrio y re-educación del patrón de movimiento. Se realizaron 3 sesiones semanales las 6 primeras semanas y 2 sesiones semanales las 2 últimas semanas. Durante cada ejercicio se daban unas instrucciones específicas para maximizar el efecto del programa. El programa fue dirigido a hombres deportistas de nivel I. ^[46]

Un protocolo de entrenamiento de salto (Anexo 11) comenzado en la semana 18 tras la ligamentoplastia y de 8 semanas de duración, con 2 sesiones de 1 hora por semana mostró mejoras en los cuestionarios de función reportada por el paciente (IKDC), rendimiento en salto de distancia, variables cinemáticas y cinéticas durante la recepción de un salto monopodal y patrones neuromusculares durante la recepción de salto. La media de la puntuación en los cuestionarios de función reportada por el paciente mejoró de 76,1 a 87,3. La media en índice de simetría en el salto de distancia monopodal mejoró de 88,4% a 94,3%. Tanto las flexiones pico de rodilla y cadera y la dorsiflexión pico de tobillo aumentaron y la fuerza de reacción vertical del suelo disminuyeron. El índice de co-contracción disminuyó desde 37,2 hasta 18,6 durante el salto. No se detectaron diferencias entre los resultados obtenidos con el programa de mayor cantidad de saltos con soporte de peso corporal (menor carga) y el programa de menor cantidad de saltos sin soporte de peso corporal (mayor carga), salvo que el segundo grupo mostró un riesgo de padecer hinchazón de rodilla 4,2 veces superior. ^[31]

El protocolo de rehabilitación HIP-GREAT (Anexo 12) es un programa que añade a la rehabilitación tras la ligamentoplastia del LCA ejercicios enfocados en la cadera y 3 sesiones de educación. Las sesiones educativas constaban de:

- 1) Educación sobre la intervención quirúrgica.
- 2) Puntos clave de los ejercicios de rehabilitación y prevención de movimientos potencialmente peligrosos.

3) Riesgo de recidiva lesional.

Estas sesiones se impartieron durante la hospitalización, a los 3 y los 6 meses respectivamente, con una duración aproximada de 30 minutos.

No se observaron diferencias entre los que completaron solamente el programa de rehabilitación y los que completaron el programa HIP-GREAT en fuerza, laxitud de rodilla, índice de simetría de miembros inferiores ni ratio isquiotibiales/cuádriceps. Sin embargo, la incidencia de la recidiva lesional fue de un 7,4% en deportistas que completaron únicamente el programa de rehabilitación y de un 3,3% en los que completaron el protocolo HIP-GREAT. Aunque el descenso en la incidencia no fue estadísticamente significativo, esta se redujo en un 61%. Además, la implementación de las sesiones educativas supuso que no se produjesen regresos a la actividad deportiva prematuros, lo que contribuyó a la reducción de la incidencia de la recidiva lesional. ^[45]

6.5.3. Fase de regreso a la actividad deportiva

El protocolo ACL-SPORTS (Anexo 13) es un programa diseñado por White et al. ^[56] con el objetivo específico de reducir la incidencia de la recidiva lesional del LCA en el deporte, que se realiza justo antes del regreso a la actividad deportiva. El programa consta de 2 sesiones semanales a lo largo de 5 semanas. En los estudios de Arundale et al., Capin et al., y Johnson et al. ^[21,23-25,27,51,53] se realiza un análisis de la eficacia de este protocolo. El programa constaba de dos grupos: un grupo SAPP (Strenght, Agility, Plyometrics, Prevention) que realizaba el protocolo ACL-SPORTS, y un grupo SAPP+PERT que realizaba a mayores un entrenamiento de perturbación. A lo largo del programa se integran tareas específicas del deporte practicado por cada participante.

El programa mostró mejorar la puntuación en los cuestionarios de función reportada por el paciente, aumentar la tasa de regreso a la actividad deportiva (100%) y al nivel deportivo previo a la lesión (95% en hombres y 87% en mujeres), mejorar la simetría del rendimiento en las pruebas de salto monopodal y aumentar la tasa de superación de los criterios RTS en deportistas de nivel I o II con una participación deportiva de al menos 50 horas anuales. Además, en hombres también mostró una mejoría en el índice de simetría de fuerza de cuádriceps. En mujeres, superaron la puntuación mínima de corte en los cuestionarios IKDC y KOOS Sport/Rec el 96% y el 100% respectivamente, puntuaciones superiores a las obtenidas en mujeres que realizaron rehabilitación preoperatoria (95% y 90%) y las que realizaron únicamente un programa de rehabilitación postoperatorio (78% y 78%). Ni en hombres ni en mujeres se produjeron variaciones significativas en los parámetros biomecánicos.

No hubo diferencias notables entre los resultados obtenidos por el grupo SAPP y el grupo SAPP+PERT. La incidencia de la recidiva lesional fue del 2,5% (1 de 40) en hombres y del 23% (9 de 39) en mujeres. [21,23–25,27,51,53]

Otro programa de ejercicios de preparación para el RTS mostró una incidencia de la recidiva del 6,7% (1,3% en mujeres y 5,3% en hombres). Este programa constaba de una duración de 8 semanas con 2 sesiones por semana. En una de las sesiones semanales se realizaban estiramientos y ejercicios funcionales que combinaban control neuromuscular de tronco y miembro inferior, fortalecimiento, sprint y agilidad incorporando tareas específicas del deporte; y en la otra sesión se realizaron press de pierna monopodal, step-up laterales, planchas laterales en tijera y correr 3,2 km, a un ritmo de 20 minutos, siempre sin dolor en la rodilla, antes de realizar sprints.

En los test de fuerza, de salto, de estabilidad dinámica y de agilidad todos los pacientes superaron los criterios RTS. El 84% de los pacientes volvieron a la actividad deportiva a un nivel igual o superior al previo a la lesión. [44]

Superar los criterios RTS ha mostrado una reducción en la incidencia de la recidiva lesional [10,28,37,42]. En uno de los estudios de Grindem et al. [10] se observó que sufrían alguna lesión el 38,2% de los deportistas que no superaban con éxito los criterios RTS y el 5,6% de los que sí los completaron exitosamente, reduciéndose el riesgo de lesión un 84%. En el posterior estudio de Grindem et al. [28] se encontró que superar los criterios RTS disminuía la incidencia de la recidiva en un 92%. En el estudio de Kyritsis et al. [42] la incidencia de la recidiva fue del 10,3% en los deportistas que superaron los criterios y del 33,3% en los que no. En el estudio de van Melick et al. [37] lograr un índice de simetría $\geq 90\%$ en una batería de test de salto se asoció a una incidencia del 0%, mientras que un índice inferior al 90% tuvo una incidencia del 11,6%; y lograr completar el test hop-and-hold tuvo una incidencia del 1,6%, mientras que los que no lograron completarlo tuvieron una incidencia del 17%.

Sin embargo, en el estudio de Welling et al. [43] no se observó asociación entre la superación de los criterios RTS y la incidencia de la recidiva lesional, aunque los deportistas que completaron dichos criterios tuvieron mayor tasa de regreso a la actividad deportiva. En la revisión con meta-análisis de Losciale et al. [30] la asociación fue no significativa, pues la reducción de la incidencia de la recidiva tras completar los criterios RTS fue únicamente del 3%. En el estudio de Losciale et al. [30] se recomienda usar los criterios empleados por Grindem et al. [10] ya que son los que tienen mayor sensibilidad (0,9) y menor probabilidad negativa (0,37), aunque solamente los superen el 24,3% de los deportistas en los 12 primeros meses tras la cirugía. Estos criterios consistían en tener una puntuación ≥ 90 en:

- Simetría de fuerza en contracción isométrica de cuádriceps
- Simetría en batería de test de salto monopodal (single hop for distance, triple crossover hop, triple hop y 6-m timed hop)
- Puntuación en cuestionarios KOS-ADL y GRS

Retrasar el RTS más allá de los 9 meses se considera un factor protector de la recidiva lesional del LCA ^[34,47]. El estudio de Beischer et al. ^[34] mostró una incidencia de la recidiva aproximadamente 7 veces menor en aquellos deportistas que tardaron más de 9 meses en volver a la práctica deportiva desde la operación. La incidencia de la recidiva fue del 30,3% en los que completaron su regreso al deporte antes de 9 meses y del 6,3% en los que lo completaron después. El estudio de Webster et al. ^[47] analiza la incidencia en los deportistas que completaron su regreso al deporte antes y después de 12 meses tras la ligamentoplastia, sin encontrar diferencias significativas entre grupos (33% vs 32% respectivamente).

