



Universidad de Valladolid



Facultad
de Fisioterapia
de Soria

FACULTAD DE FISIOTERAPIA

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**Factores de riesgo y prevención de la
rotura del ligamento cruzado anterior en
deportistas.**

Presentado por: Alberto Viñao Auré

Tutor/es: Manuel Cuervas-Mons Finat

Soria, 20 de julio de 2016

ÍNDICE

ÍNDICE	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
ABREVIATURAS	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Epidemiología.....	6
1.2 Recuerdo anatómico.....	7
1.3 Morfología del ligamento cruzado anterior.....	9
1.4 Biomecánica y función del lca	11
1.5 Musculatura de la rodilla	12
1.6 Mecanismo lesional	15
1.7 Signos y síntomas	15
1.8 Pruebas clínicas.....	18
1.9 Factores de riesgo	19
1.10 Tratamiento.....	21
1.11 Rehabilitación.....	23
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	25
3. METODOLOGÍA	27
4. DISCUSIÓN	31
5. CONCLUSIONES	40
6. BIBLIOGRAFÍA	41
7. ANEXOS	45
7.1 Anexo I. programas para la prevención de lesiones.....	45
7.2 Anexo II. ejemplo de ejercicios para aplicar en programas de prevención.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Anatomía de la rodilla derecha en extensión, cara anterior.	8
FIGURA 2. Anatomía de la rodilla derecha en flexión (visión anterior) y en extensión (visión posterior).....	9
FIGURA 3. El LCA y la inserción de los fascículos AM y PL, imposible de diferenciar en la vertiente femoral.	10
FIGURA 4. Prueba de Lachman. a) Posición inicial. b) Cajón ventral.....	16
FIGURA 5. Prueba del cajón anterior. a) Posición inicial. b) Cajón ventral.....	17
FIGURA 6. Prueba del Pivot-Shift. a) Posición inicial, rotación interna y abducción.....	18
FIGURA 7. Técnica correcta de aterrizaje tras el salto vertical.	38

ABREVIATURAS

AM: Antero medial

CCA: Cadena cinética abierta

CCC: Cadena cinética cerrada

GC: Grupo control

GI: Grupo de intervención

HTH: Hueso-tendón-hueso

I: Inserción

KIPP: Programa de prevención de lesiones de rodilla. *Knee Injury Prevention Program*

KLIPP: Programa de prevención de lesión de los ligamentos de la rodilla. *Knee Ligament Injury Prevention Programme*

LCA: Ligamento cruzado anterior

LCP: Ligamento cruzado posterior

O: Origen

PEP: Prevención de lesión y mejora del rendimiento. *Prevent Injury and enhance performance*

PL: Postero lateral

ST-RI: Semitendinoso- Recto interno

1. INTRODUCCIÓN

La articulación de la rodilla esta denominada como la articulación más compleja del cuerpo. Además es de las que presenta una mayor vulnerabilidad durante la práctica deportiva debido a su gran movilidad, la gran cantidad de peso a la que es sometida y a que su estabilidad es dependiente casi por completo de la musculatura y ligamentos asociados.

Los ligamentos cruzados de la rodilla son una pieza clave en la regulación de la cinemática articular, se consideran los «órganos sensores» que informan del estado de la musculatura periarticular de manera que estos influyen sobre la posición articular, la dirección y la magnitud de las fuerzas, y de forma indirecta, intervienen en la distribución de las tensiones articulares (1). Ambos ligamentos mantienen el contacto articular entre fémur y tibia, estabilizando la articulación de la rodilla en el plano sagital. En cualquier posición articular que adoptemos hay alguna parte de estos ligamentos que se encuentra en tensión (2).

La función del LCA tiene un papel fundamental en la estabilización de la rodilla, siendo uno de los ligamentos con mayor índice de lesión, dado que se distiende o desgarran en el 70% de las lesiones graves de rodilla (3).

Especialmente en los deportistas debe repararse el ligamento roto no solo para volver a su actividad deportiva, sino también, para prevenir el riesgo de rotura del menisco y evitar cambios degenerativos articulares (1). Por lo que supone una lesión de gravedad que requiere de tratamiento quirúrgico y un largo proceso de recuperación para poder volver a la actividad deportiva previa.

Como citó Erasmus “prevenir es mejor que curar” por lo tanto el objetivo principal de este trabajo es introducir la importancia del LCA, sus características y analizar los factores de riesgo que inciden en la producción de la rotura del LCA, y así poder valorar en qué medida la prevención es beneficiosa, efectiva y utilizada a nivel deportivo para reducir la incidencia de esta lesión.

1.1 EPIDEMIOLOGÍA

Para remarcar la importancia de la lesión del LCA en el ámbito deportivo habría que hacer un análisis de la incidencia que esta lesión tiene durante la práctica deportiva. En base a distintos estudios podemos ver la trascendencia que esta lesión tiene en la actualidad y cuáles son los deportes más afectados por la misma (4).

En Estados Unidos se habla que cada año entre 80 000 y 250 000 personas sufren una rotura del LCA, de las que la mayoría, aproximadamente un 50%, son deportistas jóvenes de entre 15 a 25 años (5).

Para hacernos una idea de la incidencia en España un estudio realizado en el año 2001, obtuvo una cifra de 16 821 plastias de LCA anuales (6).

Siendo el ski la segunda causa de rotura de LCA más frecuente en nuestro país (7).

En Brasil se realizó un estudio en el que de manera global, haciendo una división acorde con las modalidades deportivas practicadas se registraron un total de 33 disciplinas deportivas donde se llegó a la conclusión de que los deportes en los que había una mayor incidencia de la ruptura completa del LCA fueron en fútbol, baloncesto y voleibol. Teniendo una frecuencia en la práctica de fútbol del 54.5% del total de las lesiones de rodilla, en baloncesto de un 36% y en voleibol de un 27% (8).

Varios de los estudios observados coinciden en apuntar que en la actualidad la lesión del LCA es más frecuente en mujeres deportistas que en hombres, esto puede ser debido a los diversos factores anatómicos y biológicos que diferencian a ambos sexos, además hay que tener en cuenta el incremento sustancial de la práctica deportiva de las mujeres en la actualidad con respecto a años anteriores. Los porcentajes obtenidos acerca de la incidencia de la lesión en un equipo de fútbol oscila entre 1.3% para los hombres y el 3.7% para las mujeres (9,10).

Además varios estudios apuntan que se produce una mayor incidencia de la rotura del LCA durante partidos, es decir en momento de competición, en

relación a la incidencia recogida durante los entrenamientos /fuera de la competición (11,12).

1.2 RECUERDO ANATÓMICO

La articulación de la rodilla está formada por tres huesos: el fémur, la tibia y la rótula (2).

Se trata de una articulación gínglimo (Dado que su principal movimiento es de tipo bisagra uniaxial) que se compone por tres articulaciones con una sola cavidad sinovial.

1. La externa es la articulación tibiofemoral, entre el cóndilo lateral del fémur, el menisco lateral y el cóndilo lateral de la tibia, que es el hueso de la pierna que soporta el peso del cuerpo.

2. La interna es otra articulación tibiofemoral, entre el cóndilo medial del fémur, el menisco medial y el cóndilo medial de la tibia.

3. La articulación femororotuliana es intermedia, y se encuentra entre la rótula y la superficie rotuliana del fémur (3).

El peroné no está incluido en esta articulación. Conjuntamente con la tibia el peroné forma una articulación independiente y tensa, la articulación tibioperonea (2).

Componentes anatómicos (Figura 1 y Figura 2)

1. Cápsula articular
2. Retináculos rotulianos medial y lateral
3. Ligamento rotuliano
4. Ligamento poplíteo oblicuo
5. Ligamento poplíteo arqueado
6. Ligamento colateral de la tibia
7. Ligamento colateral del peroné

8. Ligamentos intracapsulares:

- Ligamento cruzado anterior
- Ligamento cruzado posterior

9. Discos articulares

- Menisco medial
- Menisco lateral

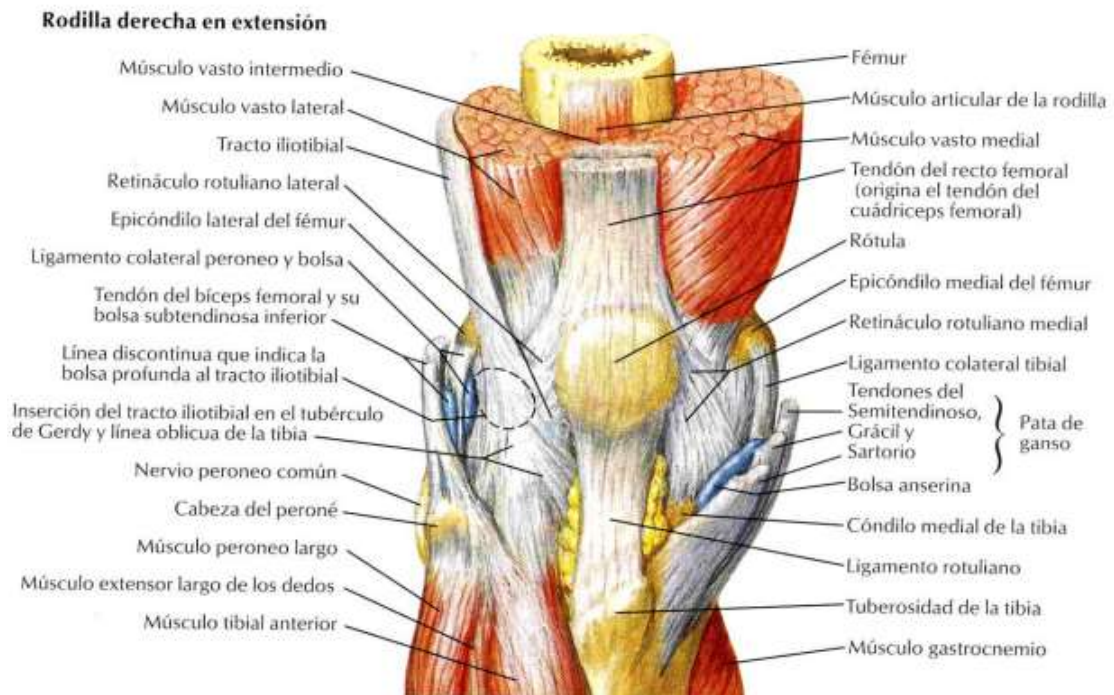


Figura 1. Anatomía de la rodilla derecha en extensión, cara anterior (13).