El uso de rodillera para volver a practicar deporte tras una ligamentoplastia de LCA podría tener efectos beneficiosos en la prevención de roturas de injerto precoces en pacientes de 17 años y menores. Sin embargo, dada la heterogeneidad de la evidencia disponible no se puede determinar de forma precisa si el uso de rodillera es realmente efectivo al volver al deporte tras una lesión del LCA. ^[50]

6.6. Niveles de evidencia y grados de recomendación

Para clasificar los niveles de evidencia y grados de recomendación de los artículos seleccionados se utiliza la escala propuesta por el Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford.

En cuanto al nivel de evidencia se obtienen: 2 artículos nivel 1a, 23 artículos nivel 1b, 1 artículo nivel 2a, 5 artículos nivel 2b y 2 artículos nivel 3b.

En cuanto al grado de recomendación se obtienen: 25 artículos extremadamente recomendables y 8 de recomendación favorable.

7. DISCUSIÓN

Algunos trabajos recogidos en la literatura científica han postulado que el sexo femenino podría ser un factor de riesgo de la recidiva lesional, pero analizando la incidencia total por sexos reflejada en los trabajos seleccionados en esta revisión se observan datos similares entre hombres y mujeres. Esto podría deberse a la menor tendencia en mujeres a volver a la actividad deportiva tras una ligamentoplastia del LCA, lo que reduce la incidencia de la recidiva y podría alterar los resultados de esta revisión. En los estudios de Arundale et al., y Johnson et al. ^[51,53] se muestra que la incidencia de la recidiva en deportistas que vuelven a deportes de nivel I o II es claramente superior en mujeres (23%) que en hombres (2,5%). Por otro lado, la mayor participación deportiva en hombres hace que el número de casos sea más alto en esta población, como se observa en el mayor número de participantes varones en los estudios incluidos.

Una edad joven se ha mostrado como un factor de riesgo consistente a la hora de sufrir una lesión del LCA y la posterior recidiva lesional. Sin embargo, Grindem et al. ^[28] encontraron que esta asociación entre la edad y el riesgo de sufrir la recidiva lesional se debe a que los deportistas más jóvenes presentan mayores tasa de regreso a la actividad deportiva, así como vueltas al deporte más precoces. Por otro lado, también se cree que estos deportistas más jóvenes tienen mayor tendencia a sobreestimar sus capacidades en los cuestionarios de función percibida por el paciente.

Ninguno de los artículos seleccionados menciona la existencia de una asociación entre un IMC elevado y la incidencia de la recidiva lesional. Si se realiza una comparación entre artículos, tampoco se observa que exista ninguna relación entre el IMC y la recidiva lesional. Cabe destacar que los artículos que analizan el IMC de sus participantes son escasos, por lo que deberían realizarse más estudios para tratar de evidenciar una posible relación entre el aumento del IMC y el aumento del riesgo de lesión.

Aunque el autoinjerto del tendón rotuliano parece ser el que muestra mejores resultados en cuanto a la estabilidad de la rodilla y la reducción de la incidencia de la recidiva lesional, sin mostrar peores resultados en los cuestionarios de función reportada por el paciente, el autoinjerto del tendón de los isquiotibiales es el más utilizado con una gran diferencia. La causa de esto es que, además de provocar dolor anterior de rodilla, el uso de autoinjerto de tendón rotuliano se asocia con una lesión del LCA contralateral y que, como mencionan

Johnson et al. ^[51], los deportistas intervenidos con injertos del tendón de los isquiotibiales se recuperan antes de la discapacidad y vuelven a la actividad deportiva una media de 4 meses antes que los intervenidos con el tendón rotuliano, lo que daría explicación a la mayor incidencia de la recidiva en aquellos intervenidos con injerto de isquiotibiales.

A pesar de que en la literatura se ha reportado una mayor incidencia de la lesión del LCA contralateral en comparación a la rotura del injerto del LCA homolateral, en esta revisión fue superior la incidencia de la lesión del LCA homolateral. Esto podría tener dos posibles explicaciones:

- En esta revisión se han seleccionado varios artículos que incluyen como recidiva lesional únicamente roturas del injerto, por lo que posibles lesiones del LCA contralateral presentes en estos estudios han sido obviadas y, por lo tanto, no incluidas en el análisis.
- Las lesiones del LCA contralateral suelen producirse entre los 3 y los 5 años tras la cirugía, en contraste con las lesiones del injerto del LCA, que suelen producirse en los 2 primeros años tras la intervención. La mayoría de los artículos incluidos presentan un período de seguimiento de 2 años, por lo que se centra en el período donde es mayor la incidencia de la rotura del injerto, dando lugar a que el número de casos sea superior al de roturas del LCA contralateral, cuyo período de mayor incidencia tiende a no valorarse en los estudios.

El índice de simetría de fuerza de cuádriceps es una de las herramientas más utilizadas para detectar una debilidad en el miembro inferior intervenido. No obstante, el uso de este índice podría enmascarar una debilidad del cuádriceps contralateral, lo que se considera un factor de riesgo para la rotura del LCA contralateral. Por ello, Iwame et al. ^[35] proponen usar como medida de referencia la capacidad del cuádriceps de realizar una fuerza equivalente al peso corporal en lugar de la fuerza del cuádriceps contralateral. En cuanto a la simetría de la funcionalidad, Losciale et al. ^[30] también proponen el uso de la capacidad del deportista para realizar saltos equivalentes a un cierto porcentaje de la altura corporal como referencia para los test de salto en lugar de usar el índice de simetría de miembros inferiores para evitar la influencia de posibles déficits funcionales del miembro inferior no operado.

Los déficits y asimetrías de la biomecánica son de los factores de riesgo más difíciles de modificar, especialmente el valgo de rodilla, que es el que presenta una mayor asociación con el riesgo de sufrir una lesión de LCA. Solamente en el estudio de Milandri y Sivarasu ^[36] se reportaron modificaciones en el ángulo de valgo de la rodilla. Estos déficits pueden

persistir durante un largo período, llegando a observarse durante la cinemática de la marcha hasta los 6 años tras la cirugía.

Una de las mayores preocupaciones en cuanto al momento del RTS en deportistas con ligamentoplastia del LCA, es que la mayoría realizan este regreso a la actividad deportiva de forma precoz y sin haber resuelto los déficits presentes tras la cirugía. Retrasar el regreso a la actividad deportiva más de 9 meses se ha mostrado eficaz en reducir la recidiva lesional ya que permite una mayor curación biológica, que se cree que puede durar hasta 2 años. Sin embargo, el factor tiempo por sí solo se ha mostrado insuficiente para reducir la incidencia de la recidiva lesional, por lo que es necesario emplear ese tiempo en resolver los déficits presentes y prepararse para la vuelta a la actividad deportiva. En este aspecto es sumamente interesante la implementación de sesiones educativas, ya que estas han mostrado una gran eficacia a la hora de reducir regresos precoces a la actividad deportiva.

Al comenzar esta revisión se pretendía analizar si la presencia de comorbilidades, en este caso lesiones meniscales, constituía un factor de riesgo para sufrir la recidiva lesional. Aunque algunos artículos sí especifican incluir participantes con lesiones de alguno de los meniscos (principalmente menisco interno), ninguno de ellos aporta información sobre si la presencia o no de estas lesiones supone un factor para tener en cuenta en la incidencia de la recidiva lesional. Tampoco se observan diferencias significativas en la incidencia de la recidiva lesional entre los estudios que sí incluyen participantes con lesiones meniscales y los que no. Se recomienda para futuras investigaciones la realización de estudios que analizan si la presencia de comorbilidades influye sobre la incidencia de la recidiva lesional

El programa ACL-SPORTS ha mostrado ser eficaz en hombres deportistas intervenidos de ligamentoplastia del LCA para reducir la incidencia de la recidiva lesional (2,5%), por lo que su aplicación en esta población es altamente recomendable. Su eficacia en mujeres deportistas no está clara, ya que aunque la incidencia de la recidiva lesional en las mujeres que completaron este programa fue alta (23%), la tasa de mujeres del estudio de Johnson et al. ^[51] que completaron el regreso a la actividad deportiva fue mayor que la reportada en la literatura previa, por lo que el programa sí podría ser efectivo para reducir la recidiva lesional en mujeres deportistas.

Este programa se realiza únicamente durante 5 semanas con una frecuencia de 2 sesiones semanales. Su implementación durante un período de tiempo mayor y/o con una frecuencia mayor podría lograr una mejor resolución de los déficits y, por lo tanto, una disminución en la incidencia de la recidiva lesional en mujeres. Además, las mujeres que completaron este

programa mostraron una dificultad mayor que la de los hombres para lograr la simetría en la fuerza de cuádriceps, lo que hace pensar que las mujeres necesitan un entrenamiento de fortalecimiento de cuádriceps más focalizado.^[25]

Los programas de pedaleo excéntrico y de entrenamiento neuromuscular con foco de atención externo han mostrado eficacia para modificar ciertos déficits y asimetrías de la biomecánica en hombres. Sería interesante plantear programas similares enfocados en mujeres, ya que estas suelen presentar mayores déficits biomecánicos, especialmente en el plano frontal (valgo de rodilla) que pueden acarrear un aumento del riesgo de la recidiva lesional.