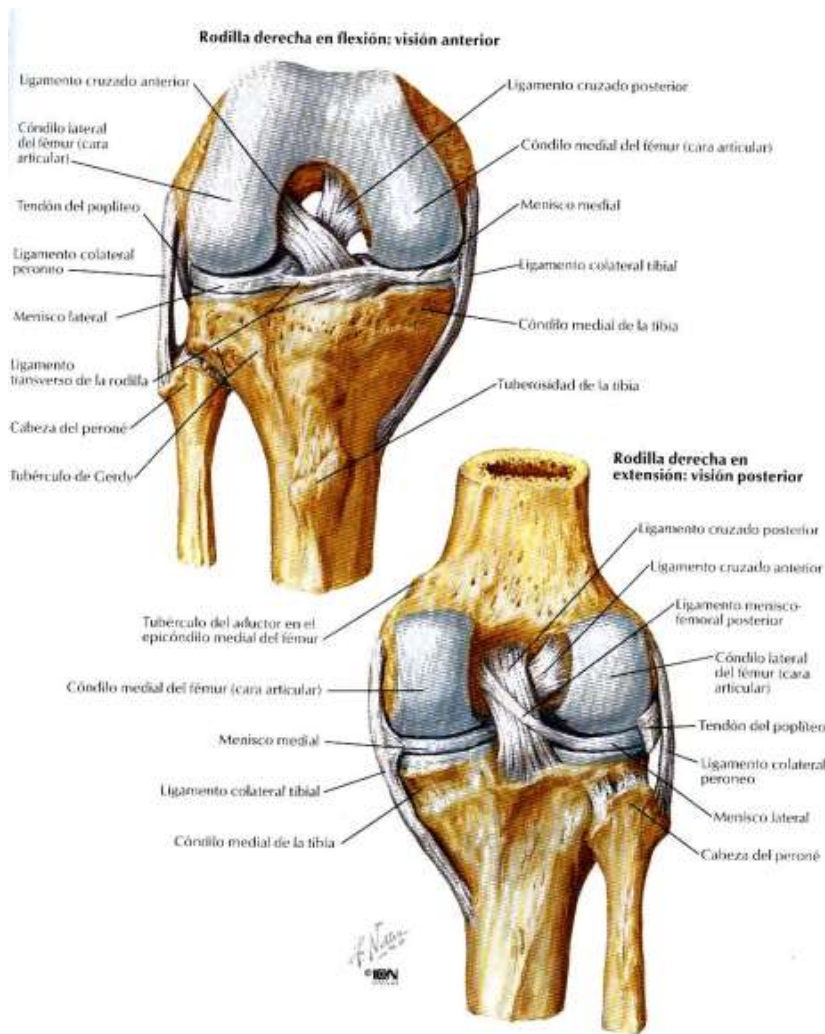


Figura 2. Anatomía de la rodilla derecha en flexión (visión anterior) y en extensión (visión posterior) (13).

1.3 MORFOLOGÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

El LCA es un ligamento intraarticular situado en el centro de la articulación, y alojándose en su mayor medida en la fosa intercondilea. Su inserción tibial se localiza en la superficie preespinal, a lo largo de la glenoide interna, entre la inserción del cuerno anterior del menisco interno por delante, y la del menisco externo por detrás. Su trayecto es oblicuo hacia arriba, hacia atrás y hacia fuera. Su inserción femoral se efectúa en la cara axial del cóndilo externo, a la altura de una zona estrecha y alargada verticalmente en contacto con el cartílago, en la parte más posterior de la citada cara (14).

La longitud del LCA presenta valores entre 22 y 41 mm y el ancho de 7 a 12 mm (1). Otros autores especifican un poco más, acotando la longitud media

del LCA tomada desde su tercio medio, en 31 y 38 mm y una anchura media de 11 mm (15).

El LCA presenta una estructura multifibrilar con diferentes fascículos que mantienen distintas tensiones según el grado de flexión de la articulación de la rodilla.

Habitualmente se describen dos fascículos (Figura 3):

- El fascículo posterolateral (PL) se refiere al más posterior y externo en la tibia y al más posterior y distal en el fémur.
- El fascículo anteromedial (AM) es el más anterior e interno en la tibia y el más proximal y anterior en el fémur.

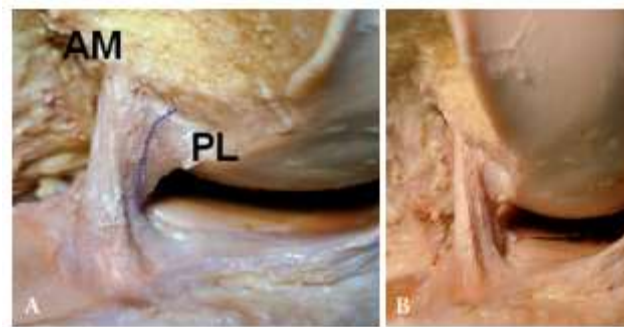


Figura 3. El LCA y la inserción de los fascículos AM y PL, imposible de diferenciar en la vertiente femoral (1).

La vascularización del LCA es escasa y depende fundamentalmente de la arteria geniculada media. Su inervación se lleva a cabo gracias a ramificaciones del nervio tibial; el ligamento tiene una escasa capacidad de cicatrización tras su lesión o reparación quirúrgica, obligando a realizar técnicas de reconstrucción-sustitución ligamentosa (15).

1.4 BIOMECÁNICA Y FUNCIÓN DEL LCA

Existen tres factores a tener en cuenta para entender la función mecánica del LCA (14):

El **grosor del ligamento**: Su grosor y volumen son directamente proporcionales a su resistencia, e inversamente proporcional a su capacidad de alargamiento. Esto hace que cada fibra sea considerada como un elemento fundamental.

La **estructura del ligamento**: No todas las fibras poseen la misma longitud, dado que la inserción ligamentosa es extensa, es por ello que no haya un “reclutamiento” de todas las fibras al mismo tiempo, lo que hace variar su elasticidad y resistencia.

La **extensión y la dirección de las inserciones**: Las fibras no siempre son paralelas entre sí y a menudo se organizan en plano oblicuos, retorciéndose entre ellas; la variación relativa de las inserciones durante el movimiento contribuye al “reclutamiento”, y modifica la dirección de la acción del movimiento, que no se efectúa únicamente en el plano sagital, sino en los tres planos del espacio, lo que demuestra sus acciones complejas y simultáneas en la estabilidad anteroposterior, la estabilidad lateral y la estabilidad rotatoria.

El LCA actúa limitando la hiperextensión de la rodilla y previene el deslizamiento anterior de la tibia respecto al fémur. La porción AM del LCA limita este movimiento con la rodilla en flexión entre 0° y 90°. El fascículo PL se tensa en extensión y el AM lo hace en flexión. La rotación interna está controlada por el fascículo PL. Cuando la rodilla se encuentra en extensión los fascículos AM y PL están paralelos y cuando la rodilla se flexiona giran sobre sí mismos. De tal forma que durante la flexión se produce una torsión del ligamento de 180° (1).

Morrison et al. calcularon las sollicitaciones que actúan sobre los ligamentos cruzados durante diferentes actividades (Tabla 1):

Tabla 1. Fuerzas soportadas por el LCA y LCP en distintas actividades.

ACTIVIDAD	LCA	LCP
Marcha en llano	169 N	352 N
Subir escaleras	67N	641 N
Bajar escaleras	445 N	262 N
Ascendiendo rampa (9°)	27 N	1215 N
Bajando rampa (9°)	93 N	449 N

FUENTE: Forriol F, Maestro A, Vaquero Martín J. El Ligamento cruzado anterior: morfología y función. Trauma. 2008; 19(Suplemento 1):7-18

Estas tensiones aumentan proporcionalmente con la velocidad de la marcha.

Podemos ver que las fuerzas que actúan sobre el LCP son mucho mayores que las que actúan sobre el LCA, y en cambio la incidencia de lesiones sobre el LCP es mucho menor.

Por lo tanto, la escasa fuerza que actúa sobre el LCA nos hace pensar que es una estructura que está biológicamente adaptada para soportar actividades de intensidades normales, en las que el LCA no es solicitado en gran medida. A diferencia de lo que ocurre en el deporte, en el que se realizan movimientos a gran velocidad, y en posiciones articulares inadecuadas lo que puede producir su desgarramiento o rotura con mucha facilidad.

1.5 MUSCULATURA DE LA RODILLA (14)

MÚSCULOS EXTENSORES DE LA RODILLA:

- **CUÁDRICEPS FEMORAL:**

Se trata del segundo músculo más potente (después del glúteo mayor). Este músculo lucha contra la gravedad cuando se inicia una mínima flexión para evitar sucumbir a la fuerza de esta.

Se compone de cuatro cuerpos musculares:

Tres monoarticulares:

- Vasto intermedio. *O: Cara anterior de la diáfisis del fémur.*
- Vasto lateral *O: Trocánter mayor y línea aspera.*
- Vasto medial: Más potente que el externo, limita la tendencia de la rótula a luxarse hacia afuera. *O: Líneas intertrocantérica y áspera.*

Uno biarticular:

- Recto femoral: Músculo extensor de rodilla y flexor de cadera. *O: Espína ilíaca anteroinferior.*

I: Envuelve anteriormente la rótula (tendón del cuádriceps), continua como ligamento rotuliano insertándose en la tuberosidad tibial.

MÚSCULOS FLEXORES DE LA RODILLA:

ISQUIOTIBIALES: La flexión de cadera pone en tensión esta musculatura y aumenta su eficacia en la función de flexores de rodilla.

- **Semitendinoso** *O: Tuberosidad isquiática. I: Cara media de la tibia entre la espina y el cóndilo medial.*
- **Semimembranoso** *O: Tuberosidad isquiática. I: Cara media de la tibia entre la espina y el cóndilo medial.*
- **Bíceps femoral:** Independientemente de la posición de la cadera estos músculos conservan la misma eficacia.
 - Cabeza larga. *O: Tuberosidad isquiática.*
 - Cabeza corta. *O: Mitad inferior de la línea áspera del fémur.**I: Ambas se insertan en la cabeza del peroné.*

MÚSCULOS DE LA PATA DE GANSO:

- **Músculo grácil:** Flexor y rotador interno de rodilla. (Además de aductor y accesorio en la flexión de cadera). *O: Rama inferior del pubis. I: Cara medial de la tuberosidad tibial.*
- **Músculo sartorio:** Flexor y rotador interno de rodilla. (Además de flexor, abductor y rotador externo de cadera). *O: Espina iliaca anterosuperior. I: Cara medial de la tuberosidad tibial.*

MÚSCULO POPLÍTEO: Independientemente de la posición de la cadera estos músculos conservan la misma eficacia. *O: Cóndilo externo del fémur I: Porción posterosuperior de la tibia.*

MÚSCULOS ROTADORES DE LA RODILLA:

ROTADORES EXTERNOS: Desplazan hacia atrás la parte externa de la meseta tibial, esta gira haciendo que el pie mire hacia afuera.

- **Bíceps femoral**
- **Tensor de la fascia lata** *O: Espina ilíaca anterosuperior I: Parte más proximal de la cintilla iliotibial.*

ROTADORES INTERNOS: Desplazan hacia atrás la parte interna de la meseta tibial, esta gira haciendo que el pie quede orientado hacia dentro.

- **Sartorio**
- **Semitendinoso**
- **Semimembranoso**
- **Grácil**
- **Poplíteo**

1.6 MECANISMO LESIONAL

La mayoría de las lesiones del LCA son producidas por un mecanismo de no contacto, es decir, sin existir contacto físico con otro jugador, entre un 70-84% de las lesiones del LCA están producidas por este mecanismo en mujeres y hombres deportistas (16).

Son numerosas las técnicas que se utilizan para evaluar cuales son los mecanismos de lesión del LCA, entre ellas destacan entrevistas, revisión de historial y análisis de video.

Entre las maniobras donde se produce la lesión se incluyen: cambios de dirección o cambio de ritmo bruscos, apoyo de la pierna tras el salto con la rodilla en completa extensión, giros con apoyo completo del pie en el suelo y extensión de rodilla. En todas estas situaciones la rodilla soporta diferentes fuerzas.

El mecanismo de lesión más frecuente, en el LCA, es la rotación del fémur sobre una tibia fija (pie apoyado) durante un movimiento de valgo excesivo o forzado (pivote). También es común la hiperextensión de la rodilla, aislada o en combinación con rotación interna de la tibia (17,16).

Según diversos autores coinciden en que la situación de mayor riesgo que puede ser causante de una rotura del LCA sin contacto parece ser la desaceleración, producida en diversas circunstancias como es en cambio bruscos de dirección, recortes o en apoyo de la pierna tras un salto (5,18).

1.7 SIGNOS Y SÍNTOMAS

A continuación se describen algunos de los síntomas que suelen aparecer en relación a una lesión del LCA en un elevado número de casos (15):

- *Dolor*. La hemartrosis condiciona en gran medida la sensación de dolor. Por sí solas en pocas ocasiones las roturas del LCA producen dolor.

- *Chasquido o crujido*. Es percibido por el paciente en el momento de mecanismo lesional en el 40% de los casos. Con incapacidad de seguir realizando la actividad física.

- *Crepitación*. Se trata de un signo de gravedad que nos haría pensar en rotura meniscal o ligamentosa.

- *Hinchazón*.

- *Bloqueo*.

- *Inestabilidad articular*. Se refiere a una sensación de fallo articular.

Hay que mencionar que no siempre se dan los mismos síntomas en todos los pacientes.

La inestabilidad articular de la rodilla se manifiesta por maniobras exploratorias, las más comunes son (19):

- LACHMAN (Figura 4)

Paciente: Posición decúbito supino, con la rodilla en semiflexión de 15-30°. El examinador con una mano sujeta el fémur y con la otra desplaza la tibia hacia a delante.

Resultado: Un desplazamiento de la tibia respecto al fémur de más de 5 mm nos indicaría insuficiencia del LCA o laxitud del mismo. Podríamos realizar la prueba en la otra pierna para descartar la laxitud. Un test de Lachman positivo sería un signo claro de insuficiencia del LCA.

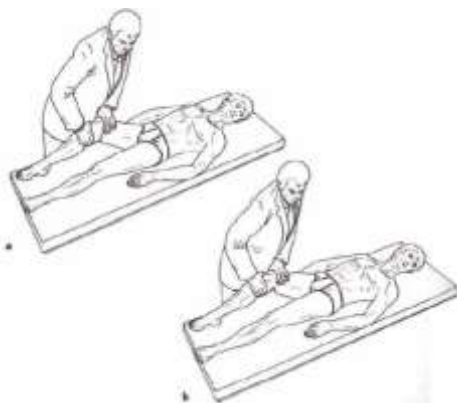


Figura 4. Prueba de Lachman. a) Posición inicial. b) Cajón ventral (19).

- CAJÓN ANTERIOR (Figura 5)

Paciente: Posición decúbito supino articulación de la cadera en flexión de 45° y rodilla a 90°.

Examinador: Se sienta encima del pie del paciente para fijarlo contra la camilla, sujeta tercio proximal de la tibia con ambas manos y tracciona en sentido ventral. Se puede hacer la valoración con distintas rotaciones de rodilla.

Resultado: Prueba positiva si se produce un desplazamiento anterior de la tibia, consideraría que existe insuficiencia en el ligamento cruzado anterior. En ocasiones esta prueba puede dar falsos negativos, en exploraciones tempranas o roturas parciales.

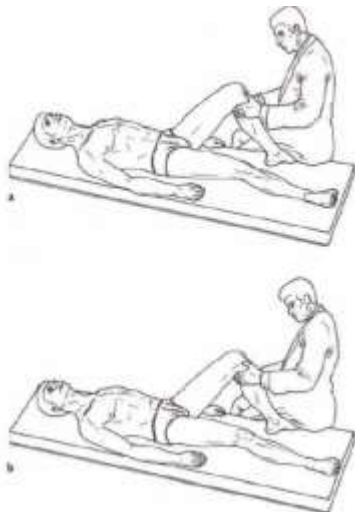


Figura 5. Prueba del cajón anterior. a) Posición inicial b) Cajón ventral (19).

- PIVOT SHIFT TEST (Figura 6)

Paciente: Posición decúbito supino.

Examinador: Una mano se coloca sujetando y fijando el cóndilo femoral por su parte externa, y el pulgar queda palpando la parte proximal de tibia o peroné. La otra mano se encarga de dirigir el movimiento, manteniendo la pierna en una rotación interna y abducción. En esta posición se lleva la rodilla desde la extensión a la flexión.

Resultado: En caso de desgarro del LCA, en extensión mediante la maniobra de valgo, la tibia se mantiene subluxada hacia adelante. Posteriormente mediante la flexión de rodilla mediante la palpación con el pulgar sentiremos que se produce la reducción de la subluxación.

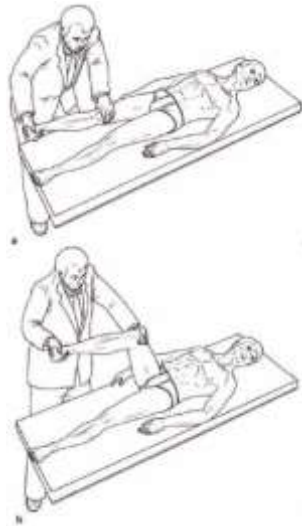


Figura 6. Prueba del Pivot-Shift. a) Posición inicial, rotación interna y abducción.

b) Movimiento de flexión (19).

1.8 PRUEBAS CLÍNICAS

Tras la realización de la historia clínica, y la exploración física, se procederá a efectuar las pruebas clínicas oportunas:

- Radiografía: Es la primera técnica de elección en una rodilla traumática. En caso de lesión del LCA se encuentran dos signos específicos como son el signo del surco y la fractura de Segond (20).
- Resonancia magnética: Es el método de imagen más adecuado para el diagnóstico de lesiones del LCA, tiene el beneficio de poder identificar lesiones a nivel meniscal, del ligamento colateral o contusiones óseas, siendo la primera técnica de imagen empleada en los Estados Unidos. Esta técnica presenta una sensibilidad del 86% y una especificidad del 95% en la detección de roturas del LCA (20,10).

- Evaluación artroscópica: Algunos autores proponen esta técnica para diagnosticar roturas parciales, y así poder determinar el mejor tipo de reconstrucción (21).

1.9 FACTORES DE RIESGO

Consideramos la lesión del LCA como una lesión multifactorial, ya que en su producción intervienen numerosos factores, de los que podríamos hacer una diferenciación entre factores internos o externos y modificables o no modificables. Entre los no modificables encontraríamos la edad y sexo del deportista, ambos influyen en gran medida en la incidencia de esta lesión.