Aunque la eficacia de estos programas para resolver los déficits biomecánicos es limitada, su implementación en mujeres podría tener un efecto mayor que en hombres debido a la mayor severidad de estos déficits en el sexo femenino.

En el programa de entrenamiento de salto no se observaron diferencias entre el grupo que se entrenó con mayor carga y menor número de repeticiones y el grupo que se entrenó con menor carga y mayor número de repeticiones. Esto se debe a que ambos grupos realizaron el entrenamiento a una cantidad de repeticiones elevada y a una carga relativamente baja (el grupo de carga alta se entrenó utilizando el propio peso corporal). De cara al futuro, podrían realizarse variaciones de este programa de entrenamiento para trabajar con un número de cargas significativamente inferior y con una carga superior al propio peso corporal para poder realizar comparaciones sobre la eficacia de los distintos entrenamientos del programa.

Khalil et al. ^[11] mostraron la relación existente entre la carga de trabajo en el deporte tras lesión de LCA y la incidencia de recidiva lesional. Sin embargo, este estudio fue llevado a cabo de forma exclusiva en jugadores varones profesionales de baloncesto. Se necesitan investigaciones adicionales para comprobar si esta asociación se da también en mujeres deportistas, en deportistas aficionados y en otros deportes con alta incidencia de lesiones de LCA como el fútbol o el balonmano.

Debido a la heterogeneidad y la falta de consenso en cuanto a la aplicación de los criterios RTS, resulta complicado determinar su eficacia para la reducción de la incidencia de la recidiva lesional. Dado que los criterios más ampliamente utilizados y recomendados son los propuestos por Grindem et al. ^[10], que son superados por una baja tasa de deportistas a los 12 meses tras la operación (24,3%), existe la posibilidad de que una gran parte de los

deportistas no estén dispuestos a esperar hasta superarlos para realizar el regreso a la actividad deportiva. Por otro lado, los deportistas más jóvenes tienden a mostrar mayor probabilidad de superar estos criterios, por lo que podría ser necesario que en esta población se apliquen criterios alternativos. En futuras investigaciones deberían desarrollarse criterios RTS consensuados y más accesibles de superar para los deportistas, minimizando lo máximo posible el riesgo de recidiva lesional, a la vez que realizar intervenciones que ayuden a los participantes a superar estos criterios con mayor facilidad.

El uso de rodillera aporta una reducción de la carga mecánica durante el ROM inicial, mejora la propiocepción articular y aumenta la estabilidad de la rodilla a nivel psicológico. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los pacientes que usan rodillera tienen más probabilidades de ver aumentada la compresión en los tejidos blandos del miembro inferior, sufrir atrofia muscular, una pérdida del ROM de flexión y un aumento de la fatigabilidad muscular durante el deporte.

Utilizar una rodillera en el regreso a la actividad deportiva no ha mostrado resultados concluyentes, mientras que evitar su uso en las primeras fases tras la operación ha mostrado buenos resultados, logrando una incidencia del 0% en 32 sujetos en el trabajo de Naik et al. ^[49]. Aun así, estos resultados deberían interpretarse con prudencia, pues en este estudio no se incluye un grupo de comparación que completase el mismo programa de rehabilitación y utilizase rodillera. Además, el período de seguimiento es de solamente 12 meses tras la cirugía y no se especifica el nivel deportivo de los participantes, por lo que la eficacia de no usar rodillera podría ser menor a la que obtienen en este estudio.

El programa de educación cruzada de fortalecimiento de cuádriceps se mostró efectivo para aumentar la fuerza en el cuádriceps del miembro inferior intervenido. Aún no ha logrado identificarse el mecanismo de acción por el cual tienen eficacia este tipo de programas. La hipótesis más aceptada es que al realizar la contracción en una pierna, se produce una contracción en la otra con el objetivo de mantener la estabilidad. Sería interesante la continuación de estas líneas de investigación para tratar de averiguar cuál es el mecanismo de acción de este tipo de entrenamientos.

Otra futura línea de investigación es la eficacia de programas de prevención realizados durante el calentamiento antes de la práctica deportiva para reducir la incidencia de la recidiva lesional del LCA. Un programa de calentamiento enfocado en mejorar el control motor de la cadera, la rodilla y el tobillo durante tareas de mantenerse en pie, correr, cambios de dirección y salto mostró mejoras a nivel neuromuscular y redujo la incidencia de

lesiones de LCA y de rodilla en general en deportistas sanos ^[29], por lo que la implementación de este tipo de programas en sujetos intervenidos del LCA que han vuelto a la actividad deportiva tras su lesión podría mejorar la funcionalidad y reducir el riesgo de sufrir la recidiva lesional.

Durante la realización de este trabajo se han encontrado varias limitaciones. Una de ellas es la ausencia de definición del concepto de recidiva lesional. Esto ha conllevado a que se hayan incluido artículos que consideran recidiva lesional solamente la rotura del injerto, mientras otros consideran recidiva lesional la rotura del LCA contralateral y la del injerto homolateral. Por otro lado, algunos artículos incluyen únicamente lesiones del LCA que hayan sido roturas completas del ligamento, mientras otros consideran roturas parciales y otros incluyen cualquier lesión del ligamento que haya precisado de una intervención quirúrgica, pudiendo incluir algunas roturas parciales y no otras.

Otras de las limitaciones es la falta de consenso en cuanto a la definición de RTS. Ninguno de los artículos seleccionados define si considera RTS el momento en el que el deportista vuelve a realizar tareas propias del deporte, el momento en el que el deportista vuelve a entrenar con el equipo, el momento en el que el deportista vuelve a disputar un partido o el momento en el que el deportista vuelve a disputar un encuentro competitivo.

Es necesario que en futuras investigaciones se definan de forma precisa estos conceptos.

Otra limitación es que la mayoría de los artículos tiene un período de seguimiento corto (generalmente de 2 años). Si bien es cierto que es en este período en el que se producen la mayoría de las recidivas lesionales, se sabe que los déficits relativos a la lesión y a la intervención quirúrgica pueden perdurar durante un largo período de tiempo, por lo que un período de seguimiento tan corto podría desestimar efectos a largo plazo de las intervenciones, así como subestimar la incidencia de la recidiva lesional. Además, muchos de estos artículos solamente dan información sobre la modificación de ciertos factores de riesgo, pero no sobre si la intervención en concreto modifica el riesgo de sufrir la recidiva.

Dada la existencia de un gran número de artículos sobre el tema, y a que la mayoría son ensayos clínicos aleatorizados y estudios de cohortes con un buen seguimiento, se puede considerar que la información disponible consta de un buen nivel de evidencia y es altamente recomendable. Esto hace pensar que los resultados obtenidos constituyen una fiel representación de la realidad.

8. CONCLUSIONES

Los deportistas más jóvenes presentan un mayor riesgo de sufrir una rotura del LCA y la recidiva posterior que los deportistas más veteranos debido a su mayor inmadurez musculoesquelética y a su mayor tendencia a la precocidad en el regreso a la actividad deportiva.

La incidencia de la recidiva en esta revisión fue similar entre hombres (14,4%) y mujeres (15%). Sin embargo, esto puede ser debido a la mayor tendencia de los hombres a volver a deportes de alto riesgo para la rodilla.

La incidencia es mayor en actividades deportivas que involucran movimientos de saltar, pivotar y cortar (nivel I en Daniel et al. o nivel 9-10 en la TAS) y aumenta cuanto mayor es la carga de trabajo a la que se somete el deportista.

Los principales factores de riesgo que influyen en la recidiva lesional son:

- La baja puntuación en los cuestionarios de función reportada por el paciente.
- Una simetría <90% en la fuerza de cuádriceps medida con el dinamómetro.
- Un ratio isquiotibiales/cuádriceps bajo medido con el dinamómetro.
- Déficits y asimetrías de la biomecánica evidenciados mediante diferentes pruebas de salto y videoanálisis durante la marcha, la carrera y el salto.
- Déficits y asimetrías de la funcionalidad percibidas durante pruebas funcionales.
- Un tiempo inferior a 9 meses desde la cirugía hasta el regreso a la actividad deportiva.
- Una edad joven y una participación deportiva de elevado nivel.

Los procedimientos quirúrgicos más habituales en una reconstrucción del LCA son el uso de autoinjertos del tendón rotuliano y de autoinjertos del tendón de los isquiotibiales. Si bien el uso del tendón rotuliano parece reportar menores casos de recidiva lesional, el uso del tendón de los isquiotibiales no presenta dolor anterior de la rodilla y podría tener una recuperación funcional más rápida.

Existen medidas que han mostrado una buena eficacia para reducir la incidencia de la recidiva lesional tras ligamentoplastia de LCA. Estas medidas son:

- Comenzar la rehabilitación de forma preoperatoria
- Incluir ejercicios enfocados en la cadera y sesiones educativas durante la rehabilitación

- Realizar programas específicos de prevención de lesiones antes de volver al deporte y retrasa el RTS hasta los 9 meses o más.

Otras medidas como el uso de rodillera durante la rehabilitación o el regreso a la actividad deportiva y superar los criterios RTS han mostrado una eficacia dudosa.

Por otro lado, programas de fortalecimiento mediante educación cruzada, de pedaleo excéntrico, de entrenamiento neuromuscular con foco de atención externo y de entrenamiento de salto han mostrado una buena eficacia para modificar ciertos factores de riesgo, pero su efecto sobre la incidencia de la recidiva lesional es desconocido.

No se ha podido obtener información sobre si la presencia de comorbilidad y/o lesiones asociadas se relaciona con la incidencia de la recidiva lesional.

No consta que las medidas preventivas presentes en los estudios incluidos en esta revisión se apliquen de forma distinta según el género, el deporte practicado y/o el tipo de intervención quirúrgica realizada. No obstante, esto podría ser recomendable de cara a futuras investigaciones.

Según la clasificación propuesta por el CEBM de Oxford el grado de evidencia y el nivel de recomendación de los artículos incluidos son buenos y los resultados obtenidos son fiables.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Albert Pons F, NPunto. ROTURA DEL LIGAMENTO ANTERIOR EN DEPORTE. ROTURA LIGAMENTO ANTERIOR EN DEPORTE 2019;100(100):1-100.
2. Dekker TJ, Godin JA, Dale KM, Garrett WE, Taylor DC, Riboh JC. Return to Sport After Pediatric Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Its Effect on Subsequent Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99(11):897-904.
3. Barber-Westin S, Noyes FR. One in 5 Athletes Sustain Reinjury Upon Return to High-Risk Sports After ACL Reconstruction: A Systematic Review in 1239 Athletes Younger Than 20 Years. *Sports Health* 2020;12(6):587-97.
4. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2012;22(2):116-21.
5. Brumitt J, Mattocks A, Engilis A, Isaak D, Loew J. Prior history of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is associated with a greater risk of subsequent ACL injury in female collegiate athletes. *J Sci Med Sport* 2019;22(12):1309-13.
6. Di Stasi S, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training to target deficits associated with second anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013;43(11):777-92, A1-11.
7. Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2016;44(7):1861-76.
8. Fones L, Kostyun RO, Cohen AD, Pace JL. Patient-Reported Outcomes, Return-to-Sport Status, and Reinjury Rates After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Adolescent Athletes: Minimum 2-Year Follow-up. *Orthop J Sports Med* 2020;8(11):2325967120964471.
9. Andernord D, Karlsson J, Musahl V, Bhandari M, Fu FH, Samuelsson K. Timing of surgery of the anterior cruciate ligament. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc* 2013;29(11):1863-71.
10. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med* 2016;50(13):804-8.
11. Khalil LS, Matar RN, Rahman T, Franovic S, Abbas MJ, Hessburg L, et al. Effect of Workload After ACL Reconstruction on Rerupture Rates in NBA Players. *Orthop J Sports Med* 2020;8(11):2325967120964467.
12. OMS | Factores de riesgo [Internet]. WHO [citado 2021 mar 16]; Available from: https://www.who.int/topics/risk_factors/es/
13. WHO_HPR_HEP_98.1_spa.pdf [Internet]. [citado 2021 mar 18]; Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67246/WHO_HPR_HEP_98.1_spa.pdf;jsessionid=4E7C6E7EA768403DD1D4DBEDED674ED4?sequence=1

14. Primary Prevention - MeSH - NCBI [Internet]. [citado 2021 ago 9];Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68011322>
15. Secondary Prevention - MeSH - NCBI [Internet]. [citado 2021 ago 9];Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68055502>
16. Tertiary Prevention - MeSH - NCBI [Internet]. [citado 2021 ago 9];Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68055512>
17. Quaternary Prevention - MeSH - NCBI [Internet]. [citado 2021 ago 9];Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/2031107>
18. Definición de recaída - Diccionario de cáncer del NCI - Instituto Nacional del Cáncer [Internet]. 2011 [citado 2021 abr 6];Available from: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/recaida>
19. Incidencia: MedlinePlus enciclopedia médica [Internet]. [citado 2021 abr 22];Available from: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002387.htm>
20. Mohtadi N, Chan D, Barber R, Paolucci EO. Reruptures, Reinjuries, and Revisions at a Minimum 2-Year Follow-up: A Randomized Clinical Trial Comparing 3 Graft Types for ACL Reconstruction. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2016;26(2):96-107.
21. Arundale AJH, Cummer K, Capin JJ, Zarzycki R, Snyder-Mackler L. Report of the Clinical and Functional Primary Outcomes in Men of the ACL-SPORTS Trial: Similar Outcomes in Men Receiving Secondary Prevention With and Without Perturbation Training 1 and 2 Years After ACL Reconstruction. *Clin Orthop* 2017;475(10):2523-34.
22. Arundale AJH, Capin JJ, Zarzycki R, Smith AH, Snyder-Mackler L. TWO YEAR ACL REINJURY RATE OF 2.5%: OUTCOMES REPORT OF THE MEN IN A SECONDARY ACL INJURY PREVENTION PROGRAM (ACL-SPORTS). *Int J Sports Phys Ther* 2018;13(3):422-31.
23. Capin JJ, Khandha A, Zarzycki R, Arundale AJH, Ziegler ML, Manal K, et al. Gait mechanics and tibiofemoral loading in men of the ACL-SPORTS randomized control trial. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc* 2018;36(9):2364-72.
24. Capin JJ, Zarzycki R, Ito N, Khandha A, Dix C, Manal K, et al. Gait Mechanics in Women of the ACL-SPORTS Randomized Control Trial: Interlimb Symmetry Improves Over Time Regardless of Treatment Group. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc* 2019;37(8):1743-53.
25. Arundale AJH, Capin JJ, Zarzycki R, Smith A, Snyder-Mackler L. Functional and Patient-Reported Outcomes Improve Over the Course of Rehabilitation: A Secondary Analysis of the ACL-SPORTS Trial. *Sports Health* 2018;10(5):441-52.
26. Johnson JL, Capin JJ, Arundale AJH, Zarzycki R, Smith AH, Snyder-Mackler L. A Secondary Injury Prevention Program May Decrease Contralateral Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: 2-Year Injury Rates in the ACL-SPORTS Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020;50(9):523-30.
27. Capin JJ, Failla M, Zarzycki R, Dix C, Johnson JL, Smith AH, et al. Superior 2-Year Functional Outcomes Among Young Female Athletes After ACL Reconstruction in 10

Return-to-Sport Training Sessions: Comparison of ACL-SPORTS Randomized Controlled Trial With Delaware-Oslo and MOON Cohorts. *Orthop J Sports Med* [Internet] 2019 [citado 2021 mar 31];7(8). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6676263/>

28. Grindem H, Engebretsen L, Axe M, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Activity and functional readiness, not age, are the critical factors for second anterior cruciate ligament injury - the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med* 2020;54(18):1099-102.
29. Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, et al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2016;50(9):552-7.
30. Losciale JM, Zdeb RM, Ledbetter L, Reiman MP, Sell TC. The Association Between Passing Return-to-Sport Criteria and Second Anterior Cruciate Ligament Injury Risk: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2019;49(2):43-54.
31. Elias ARC, Harris KJ, LaStayo PC, Mizner RL. Clinical Efficacy of Jump Training Augmented With Body Weight Support After ACL Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2018;46(7):1650-60.
32. Gupta R, Sood M, Malhotra A, Masih GD, Kapoor A, Raghav M, et al. Low re-rupture rate with BPTB autograft and semitendinosus gracilis autograft with preserved insertions in ACL reconstruction surgery in sports persons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2018;26(8):2381-8.
33. Harput G, Ulusoy B, Yildiz TI, Demirci S, Eraslan L, Turhan E, et al. Cross-education improves quadriceps strength recovery after ACL reconstruction: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2019;27(1):68-75.
34. Beischer S, Gustavsson L, Senorski EH, Karlsson J, Thomeé C, Samuelsson K, et al. Young Athletes Who Return to Sport Before 9 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have a Rate of New Injury 7 Times That of Those Who Delay Return. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020;50(2):83-90.
35. Iwame T, Matsuura T, Okahisa T, Katsuura-Kamano S, Wada K, Iwase J, et al. Quadriceps strength to body weight ratio is a significant indicator for initiating jogging after anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee* 2021;28:240-6.
36. Milandri G, Sivarasu S. A Randomized Controlled Trial of Eccentric Versus Concentric Cycling for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation. *Am J Sports Med* 2021;49(3):626-36.
37. van Melick N, Pronk Y, Nijhuis-van der Sanden M, Rutten S, van Tienen T, Hoogeboom T. Meeting movement quantity or quality return to sport criteria is associated with reduced second ACL injury rate. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc* 2021;
38. Fältström A, Kvist J, Bittencourt NFN, Mendonça LD, Hägglund M. Clinical Risk Profile for a Second Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Soccer Players After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2021;49(6):1421-30.