Otros autores hacen una identificación de factores que han sido asociados con la producción de la lesión sin contacto del LCA, estos factores son: Ambientales, anatómicos, hormonales, y neuromusculares (5).

FACTORES AMBIENTALES (5):

- INTERACCIÓN CALZADO – SUELO: El tipo de calzado así como la superficie donde se practique el deporte influye en gran medida en la probabilidad de sufrir una lesión. Se relaciona un mayor riesgo de sufrir una rotura del LCA, con una mayor fricción entre el calzado y la superficie, en deportes como por ejemplo balonmano y fútbol. Se comprobó que las superficies artificiales tanto césped como madera, presentan coeficiente de fricción mayor, por lo que se relaciona a estas superficies con un aumento de tracción entre la superficie y el calzado, y por consiguiente una mayor probabilidad de sufrir una lesión.

- METEOROLOGÍA: Además se relaciona un aumento de lesiones con un ambiente más seco, dado que este tipo de ambiente aumenta el coeficiente de fricción.

- CALZADO: El tipo y material del calzado también puede llegar a influir en la producción de una lesión. En el caso del fútbol, el diseño de los tacos de las botas, y el tipo de superficie en la que se utilizan influye en gran medida en

la resistencia torsional. Recientemente se han asociado unos tacos más cortos con la reducción de lesiones a nivel de rodilla y tobillo.

FACTORES ANATÓMICOS (5):

Ángulo Q: Se relaciona un mayor ángulo Q a personas que han sufrido una lesión de LCA.

Valgo de rodilla: Una posición en valgo de rodilla se ha relacionado mediante observación clínica como un factor predictivo de lesión del LCA. Este valgo se encuentra aumentado en mujeres en relación con los hombres.

Pronación del pie: Una excesiva pronación podría contribuir a la rotura del LCA aumentando la rotación interna de la tibia. La pronación esta medida por el descenso del navicular, distintos autores asociaron un mayor riesgo de lesión de LCA con un aumento de la pronación.

Índice de masa corporal: Un índice de masa corporal mayor fue asociado con un mayor riesgo de lesión. Resultado de una posición de la pierna más extendida y una disminución en la velocidad de flexión durante el apoyo.

Surco intercondilar, forma del LCA, propiedades del LCA: En relación al tamaño del surco intercondíleo no existe un consenso entre los diversos autores, unos llegan a la conclusión de que un tamaño del surco intercondíleo más pequeño aumenta el riesgo de lesión; mientras que otros autores no encuentran diferencias significativas que demuestren que el tamaño del surco influya en el riesgo de lesión.

FACTORES HORMONALES (5):

Debido a la alta incidencia de rotura del LCA en mujeres se han llevado a cabo diversos estudios con el fin de evaluar el rol que tienen las hormonas sexuales en esta lesión. Hay una creciente evidencia que hace pensar que las hormonas sexuales median de manera cíclica en el aumento de la laxitud de la rodilla. La evidencia no del todo concluyente indicaría que se producen un mayor número de lesiones en el periodo temprano y tardío de la fase folicular donde hay una mayor secreción de estrógeno. Para tener un correcto conocimiento de este proceso habría que tener en cuenta las características

individuales que existen entre cada mujer así como las concentraciones reales hormonales en cada momento del ciclo.

FACTORES NEUROMUSCULARES (5):

Algunos de los factores de riesgo que se asocian a la lesión del LCA se agrupan en relación a patrones de movimientos alterados, patrones de activación muscular alterados y una fuerza muscular inadecuada.

Entre ellos destaca la predominancia en la contracción del cuádriceps sobre los isquiotibiales, dado que esta podría ser la causante de producir una traslación anterior de la tibia respecto al fémur, por lo que se considera como uno de los mecanismos potenciales que llevan a la lesión del LCA. Esta discordancia entre ambos grupos musculares se hace más notable cuando se realizan ejercicios de aterrizaje o movimientos de cambios bruscos de dirección.

Además la fatiga es un factor muy asociado con la producción de la lesión, ya que produce efectos negativos en lo relativo al control neuromuscular.

La importancia de una buena propiocepción la analizaremos más adelante, tratándose de un factor protector frente a lesiones.

En lo relativo a la fuerza se ha observado una diferencia sustancial entre mujeres y hombres, siendo estos últimos los que tienen un mayor registro de fuerza. Una mayor fuerza está relacionada con la capacidad aumentada de dar rigidez a la rodilla y así contrarrestar cualquier perturbación que pudiera desestabilizar la rodilla.

1.10 TRATAMIENTO

Existen dos tipos de tratamiento para esta lesión, quirúrgico o conservador, la elección de uno de ellos dependerá de varios factores, como son el grado de inestabilidad y el grado de limitación funcional de la rodilla, teniendo en cuenta también las expectativas que tiene el paciente en relación al grado de actividad física. Además se tendrá en cuenta, la presencia de otras

lesiones asociadas, la edad, y las circunstancias sociales, familiares y económicas de la persona (17).

En el ámbito deportivo el tratamiento quirúrgico es la principal opción para evitar la inestabilidad y la degeneración articular acelerada, y así poder volver a retomar la actividad deportiva previa a la lesión, al mismo nivel o a un nivel superior (22).

Es importante tener en cuenta el momento óptimo para realizar la operación, y así prevenir posibles complicaciones posquirúrgicas. La rodilla lesionada debe presentar mínimo dolor, ausencia de inflamación, un recorrido articular completo y un correcto control neuromuscular (23).

Por lo que un correcto abordaje fisioterapéutico en el preoperatorio, será un medio preventivo de posibles complicaciones, además de posibilitar una recuperación más llevadera y temprana.

Actualmente la artroscopia es el método quirúrgico de principal elección ya que se trata de un método menos invasivo que disminuye el riesgo de infección y disminuye los tiempos de recuperación.

Existen varios tipos de reconstrucción utilizados para el LCA, haciendo una diferenciación relativa al tipo de tejido utilizado, aloinjerto o autoinjerto.

Aloinjerto: Tejido recibido de donante (banco de tejidos), permite una cirugía más rápida y es un método quirúrgico menos traumático para el paciente. Pero tiene ciertas inconveniencias como son un mayor costo económico, el riesgo de transmisión de enfermedades principalmente de predominio viral, además de ser una técnica rechazada a menudo por los pacientes. También hay que tener en cuenta que a nivel general, en relación a los tejidos autólogos, estos últimos han presentado mejores resultados. Este tipo de reconstrucción se aconseja para personas con demandas de actividad física de baja intensidad así como lesiones múltiples. Evitando utilizar este tipo de injerto en las en caso de lesiones primarias de deportistas (7).

Autoinjerto: Las técnicas más empleadas son HTH y ST-RI.

La ventaja principal de la técnica HTH es la presencia de bloques óseos lo cual permite una incorporación más acelerada a los túneles óseos, consolidándose en alrededor de 6 semanas, haciendo posible una rehabilitación más acelerada.

Además de no alterar la fuerza de la musculatura isquiotibial, lo que proporciona una mejor resistencia a la torsión y no altera la propiocepción, algo muy importante en según qué deportes. Por lo cual este tipo de injerto se recomienda en la práctica de deportes como fútbol, además de otros deportes de contacto tales como rugby, taekwondo... (7)

Respecto a la técnica ST-RI, como principal ventaja tendríamos la conservación del aparato extensor, disminuyendo así el dolor de rodilla, la crepitación rotuliana y pérdida de extensión de la rodilla en relación a la otra técnica (22). Esta técnica se usa preferentemente en deportes con alta exigencia en saltos, es decir, que requieren mayor fuerza en aparato extensor, como son baloncesto, voleibol... (7)

Numerosos estudios comparan ambas técnicas encontrando una mejor estabilidad tras la realización de HTH, pero la mayoría de los autores no encuentran diferencias significativas a nivel funcional tras la reconstrucción del LCA con una u otra técnica. Pero lo que sí que se recomienda es una indicación precisa para la utilización de cada una de ellas, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que ambas presentan (24,7).

1.11 REHABILITACIÓN

Para que el acto quirúrgico sea efectivo es muy importante un correcto abordaje fisioterapéutico del paciente tanto en el periodo preoperatorio como en el periodo postoperatorio.

Con la rehabilitación buscamos un objetivo común como es el de conseguir el mejor nivel funcional posible e intentar prevenir cualquier riesgo de una nueva lesión. Para la consecución de estos objetivos hay que eliminar la inestabilidad articular, restaurar la movilidad completa de la articulación,

recuperar la fuerza y restablecer o incluso mejorar las capacidades físicas del paciente previas a la lesión (17).

La rehabilitación posquirúrgica del LCA a de seguir una periodización según el estado y las expectativas del paciente. Existen diferentes protocolos de para abordar la rehabilitación, se diferencian en protocolos estándar o acelerados. Este último protocolo busca retomar la actividad física previa a la lesión lo más pronto posible, es el utilizado en casos de deportistas de alto nivel (25).

Para mantener un orden en la programación de la rehabilitación se hace una periodización del tratamiento con diferentes objetivos.

En la fase inicial inmediata tras la operación buscaremos: Minimizar inflamación, evitar dolor, conservar o aumentar rango articular, así como mantener la fuerza de la pierna.

Esta fase inicial o posquirúrgica se puede dividir en varias etapas:

Etapa I: Dentro de las primeras 2-4 semanas tiene como principales objetivos alcanzar una extensión completa y recuperar el control muscular. Siendo muy importante el control del dolor desde un principio para alcanzar los siguientes objetivos.

En la primera semana se recomienda obtener una flexión de 90°.

Etapa II: Entre la 6-10 semana, se plantean objetivos como son aumentar el arco de movilidad en flexión y la extensión total, fortalecer la musculatura, mejorar propiocepción y recuperar un patrón de marcha correcto. Para esta etapa se recomienda ejercicios en CCC ya que la articulación permanece más estable protegiendo al injerto de las fuerzas transversales.