39. Ma L, Ya K, Al M, Kn L, Cl H, Je J, et al. Age, rehabilitation and surgery characteristics are re-injury risk factors for adolescents following anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med* [Internet] 2021 [citado 2021 ago 9];49. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33765648/>
40. King E, Richter C, Daniels KAJ, Franklyn-Miller A, Falvey E, Myer GD, et al. Biomechanical but Not Strength or Performance Measures Differentiate Male Athletes Who Experience ACL Reinjury on Return to Level 1 Sports. *Am J Sports Med* 2021;49(4):918-27.
41. King E, Richter C, Daniels KAJ, Franklyn-Miller A, Falvey E, Myer GD, et al. Can Biomechanical Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Identify Athletes at Risk for Subsequent ACL Injury to the Contralateral Uninjured Limb? *Am J Sports Med* 2021;49(3):609-19.
42. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *Br J Sports Med* 2016;50(15):946-51.
43. Welling W, Benjaminse A, Lemmink K, Gokeler A. Passing return to sports tests after ACL reconstruction is associated with greater likelihood for return to sport but fail to identify second injury risk. *The Knee* 2020;27(3):949-57.
44. Nyland J, Greene J, Carter S, Brey J, Krupp R, Caborn D. Return to sports bridge program improves outcomes, decreases ipsilateral knee re-injury and contralateral knee injury rates post-ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA* 2020;28(11):3676-85.
45. Kawashima T, Omi Y, Kuriyama S, Hoshida T, Sugimoto D. Effect of Graft Rupture Prevention Training on Young Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An 8-Year Prospective Intervention Study. *Orthop J Sports Med* 2021;9(1):2325967120973593.
46. Ghaderi M, Letafatkar A, Thomas AC, Keyhani S. Effects of a neuromuscular training program using external focus attention cues in male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2021;13(1):49.
47. Webster KE, Feller JA, Klemm HJ. Second ACL Injury Rates in Younger Athletes Who Were Advised to Delay Return to Sport Until 12 Months After ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med* 2021;9(2):2325967120985636.
48. Mehl J, Diermeier T, Herbst E, Imhoff AB, Stoffels T, Zantop T, et al. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Arch Orthop Trauma Surg* 2018;138(1):51-61.
49. Naik AA, Das B, Kamat YD. Avoid post operative bracing to reduce ACL rerupture rates. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol* 2019;29(8):1743-7.
50. Marois B, Tan XW, Pauyo T, Dodin P, Ballaz L, Nault M-L. Can a Knee Brace Prevent ACL Reinjury: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(14):7611.

51. Johnson JL, Capin JJ, Arundale AJH, Zarzycki R, Smith AH, Snyder-Mackler L. A Secondary Injury Prevention Program May Decrease Contralateral Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: 2-Year Injury Rates in the ACL-SPORTS Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020;50(9):523-30.
52. Fältström A, Kvist J, Bittencourt NFN, Mendonça LD, Hägglund M. Clinical Risk Profile for a Second Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Soccer Players After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med* 2021;49(6):1421-30.
53. Arundale AJH, Capin JJ, Zarzycki R, Smith AH, Snyder-Mackler L. TWO YEAR ACL REINJURY RATE OF 2.5%: OUTCOMES REPORT OF THE MEN IN A SECONDARY ACL INJURY PREVENTION PROGRAM (ACL-SPORTS). *Int J Sports Phys Ther* 2018;13(3):422-31.
54. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med* 1994;22(5):632-44.
55. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score, Ewa Roos [Internet]. [citado 2021 sep 1]; Available from: <http://www.koos.nu/>
56. White K, Di Stasi SL, Smith AH, Snyder-Mackler L. Anterior cruciate ligament-specialized post-operative return-to-sports (ACL-SPORTS) training: a randomized control trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14:108.

10. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de niveles deportivos

Descripción de niveles deportivos	
Nivel	Actividad
I	Saltar, pivotar y cambios bruscos de dirección (fútbol, baloncesto, fútbol americano).
II	Movimientos laterales. Menos saltos y cambios de dirección bruscos que en nivel I (béisbol, deportes de raqueta, esquí).
III	Otros deportes (trota, correr, nadar).

Anexo 2. Tegner Activity Scale

Tegner Activity Level Score

Por favor, indique en los espacios de debajo el MAYOR nivel de actividad en el que participó ANTES DE LA LESION y en el mayor nivel en el que es capaz de participar ACTUALMENTE. Usando los círculos de debajo, marque el espacio en el que le gustaría participar en el futuro.

NIVEL ANTES DE LA LESIÓN:

NIVEL ACTUAL:

Nivel 10	Deportes competitivos- fútbol, fútbol americano, rugby (élite nacional)	<input type="radio"/>
Nivel 9	Deportes competitivos- fútbol, fútbol americano, rugby (divisiones inferiores), hockey sobre hielo, lucha, gimnasia, baloncesto	<input type="radio"/>
Nivel 8	Deportes competitivos- racquetball o bandy, squash o bádminton, atletismo de pista y campo (saltar, etc.), esquí alpino	<input type="radio"/>
Nivel 7	Deportes competitivos- racquetball o bandy, squash o bádminton, atletismo de pista y campo (saltar, etc.), esquí alpino	<input type="radio"/>
Nivel 6	Deportes recreacionales- tenis y bádminton, balonmano, racquetball, esquí alpino, salir a correr, al menos 5 veces a la semana	<input type="radio"/>
Nivel 5	Trabajo pesado (construcción etc.). Deportes competitivos- ciclismo, esquí de fondo. Deportes recreacionales- salir a correr o terreno irregular al menos 2 veces por semana	<input type="radio"/>
Nivel 4	Trabajo de carga moderada (conductor de camiones, etc.)	<input type="radio"/>
Nivel 3	Trabajo de carga ligera (enfermería, etc.)	<input type="radio"/>
Nivel 2	Trabajo de carga ligera. Posible caminar por terreno irregular, pero imposible con mochila o escalar	<input type="radio"/>
Nivel 1	Trabajo sedentario (secretario, etc.)	<input type="radio"/>
Nivel 0	Baja por enfermedad o pensión por discapacidad por los problemas de rodilla	<input type="radio"/>

Historial quirúrgico

¿Ha tenido alguna cirugía adicional en la rodilla? Sí/NO

Si sí:

¿Qué procedimiento se realizó?

¿Cuándo se realizó la cirugía?

Anexo 3. IKDC

2000 IKDC FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA RODILLA

Nombre Completo _____

Fecha de Hoy: ____/____/____
Día Mes Año

Fecha de la Lesión: ____/____/____
Día Mes Año

SÍNTOMAS*:

*Evalúe sus síntomas según el mayor nivel de actividad al cual usted cree que podría funcionar sin sentir molestias significativas, incluso aunque usted no esté realizando actividades de este nivel en la actualidad

1. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede realizar sin tener dolor significativo de rodilla?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como **trabajo físico moderado, correr o trotar**
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido al dolor de rodilla

2. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿cuán frecuentemente ha tenido dolor?

Nunca	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Constantemente
	<input type="checkbox"/>											

3. Si usted tiene dolor, ¿cuán fuerte es el dolor?

Ningún dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	El peor dolor imaginable
	<input type="checkbox"/>											

4. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿cuán rígida o hinchada ha estado su rodilla?

- Nada
- Levemente
- Moderadamente
- Mucho
- En extremo

5. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad física que usted puede realizar sin que la rodilla se le hinche significativamente?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido a hinchazón en la rodilla

6. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿se le ha bloqueado o trabado temporalmente la rodilla?

- Sí No

7. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede realizar sin que la rodilla se sienta inestable?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido a la inestabilidad de la rodilla

Página 2 – 2000 IKDC FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA RODILLA

ACTIVIDADES DEPORTIVAS:

8. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede hacer rutinariamente?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido a la rodilla

9. ¿Cómo su rodilla afecta en su capacidad para:

		Sin dificultad	Dificultad mínima	Dificultad moderada	Dificultad extrema	No puedo hacerlo
a.	Subir escaleras?	<input type="checkbox"/>				
b.	Bajar escaleras?	<input type="checkbox"/>				
c.	Arrodillarse?	<input type="checkbox"/>				
d.	Hacer una sentadilla?	<input type="checkbox"/>				
e.	Sentarse con las rodillas dobladas?	<input type="checkbox"/>				
f.	Levantarse de una silla?	<input type="checkbox"/>				
g.	Correr en línea recta?	<input type="checkbox"/>				
h.	Saltar y caer sobre la pierna afectada?	<input type="checkbox"/>				
i.	Detenerse bruscamente o comenzar a caminar/correr rápidamente	<input type="checkbox"/>				

FUNCIONALIDAD:

10. ¿Cómo calificaría usted la funcionalidad de su rodilla, usando una escala de 0 a 10, donde 10 es funcionalidad normal y excelente, y 0 es la incapacidad de realizar alguna de sus actividades diarias habituales, lo cual podría incluir deportes?

FUNCIONALIDAD ANTES DE QUE TUVIERA LA LESIÓN EN LA RODILLA:

No podía realizar mis actividades diarias	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No tenía limitación
	<input type="checkbox"/>											

FUNCIONALIDAD ACTUAL DE LA RODILLA

No puedo realizar mis actividades diarias	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No tengo limitación
	<input type="checkbox"/>											

Anexo 4. Lysholm Knee Scoring Scale

Durante las últimas 4 semanas...

Sección 1: Cojera

- Ninguna
- Ligera o periódica
- Severa y constante

Sección 3: Dolor

- Ningun
- Inconstante y ligero durante esfuerzo severo
- Marcado durante esfuerzo severo
- Marcado durante o tras caminar más de 2km
- Marcado durante o tras caminar menos de 2km
- Constante

Sección 5: Bloqueo

- Sin sensaciones de bloqueo o atrapamiento
- Sensación de atrapamiento pero no de bloqueo
- Bloqueo ocasionalmente
- Frecuentemente
- Articulación bloqueada durante examen

Sección 7: Subir escaleras

- Sin problemas
- Ligera disfunción
- Un paso cada vez
- Imposible

Sección 2: Apoyo

- Ninguno
- Bastón o muleta
- Imposible soporte de peso

Sección 4: Inestabilidad

- Nunca
- Raramente durante el deporte o otro esfuerzo severo
- Frecuente durante el deporte o otro esfuerzo severo (o incapaz de participar)
- Ocasionalmente durante AVDs
- A menudo durante AVDs
- A cada paso

Sección 6: Hinchazón

- Ninguna
- En esfuerzo severo
- En esfuerzo ordinario
- Constante

Sección 8: Sentadillas

- Sin problemas
- Ligera disfunción
- No por debajo de 90º
- Imposible

Anexo 5. KOS-ADL

Síntomas:

¿En qué grado afecta a tu nivel de vida cada uno de los siguientes síntomas? (marca una respuesta en cada línea)

	No tengo el síntoma	Tengo el síntoma, pero no afecta a mi actividad	El síntoma afecta a mi actividad ligeramente	El síntoma afecta a mi actividad moderadamente	El síntoma afecta a mi actividad de forma severa	El síntoma me impide realizar mis actividades diarias
Dolor						
Rigidez						
Hinchazón						
Ceder, doblar o desplazamiento de la rodilla						
Debilidad						
Cojera						

Limitaciones funcionales con actividades de la vida diaria:

Como afecta tu rodilla a tu estabilidad para: (marca una respuesta en cada línea)

	La actividad no es difícil	La actividad es mínimamente difícil	La actividad es algo difícil	La actividad es bastante difícil	La actividad es muy difícil	Soy incapaz de realizar la actividad
Caminar						
Subir escaleras						
Bajar escaleras						
Estar de pie						
Arrodillarse						
Sentadilla						
Sentarse con la rodilla doblada						
Levantarse de una silla						

Anexo 6. KOS-SAS

Knee Outcome Survey Sports Activities Scale

Síntomas: ¿En qué grado afecta cada uno de los siguientes síntomas a tu nivel de actividad deportiva? (Marca una respuesta en cada línea)

	Nunca tengo	Tengo, pero no afecta a mi actividad deportiva	Afecta a mi actividad deportiva ligeramente	Afecta a mi actividad deportiva moderadamente	Afecta a mi actividad deportiva de forma severa	No me permite realizar actividades deportivas
Dolor						
Molestia						
Rigidez						
Hinchazón						
Deslizamiento o ceder parcial de la rodilla						
Torcedura o ceder total de la rodilla						
Debilidad						

Limitaciones funcionales con actividades deportivas: Como afecta tu rodilla a tu habilidad para: (marca una respuesta en cada línea)

	Sin dificultad	Mínima dificultad	Alguna dificultad	Bastante dificultad	Mucha dificultad	Incapaz de realizar
Correr en línea recta						
Saltar y caer con la pierna intervenida						
Frenar y arrancar rápidamente						
Cambiar de dirección y pivotar sobre la pierna intervenida						

Puntuación: La primera columna puntúa 5 puntos por cada ítem, seguida en las siguientes columnas por puntuaciones de 4, 3, 2, 1 y 0 para la última columna. Se suman los puntos totales de todos los ítems, luego se dividen entre 55 y se multiplican por 100 para lograr la puntuación SAS. Por ejemplo, si un individuo marca 9 ítems de la primera columna, y 2 ítems de la segunda columna la puntuación total sería: $9 \times 5 = 45$ puntos, más $2 \times 4 = 8$ puntos, para un total de 53 puntos. Entonces la puntuación SAS sería de $53/55 \times 100 = 96\%$.

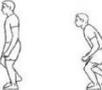
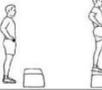
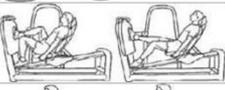
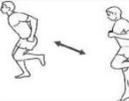
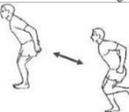
Anexo 7. ACL-RSI

NOMBRE												FECHA:		
Instrucciones: pon una marca en la línea, en la que mejor te describa en relación a lo que se describe														
1. ¿Te sientes confiado de poder rendir a tu nivel previo de participación en el deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Para nada confiado											Completamente confiado			
2. ¿Piensas que es probable que te relesiones la rodilla al participar en tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Extremadamente probable											Para nada probable			
3. ¿Te sientes nervioso acerca de practicar tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Extremadamente nervioso											Para nada nervioso			
4. ¿Te sientes confiado de que la rodilla no fallará jugando a tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Para nada confiado											Completamente confiado			
5. ¿Te sientes confiado de que podrás jugar a tu deporte sin ninguna preocupación acerca de tu rodilla?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Para nada confiado											Completamente confiado			
6. ¿Encuentras frustrante tener que tomar en cuenta tu rodilla con respecto a tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Extremadamente frustrante											Para nada frustrante			
7. ¿Tienes miedo de relesionarte la rodilla practicando tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Miedo extremo											Ningún miedo			
8. ¿Te sientes confiado de que tu rodilla soportará bajo presión?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Para nada confiado											Completamente confiado			
9. ¿Tienes miedo de accidentalmente lesionar tu rodilla practicando tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Miedo extremo											Ningún miedo			
10. ¿Evitan pensamientos de tener que someterte a cirugía y rehabilitación el que opractiques tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Todo el tiempo											Nunca			
11. ¿Te sientes confiado sobre tu habilidad rendir bien en tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Para nada confiado											Completamente confiado			
12. ¿Te sientes relajado sobre jugar a tu deporte?														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
Para nada relajado											Completamente relajado			

Anexo 8. Marx Activity Rating Scale

	Menos de 1 vez al mes	1 vez al mes	1 vez a la semana	2-3 veces a la semana	4 o más veces a la semana
Correr: correr mientras se practica algún deporte o salir a correr	0	1	2	3	4
Cortar: hacer cambios de dirección mientras se corre	0	1	2	3	4
Deceleración: hacer paradas bruscas mientras se corre	0	1	2	3	4
Pivotar: girar el cuerpo con el pie en el suelo mientras se practica algún deporte; por ejemplo: esquiar, patinar, patear, lanzar, golpear una pelota (golf, tenis, squash), etc.	0	1	2	3	4