Etapa III: Se inicia a los 2-3 meses y tiene como principal objetivo el recuperar las capacidades físicas básicas, una vez el injerto se ha incorporado correctamente. En esta etapa pueden empezar a incluirse ejercicios en CCA que producen un aumento significativo de la fuerza.

En el final de esta etapa se realizan en progresión ejercicios de propiocepción y se inicia de igual manera la inclusión de la carrera en línea recta.

A partir de los 3 meses se iniciaría una fase específica para retornar a las actividades deportivas. Donde será importante avanzar en la estabilidad y propiocepción de la rodilla, y progresar en la carrera en tiempo, intensidad y frecuencia semanal.

Para deportes de bajo impacto la media de recuperación es de alrededor de 5 meses. En el caso de deportes de impacto medio el tiempo medio rondaría los 5'8 meses y para deportes de alto impacto una media de 8'1 meses. Estimando un tiempo medio para volver a las actividades deportivas de 6 meses.

En el regreso a la práctica deportiva hay que sobreponer la seguridad del paciente. En el alto rendimiento se busca una vuelta a la actividad lo más precoz posible, y en numerosas ocasiones se produce la recaída del paciente.

Teniendo en cuenta el amplio tiempo de recuperación, la repercusión psicológica para el deportista y alto coste económico que supone esta lesión veo fundamental el tomar conciencia de la misma e incidir en la búsqueda y aplicación de programas de prevención, que reduzcan al mínimo los riesgos de que esta se produzca.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La lesión del LCA es una de las lesiones más incapacitantes para el deportista, dado que para la recuperación del ligamento se requiere de una intervención quirúrgica, lo que conlleva un periodo de recuperación que oscila entre los 6 meses de recuperación, un tiempo muy largo si consideramos que una temporada suele tener una duración de 10 meses.

Actualmente la cirugía ha avanzado notablemente pero la recuperación del deportista al máximo nivel todavía no está garantizada al 100%.

Y además de ser una lesión de elevada incidencia, estas intervenciones también suponen una gran relevancia económica.

Por lo tanto, se considera interesante analizar y exponer las posibilidades que existen para reducir en la medida de lo posible la incidencia de esta lesión en el ámbito deportivo, llevando a cabo la inclusión de programas preventivos y control de los factores de riesgo.

Como objetivo general:

- Realizar un análisis del estado actual de la prevención de esta lesión en el ámbito deportivo.

Como objetivos específicos:

- Análisis de los aspectos a tener en cuenta para la prevención, como pueden ser factores de riesgo externos o factores de riesgo intrínsecos, del propio deportista.

- Obtención y análisis de programas y ejercicios específicos para la prevención de la lesión de LCA.

- Verificar la efectividad de los programas de prevención para la reducción de la incidencia de la lesión.

Criterios de inclusión:

- Estudios que como medida de investigación sea la prevención de rotura del LCA.

- Estudios cuyos resultados hagan referencia específica a la lesión del LCA.

- Estudios que hablan acerca del ámbito deportivo.

- Estudios publicados durante los últimos 10 años.

- Estudios realizados en humanos.

Criterios de exclusión:

- Estudios realizados en animales.
- En los estudios analizados se excluye a los sujetos con rotura previa de LCA o que presenten alguna patología del miembro inferior que pueda afectar a la sintomatología de la rodilla.
- Estudios que como medida de investigación no sea la prevención de rotura del LCA.
- Estudios cuyos resultados no hagan referencia específica a la lesión del LCA.
- Estudios de más de 10 años de antigüedad.

3. METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión bibliográfica acerca de la prevención de rotura del LCA. Durante el mes de junio de 2016 se procedió a realizar la estrategia de búsqueda para la obtención de información mediante la utilización de las palabras clave en inglés y español: “*acl*” (LCA), “*acl injury*” (Lesión del LCA), “*acl tear*” (Rotura del LCA), “*prevention*” (Prevención), “*prevention programs*” (Programas de prevención), “*prevention exercises*” (Ejercicios de prevención), “*effectiveness*” (Efectividad) y “*sports*” (Deportes). Enlazando dichos términos mediante la utilización de los operadores lógicos booleanos AND y OR. (Tablas 2, 3 y 4)

Estas búsquedas se realizaron en Bases de datos bibliográficas y Bases de datos de Práctica Basada en la Evidencia: Pubmed (Motor de búsqueda online de la base de datos Medline), Physiotherapy Evidence Database (PEDro) y la Biblioteca Cochrane Plus.

Después de realizar la pertinente búsqueda, en las diferentes bases de datos, con las palabras clave seleccionadas, se obtuvieron un total de 138 artículos. De este número, 49 estaban duplicados, apareciendo en varias búsquedas, lo que supone en realidad un total de 89 artículos. A partir de la bibliografía de dichos artículos se accedió a otras referencias de interés.

Siguiendo los criterios de inclusión y exclusión, tras haber pasado la escala PEDro a dichos artículos, con un valor igual o superior a 4, se obtuvieron como resultado final un total de 8 artículos, 5 de ellos eran ensayos clínicos y los otros 3 artículos eran revisiones.

Hay que mencionar que el tema de la prevención de lesiones es un aspecto en el que se ha empezado a incidir en los últimos años y por lo tanto los estudios en este ámbito son escasos.

Se examinaron los trabajos seleccionados de manera individual, realizando una lectura crítica, y realizando una valoración de su calidad metodológica, para posteriormente incluirlos en la discusión. El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Calidad de evidencia

Se realizó una valoración de la calidad metodológica de los estudios mediante la utilización de los criterios de evaluación de PEDro.

Tabla 2. Búsqueda en Pubmed.

PUBMED	BÚSQUEDA 1	acl AND prevention programs		
	RESULTADOS OBTENIDOS	FILTROS UTILIZADOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS
	184	Humanos Últimos 10 años Revisión Ensayo clínico	53	44
	BÚSQUEDA 2	(acl injury OR acl tear) AND (prevention programs OR prevention exercises) AND sports		
	RESULTADOS OBTENIDOS	FILTROS UTILIZADOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS
	267	Humanos Últimos 10 años Free full text Revisión Ensayo clínico	18	18
	BÚSQUEDA 3	acl injury AND Prevention AND effectiveness		
	RESULTADOS OBTENIDOS	FILTROS UTILIZADOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS
	60	Humanos Últimos 10 años Revisión Ensayo clínico	28	22
	TOTAL DE ESTUDIOS			84*

*Hay resultados que se repiten en las diferentes búsquedas.

Filtrando los artículos repetidos se obtienen un total de **64 artículos en PUBMED.**

Tabla 3. Búsqueda en PEDro.

PEDro	BÚSQUEDA 3	ACL injury* Prevention*		
	RESULTADOS OBTENIDOS	FILTROS UTILIZADOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS
	22	Sin Filtros	22	20*

*Resultados repetidos con otras bases de datos.

Filtrando dichos artículos se obtienen un total de **9 artículos en PEDro.**

Tabla 4. Búsqueda en la Biblioteca Cochrane Plus.

Biblioteca Cochrane Plus	BÚSQUEDA 1	Ligamento cruzado anterior		
	RESULTADOS OBTENIDOS	FILTROS UTILIZADOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS
	Español: 10 Inglés: 5	Últimos 10 años	12	9
Biblioteca Cochrane Plus	BÚSQUEDA 2	acl injury AND prevention		
	RESULTADOS OBTENIDOS	FILTROS UTILIZADOS	RESULTADOS VÁLIDOS	RESULTADOS OBTENIDOS
	Español: 0 Inglés: 46	Últimos 10 años	46	25

*Resultados repetidos con otras bases de datos.

Filtrando dichos artículos se obtienen un total de **16 artículos en la Biblioteca Cochrane Plus.**

4. DISCUSIÓN

Los estudios incluidos únicamente fueron realizados en la práctica de fútbol, ya que los estudios encontrados llevados a cabo en otras disciplinas deportivas no cumplían alguno de los criterios de inclusión, y la gran mayoría de los estudios que han sido llevados a cabo en los últimos años se centran en el fútbol. Incluyendo así un total de cinco estudios que hacen referencia a la reducción de la incidencia de la lesión del LCA tras la aplicación de diferentes programas de prevención, de los cuales, tres se realizaron en mujeres y dos en hombres. La gran mayoría de los jugadores/as acudían al instituto y pertenecían a la 1ª o 2ª división de su país. El periodo de intervención de los programas utilizados solía durar lo mismo que la temporada, tenía un periodo de introducción del programa que se realizaba a lo largo de la pretemporada y el programa se continuaba durante la temporada (Tabla 5). Los otros tres artículos son revisiones que muestran los aspectos que incluyen dichos programas de prevención (flexibilidad, fortalecimiento...).

Tabla 5. Estudios de la prevención de lesiones del LCA.

AUTOR/ES	TIPO DE ESTUDIO	SUJETOS	DEPORTE	COMPONENTES DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO	FRECUENCIA DE LA INTERVENCIÓN	RESULTADOS	ESCALA DE PEDro
Gilchist et al. (26)	Prueba agrupada controlada aleatorizada	61 equipos: 1.435 jugadoras de la 1ª División de la NCAA. GC: 853 GI: 583	Fútbol	Programa PEP: Estiramiento, fortalecimiento, ejercicios pliométricos, ejercicios de agilidad y educación de las posiciones de riesgo mediante video.	3 veces por semana durante 12 semanas (duración de la temporada) Duración: 20 min.	Total de lesiones del LCA: GC: 18 GI: 7 Lesiones sin contacto del LCA: GC:10 GI:2 Un decremento del 70% entre ambos grupos.	4
Steffen et al. (27)	Prueba agrupada controlada aleatorizada	113 equipos: 2.092 jugadoras de la liga noruega (NFF). GC:1.001 GI: 1.091	Fútbol	Programa "The11": Compuesto por 10 ejercicios que se centran en la estabilidad del Core, la propiocepción, la estabilización dinámica, la pliometría con alineación de la pierna y la fuerza excéntrica de isquiotibiales.	15 sesiones consecutivas y después 1 vez a la semana durante el resto de la temporada. Duración: 15 min.	Lesiones del LCA: GC: 5 GI: 4 No hay diferencias significativas.	7

Tabla 5. Estudios de la prevención de lesiones del LCA. (Continuación)

AUTOR/ES	TIPO DE ESTUDIO	SUJETOS	DEPORTE	COMPONENTES DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO	FRECUENCIA DE LA INTERVENCIÓN	RESULTADOS	ESCALA DE PEDro
Kiani et al. (28)	Prueba agrupada controlada no aleatorizada	97 equipos: 1.506 jugadoras femeninas suecas. GC:729 GI: 777	Fútbol	Programa "HarmoKnee": Consta de 5 partes: Calentamiento, activación muscular, equilibrio, fuerza y la estabilidad del Core.	2 veces/semana durante la pretemporada. 1 vez/semana durante la temporada.	Lesión del LCA: GC: 5 GI: 0	4
Walden et al. (29)	Prueba agrupada controlada aleatorizada	230 equipos: 4.564 jugadores de Suecia. (12-17 años) GC: 2.085 GI: 2.479	Fútbol	Programa "Knäkontroll": Ejercicios de control de la rodilla y estabilidad del Core.	2 veces/semana durante la temporada. Avanzando en dificultad. Duración: 15 min.	Lesión del LCA: GC: 14 GI: 7	7
Silvers-Granelli et al. (30)	Prueba controlada aleatorizada	65 equipos: 1.525 jugadores de la División I y II de la NCAA. (18- 25 años) GC: 850 GI: 675	Fútbol	Programa "FIFA 11+": 1ª Parte: Trote, estiramientos activos y ejercicios controlados de contacto con el compañero. 2ª Parte: Ejercicios de fuerza, pliométricos, propiocepción. 3ª Parte: Carrera combinada con movimientos de corte y aterrizaje.	3 veces/semana durante la duración de la temporada. Avanzando en dificultad. Duración: 20 min.	Lesión del LCA: GC: 16 GI: 3	6

En el estudio de **Gilchist et al.** (26) mediante la utilización del programa “PEP” se observó una gran diferencia cuando se analizaron los resultados de la lesión del LCA, ya que en el GI se obtuvo una reducción del 41% en relación al GC . Esto todavía se hizo más notable si nos fijamos en el mecanismo lesional, ya que en la lesión sin contacto del LCA se obtuvo una reducción 70% en el GI. Siendo este mecanismo lesional el objetivo principal de los programas de prevención.

El estudio **Steffen et al.** (27) es el único que no muestra diferencias significativas entre ambos grupos, ya que en el GI se registraron un total de 4 lesiones de LCA y en el GC un total de 5 durante los 8 meses que duro el periodo del estudio, utilizando el programa “The11”, antecesor del programa de la FIFA “11+”.

El estudio de **Kiani et al.** (28) realizado en jugadoras de la Liga Sueca, destaca porque no se registró ninguna lesión del LCA en el GI durante el periodo que duró el estudio, en el que se aplicó el programa HarmoKnee. Esto no se mantuvo GC donde sí que se registraron 5 roturas del LCA.

Walden et al. (29) también obtienen resultados positivos mediante la utilización del programa “Knäkontroll”. En el GC se registraron un total del 14 lesiones del LCA y en el GI un total de 7, obteniendo una reducción del 50% de un grupo a otro.

Por último el estudio de **Silvers-Graneli et al.** (30) que utilizan el programa de FIFA “11+”, mostró tener un efecto en la reducción de lesiones a nivel de la rodilla en el GI donde solo se registraron 34 en comparación con el GC que registró 102. En relación con la lesión del LCA que es lo que nos preocupa este estudio reportó un total de 16 lesiones del LCA en el GC y únicamente 3 en el GI, obteniendo así una notable reducción de la incidencia de esta lesión entre ambos grupos de estudio.

En todos los estudios se muestra una reducción de la incidencia de la rotura del LCA en el GI en relación al GC tras la aplicación de los programas de prevención (26,27,28,29,30). Siendo el estudio de **Steffen et al.** (27) el único que no mostró diferencias significativas entre ambos grupos.

Son evidentes los beneficios de estos programas de entrenamiento a corto plazo en la reducción de la incidencia de la lesión, mediante los cuales se producen modificaciones inmediatas en los patrones de movimiento. Considerándose necesario estudiar los efectos a largo plazo de estos programas (31).

En la actualidad no hay un programa de prevención estandarizado, pero la mayoría de los programas para la prevención de la rotura del LCA se centran en la modificación de los factores de riesgo neuromusculares y los déficits biomecánicos (26,27,28,29,30).

Existen variedad de programas diseñados para mejorar la estabilidad y la sensibilidad de la posición articular así como para desarrollar los reflejos articulares adecuados para la prevención de cualquier posible lesión. En la mayoría de estos programas se incluyen alguno de los siguientes aspectos como son: Fortalecimiento, estiramientos, acondicionamiento aeróbico, pliométricos y propiocepción (32).

Además se centran en educar y aportar el feedback en la ejecución de los movimientos, perseverando más en la calidad que en la cantidad de las repeticiones, para así conseguir una correcta técnica en los cambios de dirección y en el aterrizaje tras el salto.

Existen diversos métodos por los que se puede aportar un feedback efectivo, de manera verbal a través de un entrenador o compañero con conocimientos de la correcta técnica o a través de la visualización de videos, esto último se ha mostrado efectivo para ayudar a esquiadores profesionales en la corrección de errores técnicos, y así poder mejorar su técnica (32).

Como complemento a estos programas es muy importante la educación de los deportistas en cuanto a los factores de riesgo extrínsecos, como son los factores ambientales, expuestos previamente.

PROGRAMAS (32,33)

- Prevent Injury and enhance performance (PEP)
- Knee Injury Prevention Program (KIPP)
- Knee Ligament Injury Prevention Programme (KLIPP)
- The HarmoKnee program
- The FIFA “11+” program
- The Sportsmetrics

ESTIRAMIENTOS

La flexibilidad es un aspecto muy importante para mantener la amplitud articular, para el correcto funcionamiento muscular y la ejecución adecuada de los movimientos deportivos (32).

PROPIOCEPCIÓN Y ESTABILIZACIÓN CENTRAL (CORE)

La propiocepción se trata de una parte fundamental del entrenamiento, mediante la cual se mejora la coordinación y estabilidad de la articulación en los distintos planos (33).

Esto es primordial para tener una estabilidad articular correcta frente a perturbaciones del entorno.

La estabilización central (Core) también debe ser una parte esencial del programa, estos ejercicios deben progresar en dificultad, añadiendo en su ejecución superficies inestables que produzcan perturbaciones (32).

FORTALECIMIENTO Y PLIOMETRÍA

El fortalecimiento se trata de un tipo de entrenamiento para aumentar la fuerza muscular, en este caso se centra en la musculatura involucrada en la estabilización de la rodilla. Es importante una valoración de los déficits musculares a este nivel para así poder potenciar la musculatura debilitada y evitar las descompensaciones musculares.

Uno de los puntos fundamentales es el fortalecimiento de la musculatura isquiotibial que posee funciones agonistas al LCA evitando la translación anterior de la tibia. Además de la musculatura de glúteo mayor y glúteo medio involucrada en la reducción de la rotación femoral y valgo de rodilla, movimientos de alto riesgo en la producción de la lesión (32).

El entrenamiento pliométrico consiste en la sucesión de movimientos de manera rápida y explosiva como son los saltos, generando una mejora de la fuerza y velocidad de la contracción a nivel muscular (33). Un entrenamiento de ejercicios pliométricos a alta intensidad sugiere modificaciones positivas en las características neuromusculares, y un entrenamiento a baja intensidad en cambio tiene ligeros efectos en la biomecánica de la extremidad inferior (31).

FEEDBACK

Usado para educar en la correcta técnica de ejecución en los movimientos. Este método de intervención es utilizado para modificar aquellos movimientos biomecánicos que entrañen algún riesgo en el LCA, y así dotar al deportista de la correcta ejecución del movimiento. Se busca mejorar la técnica de aterrizaje y cambios de dirección.

La correcta técnica de aterrizaje que se busca se realiza sobre el antepie con el tronco, cadera y rodilla en flexión, evitando que se produzca un valgo de rodilla (32).



Figura 7. Técnica correcta de aterrizaje tras el salto vertical (34).

LIMITACIONES DE LA REVISIÓN

- Una de las principales limitaciones de la revisión es la escasez de estudios y grupos de estudio poco homogéneos entre ellos. Además de no haber variedad en las modalidades deportivas analizadas, por lo que no podemos extrapolar los resultados a otros deportes.

- Los estudios no cuentan con un doble ciego, ya que los entrenadores eran partícipes de la aplicación de los programas de prevención, habían recibido las pautas para la correcta aplicación del programa y estaban muy involucrados en su administración.

- También hay que tener en cuenta que los investigadores no llevaron un control de los ejercicios que se realizaron en grupo control, por lo que no sabemos si había ejercicios similares en ambos grupos, pudiendo así alterar los resultados del estudio.

- Otra de las limitaciones importantes a tener en cuenta es la variedad en la presentación de los resultados que eran analizados, debería haber una homogeneidad a la hora de presentar los resultados, basándose en las horas de juego, número de participantes y número de lesiones del LCA según su mecanismo lesional.