Anexo 9. Rehabilitación preoperatoria cohorte Delaware-Oslo

Entrenamiento de fuerza, pliometría y neuromuscular			
Ejercicio	Descripción	Dosificación	Imagen
Bicicleta estacionaria	Calentamiento continuo a resistencia de preferencia	10 min	
Cinta Treadmill	Calentamiento continuo a velocidad de preferencia	10 min	
Elíptica	Calentamiento continuo a resistencia de preferencia	10 min	
Sentadilla monopodal	Mantener posición rodilla sobre pie	3 x 8	
Step-up	Mantener posición rodilla sobre pie	2 x 10	
Sentadilla en Bosu	Mantener alineamiento de rodilla y estabilidad de core. Subir y bajar rápido	2 x 20	
Press de pierna monopodal	Empezar con flexión de rodilla de 90º	3 x 6 (+2)	
Extensión de rodilla monopodal	Empezar con flexión de rodilla de 90º	3 x 8 (+2)	
Sentadilla	Bajar rápido hasta flexión de rodilla de 90º, parar y subir rápido	3 x 8 (+2)	
Curl de isquiotibiales	Subir rápido, parar y bajar lentamente hasta extensión	3 x 8 (+2)	
Isquiotibiales en fitball	Un pie sobre balón y pelvis arriba, traer la pelota hacia ti	3 x 6	
Salto monopodal	Saltar sobre banco, parar, continuar con un salto hacia delante y abajo con caída controlada y suave.	1 x 15	
Salto laterales a una pierna	Saltar rápidamente hacia un lado y parar tras 3 saltos. Continuar y parar 5 veces.	3x 15	
Skating	Con una pierna, saltar hacia un lado, con caída suave y pausada y saltar de nuevo hacia el otro lado	2 x 20	

Eficacia de las medidas preventivas en la recidiva lesional tras ligamentoplastia del LCA en el deporte: revisión sistemática

Protocolo de entrenamiento de perturbación			
<i>Sesiones 1-4. Fase temprana. Progresión añadiendo perturbaciones en todas las direcciones y minimizando comandos verbales</i>			
Sesión	Rocker board	Roller board/plataforma	Roller board
1	<ul style="list-style-type: none"> • Stand bilateral • 2 series anterior/posterior • 2 series medial/lateral 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand bilateral • 2 series anterior/posterior
2	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior • 2 series medial/lateral 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior
3	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación
4	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación
<i>Sesiones 5-7. Fase media. Progresión añadiendo ligera actividad deporte-específica durante perturbaciones</i>			
5	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal • Bola contra muro 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro
6	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal • Bola contra muro/suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo
7	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal • Bola lanzada por otro 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola lanzada por otro 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola lanzada por otro
<i>Sesiones 8-10. Fase tardía. Progresión añadiendo posiciones deporte-específicas combinadas con actividades deporte-específicas</i>			
8	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas
9	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas
10	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series medial/lateral • 2 series diagonal • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 series con miembro intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • 2 series con miembro no intervenido en roller board, anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Stand unilateral • 2 series anterior/posterior + medial/lateral + rotación • Bola contra muro/suelo, lanzada por otro • Otras actividades deporte-específicas individualizadas

Anexo 10. Entrenamiento neuromuscular con foco de atención externo

Detalles del programa de entrenamiento neuromuscular

Ejercicio	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8
Sentadilla	3x6	3x6	-	-	-	-	-	-
Zancadas	3x6	3x6	-	-	-	-	-	-
Sentadilla monopodal	3x6	3x6	4x8	3x30s	4x12	-	-	-
Drop jumps bipodales	-	-	3x6	4x10	4x12	-	-	-
Stance monopodal en superficie inestable	-	-	3x30s	3x30s	4x30s	4x30s	3x30s	3x30s
Saltos monopodales con contramovimiento	-	-	3x6	3x8	4x8	4x10	3x8	3x6
Bounds horizontales	-	-	-	-	-	4x8	5x10	3x8
Saltos de longitud monopodales	-	-	-	-	-	4x8	5x8	3x8

^a Series y repeticiones o tiempo para cada ejercicio a lo largo del período de 8 semanas

^b Sem. = semana

^c Entre 30-60 segundos de descanso entre series

Instrucciones/señales dadas a los deportistas del grupo experimental durante cada ejercicio

Ejercicio	Instrucciones/señales
Sentadilla	Mientras doblas las rodillas, apunta con las rodillas hacia los conos y haz como si fueras a sentarte en una silla mientras mantienes una pelota entre las rodillas. Nota: conos colocados en línea con la posición neutra de las rodillas.
Zancadas	Como si tuvieses una plancha en la espalda, apunta con tu rodilla a un punto imaginario en frente de ti.
Sentadilla monopodal	De pie en una pierna y alcanza lentamente el cono con tu rodilla mientras doblas la rodilla. Nota: cono colocado en línea con la posición neutra de la rodilla.
Drop jumps bipodales	Salta hacia abajo desde una caja, aterriza en las marcas en el suelo, y apunta con tus dedos y rodillas hacia los conos. Nota: conos colocados en línea con la posición neutra de las rodillas; caja de 30cm de altura.
Stance monopodal en superficie inestable	Mantén la barra en posición horizontal. Nota: El deportista sujeta una barra delante de él durante el ejercicio.
Saltos monopodales con contramovimiento	Salta tan alto como puedas y toca el balón colgante. Nota: Se incluye el balón como un objetivo en altura; altura ajustada para cada deportista.
Bounds horizontales	Empuja hacia el suelo tan fuerte como sea posible.
Saltos de longitud monopodales	Intenta saltar más allá de la línea. Nota: Se coloca una línea objetivo; se ajusta la distancia para cada deportista

Anexo 11. Programa de entrenamiento de salto

Protocolo de sesión de tratamiento, realizada 2 veces a la semana durante 8 semanas

Componente de tratamiento	Tarea específica	
Control de reacción articular ^a (para el tratamiento previo)	Graduación del dolor de 0 a 10 en escala EVA Informe de dolor muscular y fatiga Stroke test para hinchazón articular	
Calentamiento	Caminar 5 min en tapiz rodante (4,8-5,6 Km/h) Correr levantando rodillas Correr llevando talones al glúteo Caminar levantando la pierna extendida Caminar con manos en cadera levantando talones Zancadas	
Entrenamiento de salto	Contactos – JTBW	Contactos – JTBWS
Semanas 1 y 2	80 – 100	200 – 350
Semanas 3 y 4	80 – 160	250 – 500
Semanas 5 y 6	120 – 200	200 – 350
Semanas 7 y 8	120 – 200	120 – 200
Enfriamiento	Caminar 5 min en tapiz rodante (4,8-5,6 Km/h) Estiramiento de cuádriceps (30s) Estiramiento de isquiotibiales (30s) Estiramiento de gemelos (30s) Estiramiento de abductores (30s)	
Control de reacción articular (para el tratamiento actual)	Graduación del dolor de 0 a 10 en escala EVA Informe de dolor muscular y fatiga Stroke test para hinchazón articular	

^a Si el dolor en la rodilla es 2 puntos mayor que en la sesión anterior, el tratamiento se aplaza y en la próxima sesión no se progresa en repeticiones ni intensidad. Si el dolor muscular no se alivia durante el calentamiento y compromete la técnica de recepción de salto de manera visual, el tratamiento se aplaza. Si el stroke test puntúa a una hinchazón de 2+ o superior, el tratamiento se aplaza y en la próxima sesión no se progresa en repeticiones ni intensidad.

Progresión del protocolo de tratamiento de entrenamiento de salto

	Fase	Contactos	Tareas
Semana de entrenamiento – peso corporal normal			
Semana 1	Técnica	80 – 100	Saltos verticales, saltos laterales, salto de longitud, salto con giro, zancada con salto, salto con rodillas arriba, rebotes estacionarios
Semana 2			
Semana 3	Fundamentos	80 – 160	Progresar, más triple salto, salto vertical, salto lateral
Semana 4			
Semana 5	Rendimiento	120 – 200	Progresar, más saltos combinados, corte lateral, triple salto de longitud, salto en cajón
Semana 6			
Semana 7	Especificidad	120 – 200	Progresar, más saltos laterales en cajón, circuitos de agilidad
Semana 8			
Semana de entrenamiento – peso corporal soportado			
Semana 1	30%	200 – 350	Saltos verticales, saltos laterales, salto de longitud, salto con giro, zancada con salto
Semana 2			
Semana 3	20%	250 – 500	Progresar, más triple salto de longitud, salto en cajón, rebotes
Semana 4			
Semana 5	10%	200 – 350	Progresar, más saltos combinados, corte lateral
Semana 6			
Semana 7	0%	120 – 200	Progresar, más saltos laterales en cajón, circuitos de agilidad
Semana 8			

Anexo 12. Protocolo HIP-GREAT

Protocolos de rehabilitación postoperatoria de fisioterapia tradicional y HIP-GREAT

Fase 1: Desde reconstrucción de LCA hasta descarga (los pacientes estuvieron descargados 3 semanas tras la reconstrucción del LCA)

Objetivos:

- Control del dolor postoperatorio y la hinchazón
 - Aumentar rango de movimiento de la rodilla (0º-130º)
 - Normalizar marcha
- (1) 2 días tras la cirugía
- Hielo
 - Máquinas de movimiento pasivo continuo
 - Sin carga de peso
- (2) 4 días tras la cirugía
- Ejercicios de rango de movimiento
 - Movilización rotuliana
 - Electroestimulación neuromuscular
 - Fortalecimiento: ajuste de cuádriceps, fortalecimiento de área no involucrada
- (3) 1 semana tras la cirugía
- Apoyo de peso parcial
 - Fortalecimiento: curl de pierna, abducción, aducción, extensión de cadera, rotación externa de cadera con banda elástica (Figura A), puente lateral con apoyo de miembro inferior no intervenido
- (4) 2 semanas tras la cirugía
- Apoyo de peso completo
 - Fortalecimiento: press de pierna, puente glúteo (bipodal), squat bilateral, o squat bilateral con banda elástica
 - Equilibrio (en tabla de equilibrio): equilibrio bipodal, squat bilateral
 - Ejercicio aeróbico
 - Educación del paciente
 - a) Revisión de reconstrucción de LCA
 - b) Explicar el proceso de remodelación del injerto
 - c) Enfatizar en la seguridad durante la rehabilitación y las actividades de la vida diaria

Fase 2: 1-3 meses tras la reconstrucción del LCA (continuar con ejercicios de la fase 1 y aumentar peso y repeticiones)

Objetivos:

- Mejorar la fuerza de la musculatura del miembro inferior intervenido
- (1) 1 mes tras la cirugía
- Fortalecimiento: puente glúteo (bipodal) en cajón, zancada anterior, marcha lateral con cinta elástica (Figura B)
 - Equilibrio (en disco de equilibrio): zancada anterior
- (2) 2 meses tras la cirugía
- Fortalecimiento: puente glúteo (monopodal), squat monopodal, puente lateral con apoyo sobre miembro inferior intervenido y abd de cadera, abd de cadera en bipedestación
 - Equilibrio (en tabla de equilibrio): equilibrio monopodal

Fase 3: 3-9 meses tras la reconstrucción del LCA (continuar con ejercicios de las fases 1 y 2 y aumentar peso y repeticiones)

Objetivos:

- Mejorar la movilidad funcional
 - Desarrollar la fuerza muscular del miembro inferior intervenido
- (1) 3 meses tras la cirugía
- Fortalecimiento: Barbell squat, squat monopodal con pesa, Puente glúteo (monopodal) en cajón, plancha frontal, puente lateral con apoyo sobre miembro inferior intervenido y abd de cadera con banda elástica, abd de cadera en bipedestación con banda elástica (Figura C)
 - Trotar
 - Ejercicios de juego de pies (sidesteps, giros, cambios de dirección)
 - Equilibrio (en disco de equilibrio): squat monopodal, zancada lateral
 - Salto-recepción, alternando pierna de salto (adelante, lateral)
 - Educación del paciente
 - a) Revisión del proceso de remodelación del injerto
 - b) Discusión de los puntos clave de los ejercicios de rehabilitación
 - c) Descripción de como evitar movimientos potencialmente peligrosos en la rehabilitación, actividades de la vida diaria y movimientos deportivos fundamentales
- (2) 4 meses tras la cirugía
- Fortalecimiento: plancha frontal monopodal
- (3) 5 meses tras la cirugía
- Carrera de aceleración, sprint
 - Salto-recepción (bipodal): salto con sentadilla, salto hacia delante, o salto-recepción con banda elástica (bipodal), salto con sentadilla (Figura D), salto con giro (90º o 180º), salto hacia delante/atrás, salto lateral
- (4) 6 meses tras la cirugía
- Fortalecimiento: nórdico de isquiotibiales
 - Equilibrio (en Bosu): alternando pierna de salto (adelante, lateral) (Figura E)
 - Salto-recepción (monopodal): salto monopodal hacia delante o salto-recepción con banda elástica (monopodal), salto monopodal hacia delante, salto con giro (90º), salto hacia delante/atrás, salto lateral
 - Maniobra de salto-recepción y ejercicios de juego de pies con componentes específico-deportivos adicionales
 - Educación del paciente

Eficacia de las medidas preventivas en la recidiva lesional tras ligamentoplastia del LCA en el deporte: revisión sistemática

- a) Revisión de cómo evitar movimientos potencialmente peligrosos en la rehabilitación, actividades de la vida diaria y movimientos deportivos fundamentales
 - b) Señalar el alto riesgo relativo de sufrir roturas del injerto tras la reconstrucción del LCA
 - c) Delimitar el tiempo de mayor riesgo (2 años tras la reconstrucción del LCA) de roturas del injerto y describir las características fisiológicas de la remodelación del injerto del LCA
- (5) 9 meses tras la cirugía
- Test de return-to-sport (recomendaciones para volver a la actividad deportiva)
 - a) Fuerza isocinética ($\geq 90\%$ del miembro sano contralateral)
 - b) Laxitud articular (laxitud $< 3\text{mm}$ con KT-1000 arthrometer y test de Lachman negativo)
 - c) Síntomas (ausencia de dolor e hinchazón en la rodilla operada)
 - d) Juego de pies (alineamiento favorable de la rodilla, especialmente ausencia de valgo en cambios bruscos de dirección)
 - e) Salto monopodal (flexión de rodilla adecuada sin valgo en la recepción)

La autorización final se da en base a los resultados en los tests RTS y a discreción del médico

Los ejercicios añadidos solamente en el grupo HIP-GREAT están en cursiva y subrayados

Anexo 13. Protocolo ACL-SPORTS

Grupo de entrenamiento	Ejercicio	Sesiones 1-3	Sesiones 4-6	Sesiones 7-10
SAP y SAP+PERT	Curl nórdico para isquiotibiales	2 x 5 (30-45º)	3 x 5 (30-45º)	3 x 5 (60º)
	Sentadillas	Sesión 1: 3 x 10 enfocándose en la correcta realización. Sesiones 2 y 3: añadir theraband (verde o azul) alrededor de rodillas	3 x 10. Progresar a theraband negro alrededor de rodillas	No se realiza
	Drop jump	3 x 10 Saltar y caer con ambas piernas. Se progresa en altura de 10 a 15 a 20 cm	3 x 10. Saltar con ambas piernas y caer en la intervenida. Se progresa en altura de 10 a 15 a 20 cm	3 x 10. Se salta y cae con la pierna intervenida. Se progresa en altura de 10 a 15 a 20 cm
	Triple salto a una pierna	Adelante/atrás (3 saltos adelante, 3 saltos atrás) x 10. Lado a lado (3 saltos consecutivos hacia un lado) x 10. Sobre el suelo	Adelante/atrás (3 saltos adelante, 3 saltos atrás) x 15. Lado a lado (3 saltos consecutivos hacia un lado) x 15. Sobre objeto de aproximadamente 5cm de altura	Adelante/atrás (3 saltos adelante, 3 saltos atrás) x 15. Lado a lado (3 saltos consecutivos hacia un lado) x 15. Sobre objeto de altura apropiada como conos de 10 cm o vallas de 15 cm
	Salto con rodillas arriba	No se realiza	No se realiza	2 series de 10-20 segundos Progresión de 3 series de 20-30 segundos
	Circuitos de agilidad	3-4 circuitos realizados cada sesión progresando en la primera sesión de un 50% de esfuerzo máximo a un 100% de esfuerzo y velocidad a lo largo de las sesiones. Los circuitos incluían: correr adelante/atrás, carrera lateral, cariocas, correr en 8, correr en círculos y giros de 90º. Además de velocidad y esfuerzo, la progresión también consistió en eliminar circuitos lineales y añadir circuitos multidireccionales y específicos del deporte practicado.		
Solo SAP	Equilibrio a una pierna con flexión de cadera resistida	3 x 30 segundos	3 x 45 segundos	3 x 1 minuto
Solo SAP+PERT	El entrenamiento de perturbación progresa de acuerdo con la evolución del deportista, no según la sesión. <ul style="list-style-type: none"> - Según progresa el deportista, aumenta le velocidad de las perturbaciones - Las perturbaciones comienzan en anterior/posterior y medial/lateral y avanzan incluyendo rotaciones 			
	Roller board (tabla sobre cilindro)	Apoyo con dos piernas Apoyo con una pierna y ayuda de barras paralelas Apoyo con una pierna sin ayuda de barras paralelas		
	Roller board y plataforma estacionaria (un pie en roller board y otro en plataforma)	Perturbaciones con pies paralelos y separados (straddle stance) Añadir perturbaciones con los pies en diagonal (diagonal stance) Añadir tareas funcionales durante las perturbaciones		
	Tilt board	Apoyo con dos piernas Apoyo con una pierna Añadir tareas funcionales durante las perturbaciones		