- En uno de los estudios no se pudo obtener de manera aleatorizada la distribución de los GC y GI.

- Y en otro de los estudios realizado en jugadoras no se encuentra ninguna mejora significativa con el programa de prevención pautado.

5. CONCLUSIONES

Los programas para la prevención de la lesión del LCA para deportistas son efectivos en la disminución del número de lesiones en el fútbol tanto en el caso de mujeres como hombres, no pudiendo extrapolar dichos resultados a otras disciplinas deportivas.

Se centran en controlar los factores de riesgo intrínsecos mediante un entrenamiento neuromuscular y modificación biomecánica, con los que se busca potenciación de la musculatura y concienciación biomecánica articular de la rodilla.

Hay que concienciar a los deportistas de la importancia del análisis biomecánico de la rodilla (controlar su movimiento en el aterrizaje de un salto...).

Se debe hacer una individualización del programa de prevención enfocándolo a la modalidad deportiva y las características de nuestros deportistas.

Tener en cuenta aspectos como: ejercicios de calentamiento general, estiramientos, fortalecimiento, pliometría, ejercicios de agilidad, propiocepción y de estabilidad central (CORE).

Es esencial seguir investigando sobre los factores de riesgo y el abordaje de la prevención en las distintas disciplinas deportivas e incorporar dichos programas de prevención a la práctica regular de los equipos.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Forriol F, Maestro A, Vaquero Martín J. El Ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Trauma*. 2008; 19(Suplemento 1):7-18.
2. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. *Prometheus: Anatomía general y aparato locomotor*. 3rd ed. Mandry A, editor.: Panamericana; 2014.
3. Tortora G, Derrickson B. *Principios de anatomía y fisiología*. 13th ed.: Panamericana; 2013.
4. Bahr R, Maehlum S. *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. 1st ed.: Panamericana; 2007.
5. Griffin L, Albohm M, Arendt E, al e. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: A review of Hunt Valley II meeting. *The American Journal of Sports Medicine*. 2006 Septiembre; 34(9):1.512-1.532.
6. Junta directiva de la AEA. Informe sobre el perfil de la cirugía. *Revista de la Asociación Española de Artroscopia*. 2001 Abril; 8(15):10-21.
7. Yañez R, Ocaranza D, Dölz R. Elección del injerto en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. *Artroscopia*. 2010; 17(3):199-204.
8. Nicolini A, de Carvalho R, Matsuda M, Sayum J, Cohen M. Common injuries in athletes' knee: experience of a specialized center. *Acta ortopédica Brasileira*. 2014; 22(3):127-131.
9. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynnon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*. 2008 Junio; 42(6):394-412.
10. Cimino F, Volk B, Setter D. Anterior Cruciate Ligament Injury: Diagnosis, Management, and Prevention. *American Family Physician*. 2010 Octubre; 82(8):917-922.
11. Dodson C, Secrist E, Bhat S, Woods D, Deluca P. Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Football League Athletes From 2010 to 2013. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2016 Marzo; 4(3):1-5.
12. Joseph A, Collins C, Henke N, Yard E, Fields S, Comstock R. A Multisport Epidemiologic Comparison of Anterior Cruciate Ligament Injuries in High School Athletics. *Journal Of Athletic Training*. 2013 Noviembre- Diciembre;

48(6):810-817.

13. Netter F. Atlas de anatomía humana. 5th ed. Barcelona: Elsevier-Masson; 2000.
14. Kapandji A. Fisiología articular. 6th ed.: Panamericana; 2010.
15. Ayala Mejías J, García Estrada G, Alcocer Pérez España L. Lesiones del ligamento cruzado anterior. Acta ortopédica mexicana. 2014 Enero-Febrero; 28(1):57-67.
16. Alentorn-Geli E, Myer G, Silvers H, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanism of injury and underlying risk factors. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy. 2009 Julio; 17(7):705-729.
17. Ramos J, López-Silvarrey F, Segovia J, Martínez H, Legido J. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2008 Marzo; 8(29):62-92.
18. Shimokochi Y, Shultz S. Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. Journal of athletic training. 2008 Julio-Agosto; 43(4):396-408.
19. Buckup K. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular Barcelona: Masson; 1997.
20. Rabat C, Delgado G, Bosch E. Signos de rotura del ligamento cruzado anterior en radiografía simple. Revista chilena de radiología. 2008; 14(1):11-13.
21. Tjoumakaris F, Donegan D, Sekiya J. Partial tears of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. American Journal of Orthopedics. 2011 Febrero; 40(2):92-97.
22. Rodriguez-Merchan E. Evidence-Based ACL Reconstruction. The archives of bone and joint surgery. 2015 Enero; 3(1):9-12.
23. Grinsven V, S VCR, Holla C, Van Loon C. Evidence-based rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official journal of ESSKA. 2010 Agosto; 18(8):1128-1144.
24. Anderson M, Browning W, Urband C, Kluczynski M, Bisson L. A systematic summary of systematic reviews on the topic of the anterior cruciate

- ligament. Orthopaedic journal of sports medicine. 2016 Marzo; 4(3).
25. Zaffagnini S, Grassi A, Serra M, Marcacci M. Return to sport after ACL reconstruction: how, when and why? A narrative review of current evidence. *Joints*. 2015 Enero-Marzo; 3(1):25-30.
 26. Gilchrist J, Mandelbaum B, Melancon H, Ryan G, Silvers H, Griffin L, et al. A Randomized Controlled Trial to Prevent Non Contact Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Collegiate Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008 Agosto; 36(8):1476-1483.
 27. Steffen K, Myklebust G, Olsen O, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football -- a cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2008 Octubre; 18(5):605-614.
 28. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeberg R, Michaëlsson K, Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*. 2010 Enero; 170(1):43-49.
 29. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 20122012;344:e3042. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.e3042>
 30. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *The American Journal of Sports Medicine*. 2015 Noviembre; 43(11):2628-2637.
 31. Dai B, Herman D, Liu H, Garrett W, Yu B. Prevention of ACL Injury, Part II: Effects of ACL Injury Prevention Programs on Neuromuscular Risk Factors and Injury Rate. *Research in Sports Medicine: An International Journal*. 2012 Julio; 20(3-4):198-222.
 32. Acevedo R, Rivera-Vega A, Miranda G, Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Current sports medicine reports*. 2014 Mayo-Junio; 13(3):186-191.
 33. Ladenhauf H, Graziano J, Marx R. Anterior cruciate ligament prevention strategies: are they effective in young athletes - current concepts and review of literature. *Current Opinion in Pediatrics*. 2013 Febrero; 25(1):64-71.
 34. FIFA. FIFA 11+ | a complete warm-up programme - F-MARC. [Online].; 2011 [cited 2016 Junio 6. Available from: <http://f-marc.com/11plus/11plus/>.

35. Sportmetrics Corporation. Sportsmetrics. [Online]. [cited 2016 Julio 10. Available from: <http://sportsmetrics.org/training-options/sportsmetrics-technique-and-training/>].
36. Chambat P. ACL tear. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 2013 Febrero; 99.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO I. PROGRAMAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES

Prevent Injury and enhance performance (PEP)

Programa de prevención que consiste en (32):

- Calentamiento (3 ejercicios).
- Estiramiento (5 estiramientos de tronco y extremidades inferiores).
- Fortalecimiento (3 ejercicios).
- Pliometría (5 ejercicios).
- Ejercicios de agilidad (3 ejercicios).

Todo ello para mejorar la fuerza y coordinación y aportar estabilidad a la articulación, realizando los ejercicios mediante una técnica adecuada.

Debe ser realizado 3 veces/semana y debe tener una duración de entre 15-20 min.

Knee Injury Prevention Program (KIPP)

EL KIPP es un programa para reducir el riesgo de lesión del LCA además de otras lesiones de la extremidad inferior, particularmente diseñado para deportistas femeninas de edad comprendida entre los 12-21 años.

Se recomienda realizar antes del entrenamiento o el partido, y dura unos 20 minutos. Este programa se centra principalmente en la desaceleración en la carrera con cambios de dirección y en el aterrizaje del salto (se comienza aterrizando con los 2 pies y se va progresando a un solo pie y en todas las direcciones). Se divide en varias fases y se pasa de una fase a otra a medida que se va progresando, consistiendo en:

- Análisis biomecánico de la rodilla.

- Saltos principalmente (en el sitio, longitud, salto y aterrizaje con 2 piernas, luego con 1).
- Ejercicios de agilidad. A pesar de que hay varios protocolos y tipos de programas de prevención, debemos saber que lo ideal es uno individualizado a cada paciente y ámbito deportivo.

Knee Ligament Injury Prevention Programme (KLIPP)

El programa KLIPP está basado en los resultados relativos a la prevención de lesiones. El objetivo principal que se pretenden alcanzar con este programa es reducir la fuerza desarrollada sobre la rodilla durante el aterrizaje. Consiste en:

- Correr
- Saltar
- Aterrizar en varias direcciones (hacia adelante y hacia atrás).

Se realiza una progresión, inicialmente el deportista aterriza con ambos pies y cuando la técnica sea correcta y el deportista esté preparado se realizará el aterrizaje únicamente sobre una pierna.

The HarmoKnee program

Este programa incluye 5 partes (28):

- Calentamiento
- Activación muscular
- Propiocepción
- Fortalecimiento muscular
- Estabilidad central (Core).

No requiere de equipamiento adicional y puede introducirse en los entrenamientos de forma regular. Hay que poner especial atención en la buena ejecución de los ejercicios con una técnica correcta.

2 veces/semana durante la pretemporada y 1 vez/semana durante la temporada, duración de 20-25 min.

The FIFA “11+” program

Es una evolución realizada en 2006 del programa “The11” desarrollado por F-MARC en 2003. Se trata de un programa que debe ser utilizado como un método de calentamiento completo que se centra en la prevención de lesiones en mujeres y hombres de 14 años en adelante. Se debe realizar por lo menos 2 veces/semana y tiene una duración de en torno a 20 min (34).

Este programa se divide en 3 partes con un total de 15 ejercicios, que deben ser ejecutados con una técnica adecuada (34):

Parte 1: Ejercicios de carrera a baja velocidad combinados con estiramientos activos y contactos controlados con el compañero.

Parte 2: 6 grupos de ejercicios, centrados en la fuerza del tronco y de las piernas, equilibrio, pliometría y agilidad, cada uno con 3 niveles de dificultad creciente a lo largo de la duración del programa.

Parte 3: Ejercicios de carrera a velocidad moderada-alta combinados con movimientos de cambio de dirección.

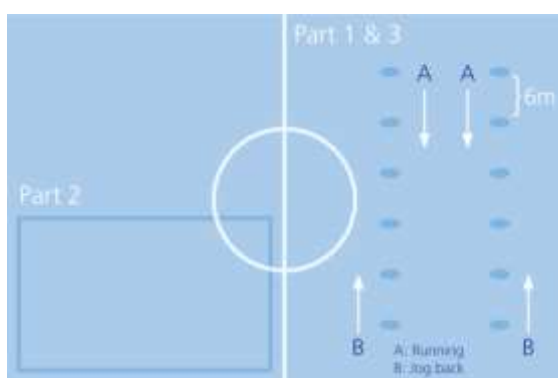


FIGURA. Ejemplo de distribución de programa en el campo (34).

Se recomienda una progresión en la dificultad de los ejercicios de manera individual para cada jugador, pudiendo variar la dificultad en unos ejercicios y mantenerla en otros.

The Sportsmetrics

Se trata de un programa de entrenamiento de 6 semanas (3 veces/semana a días alternos) con una duración de 90 min. y se compone de un calentamiento dinámico, ejercicios pliométricos, entrenamiento de fuerza y ejercicios de flexibilidad (35).

Ejercicios (35):

- Calentamiento dinámico (5min.): Preparación corporal general, para que la musculatura entre en calor, se aumente el flujo de sangre a los músculos y para mejorar la flexibilidad, equilibrio y coordinación.

- Pliometría y saltos (30 min.): Se trata de la parte fundamental de este programa. Está orientado a la correcta realización de la técnica de salto y en un buen aterrizaje. Con este entrenamiento se desarrolla la fuerza y control muscular, imprescindibles para reducir el riesgo de lesión y mejorar la ejecución del salto.

- Entrenamiento de fuerza (30 min.): Entrenamiento a alta intensidad. Pone atención en la forma y alineamiento corporal, mediante el cual se busca un desarrollo de la fuerza y una mejora de la eficiencia muscular en general.

- Entrenamiento de la flexibilidad (10 min.): Se trata de una parte básica y esencial, para desarrollar el máximo recorrido muscular, permitiendo un desarrollo de la potencia muscular a lo largo de todo el recorrido articular. Disminuyendo las lesiones y el dolor muscular.

7.2 ANEXO II. EJEMPLO DE EJERCICIOS PARA APLICAR EN PROGRAMAS DE PREVENCIÓN

1. CALENTAMIENTO:

- Carrera en línea recta: Correr en línea recta hasta el cono, procurando mantener erguida la parte superior del cuerpo y mantener alineación de cadera, rodilla y pelvis. Se podrá variar la carrera de manera que podremos realizarla:

- Hacia adelante
- Hacia atrás de puntillas

Realizaremos el ejercicio unas 2 veces.

- “Skipping” de rodillas: Carrera con movimiento exagerado alternado de levantamiento de las rodillas flexionadas.
- Técnica de presión defensiva: Carrera hacia atrás deslizándose en zig-zag aumentando la velocidad progresivamente.

2. ESTIRAMIENTOS:

De las principales estructuras involucradas en la biomecánica de la rodilla, como son:

- Estiramiento de gastrocnemios.



- Estiramiento de cuádriceps.



- Estiramiento de isquiotibiales.



- Estiramiento de aductores.



- Estiramiento del psoas.



3. FORTALECIMIENTO:

- Ejercicios excéntricos de isquiotibiales: Trabajo excéntrico mediante el cual fortalecemos los músculos isquiotibiales. El deportista tiene que arrodillarse en el suelo con las manos a los lados (un compañero debe sostenerle firmemente los tobillos). Con la espalda recta debe llevar el tronco hacia delante. Los hombros, cadera y rodilla deben estar en línea recta cuando el deportista se incline (no doblar la cintura). Trabajo excéntrico. Con compañero o cinturón Ruso, 10 veces x 3 repeticiones.



- Lunges caminando: 2 repeticiones recorriendo una distancia aproximada de 20 metros. Con este ejercicio se busca fortalecer el cuádriceps. Se realiza un paso hacia adelante bajando la cadera mediante la flexión de las rodillas, hasta una posición de unos 90°, avanzando de esta manera alternando ambas piernas. Es muy importante mantener la alineación de la rodilla adelantada.



- Elevación de talón unilateral: Durante 1 min. o realizar 30 repeticiones con cada pierna. Buscamos fortalecer los músculos flexores de tobillo. Deportista de pie con apoyo monopodal la otra pierna con rodilla

flexionada. Desde esta posición debe levantarse hasta apoyarse únicamente en el suelo de puntillas, intentando no perder el equilibrio.



En el gimnasio podemos incluir otros ejercicios en máquinas para el fortalecimiento de estos grupos musculares.

5. EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS:

- Saltos en varias dirección (Adelante, atrás y a los lados) a más de unos 20 cm del cono: Para aumentar fuerza y explosividad mejorando el control neuromuscular. Colocar un cono (mejor si es de material deformable) saltar por encima del cono hacia delante y atrás alternadamente, aterrizando suavemente sobre las puntas de los pies, doblando las rodillas, y manteniendo el alineamiento de la rodilla con la cadera. Unas 20 repeticiones.



- Saltos con una sola pierna: repeticiones. Igual que el ejercicio anterior pero el salto y el apoyo es con una sola pierna. Unas 20 repeticiones.



- Salto vertical sobre cajón: Ejercicio que aumenta la altura del salto vertical y facilita la adquisición de una correcta técnica de aterrizaje. Se puede realizar sobre un cajón elevado o directamente aterrizar sobre el suelo. La técnica de salto consiste en flexión de rodilla para impulsar el salto y el aterrizaje se realiza con el antepie, para posteriormente apoyar el resto del pie progresivamente, realizando una ligera flexión de rodilla al aterrizar. Realizar unas 20 repeticiones.
- Salto en tijeras: Consiste en un salto vertical en posición de flexión de rodilla con una pierna adelantada y la otra retrasada, que tras el salto cambian de posición en el aire. Al aterrizar debe realizar una pequeña flexión de rodilla.



6. EJERCICIOS DE PROPIOCEPCIÓN:

- Equilibrio en una sola pierna sosteniendo balón: Apoyo monopodal con la rodilla ligeramente flexionada, sosteniendo el balón con las manos por delante del cuerpo. Mantener esta posición unos 30 sg, 2 veces con cada pierna.



Se puede realizar una progresión del ejercicio:

- Moviendo la extremidad que no apoya
 - Base de apoyo inestable
 - Ojos cerrados
-
- Equilibrio sobre una sola pierna pasando el balón: Misma posición que en el ejercicio anterior, el compañero se coloca a 2-3 metros de distancia, nos vamos pasando el balón a diferentes alturas y lugares. Realizar el ejercicio durante unos 30 sg, 2 repeticiones con cada pierna.



- Equilibrio sobre una sola pierna desequilibrando al compañero: Frente al compañero ambos en la misma posición que en los ejercicios anteriores, nos damos pequeños empujones con el compañero en diferentes partes del cuerpo y direcciones para producir desequilibrios. Debemos mantener la posición moviéndonos lo menos posible. Realizar el ejercicio durante unos 30 sg, 2 repeticiones con cada pierna.

7. EJERCICIOS DE ESTABILIDAD CENTRAL (CORE):

Importante no cortar la respiración durante la ejecución de los ejercicios, además de mantener una activación del transverso.

- Plancha en prono: Apoyando antebrazos en el suelo y puntas de los pies, se debe mantener la alineación de cabeza, dorso y cadera.



- Plancha lateral: Apoyando únicamente un brazo en el suelo, mantener cadera elevada alineada con el resto del cuerpo.



- Abdominales concéntricos: Pies apoyados en el suelo con rodillas flexionadas, despegar cabeza y escapulas del suelo intentando que no protruya el abdomen (activación del transverso).



8. EJERCICIOS DE AGILIDAD:

- Correr hacia adelante y hacia atrás: Carrera a alta velocidad en línea recta a hasta un cono y cuando llegue correr hacia atrás hasta el cono de partida. Se pueden introducir variaciones en el ejercicio.
- Correr dando saltos altos: Correr dando zancadas, elevando las rodillas en el impulso, ganando altura y distancia. Importante una técnica correcta en el aterrizaje, y movimiento coordinado de brazos. Repetir el ejercicio 2 veces.



- Cambios de dirección: Trotar en línea recta y a la hora de hacer un cambio de dirección acelerar y realizar un sprint corto e intenso. Hacer cambios de dirección en ambas direcciones variando la velocidad

cuando realizamos el cambio de dirección. Importante alineación de las extremidades inferiores.

- Carrera en diagonales: Carrera de alrededor de unos 40 metros. Para adquirir una técnica correcta en el cambio de direcciones. Correr hasta el primer cono, pivotar sobre un pie y girar hacia el segundo cono. Posteriormente pivotar con la pierna contraria para cambiar de dirección e ir hasta el tercer cono. Realizar de esta manera sucesivamente durante todo el recorrido. Procurando realizar una técnica correcta de pivote sobre la pierna.