

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

Curso Académico 2017-2018

LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN MUJERES
QUE PRACTICAN DEPORTES COLECTIVOS. PROPUESTA DE
PREVENCIÓN

*ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE IN TEAM SPORTS FEMALE
ATHLETES. A PREVENTION PROPOSAL*

Autor: FRANCISCO JAVIER MADINABEITIA MANCEBO

Tutor: DR. JAIME FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

Fecha: 3 de Septiembre de 2018

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

RESUMEN

Podemos definir una lesión deportiva como toda molestia física padecida por un jugador como resultado de una competición o un entrenamiento, independientemente de la necesidad de atención médica o del tiempo perdido en la práctica de actividades de deportivas (Fuller et al., 2006).

Tanto en la producción de una lesión deportiva como en el proceso de curación influyen multitud de factores y variables, en las que en muchos casos podemos influir de forma positiva (Sampietro, 2008).

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) persigue recuperar la funcionalidad y estabilidad de la rodilla tras una lesión de dicho ligamento para permitir el retorno a la actividad deportiva. Sin embargo, los deportistas a menudo presentan déficits funcionales incluso después de la rehabilitación, y la reincorporación deportiva se dificulta y conlleva riesgo de recaída. Se ha investigado poco sobre los test funcionales que reproduzcan de alguna forma las exigencias del deporte y que puedan aportar más información acerca de cuándo es seguro para los deportistas reincorporarse al ámbito deportivo. El objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica para indagar sobre la lesión del LCA, sus causas, el proceso desde que acontece hasta la final reincorporación del deportista a su disciplina deportiva, aportando una posible propuesta preventiva basada en la evidencia hallada.

Palabras clave: prevención de lesiones, ligamento cruzado anterior, mujeres, deporte colectivo

ABSTRACT

We can define a sports injury as any physical discomfort suffered by a player as a result of a competition or training, regardless of the need for medical attention or time lost in the practice of sports activities (Fuller et al., 2006).

Both, the production of a sports injury and the healing process are influenced by a multitude factors and variables, and in many cases, we can influence positively on them (Sampietro, 2008).

The reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL) aims to recover the functionality and stability of the knee after an injury in order to allow the return to play. However, athletes often show functional deficits, even after rehabilitation, and return to play is difficult as there an important risk of relapse. Research about functional tests that somehow reproduce the demands of the sport and allow to bring more information about when is safe to return to play, is scarce. The aim of this work is to conduct a review about the LCA injury, main causes, the process since the injury occurs until the return to play, and to provide a preventive proposal based on the evidence found.

Key Words: injury prevention, anterior cruciate ligament, female, team sports

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| 1.1.Justificación del objeto de estudio..... | 5 |
| 1.2.Objetivos..... | 5 |
| 1.3.Competencias del máster..... | 6 |
| 1.4.Relevancia..... | 6 |
| 1.5.Antecedentes..... | 7 |
| 1.6.Prevalencia..... | 7 |
| 1.7.Biomecánica y características..... | 8 |
| 1.7. a Movimientos de la rodilla..... | 9 |
| 1.8.Mecanismos lesiones y factores de riesgo..... | 10 |
| 1.8. a Mecanismo de lesión..... | 10 |
| 1.8. b Factores de riesgo de lesión..... | 12 |
| 1.9.Clasificación de las lesiones..... | 16 |
| 1.9. a Tests de valoración del LCA..... | 17 |
| 1.9.b Tests de valoración funcional de la rodilla..... | 20 |
| 1.10. Fundamentos para la rehabilitación del LCA..... | 21 |
| 2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 24 |
| 2.1.Procedimiento de revisión sistemática..... | 24 |
| 2.2.Criterios de inclusión y exclusión..... | 24 |
| 2.3.Revisión del estado actual de conocimiento científico..... | 25 |
| 2.4.Calidad metodológica..... | 26 |
| 3. RESULTADOS | 27 |
| 4. DISCUSIÓN SOBRE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS EN LA REVISIÓN..... | 29 |
| 5. CONCLUSIONES Y APORTACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS..... | 30 |
| 6. PERSPECTIVAS DE FUTURO Y REFLEXIÓN CRÍTICA..... | 31 |
| 7. PROPUESTA DE PREVENCIÓN Y REHABILITACIÓN..... | 32 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA..... | 37 |

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Master es realizar una revisión bibliográfica en la que se exponga la información más reciente y contrastada sobre lesiones, anatomía y fisiología del ligamento cruzado anterior (LCA), así como sus factores de riesgo, mecanismos lesivos, protocolos de intervención y tratamiento, para finalmente poder realizar una propuesta de intervención propia, lo más eficaz atendiendo a los resultados hallados en los distintos estudios.

1.1 Justificación del objeto de estudio

Hasta el año 1900 las mujeres no pudieron competir en unos Juegos Olímpicos (JJOO), y solo se les permitió la participación en determinados deportes (golf, tiro con arco y patinaje). Además, a excepción de algunos deportes, como la gimnasia rítmica o el tiro con arco, la mayoría estaban realizados en su origen por hombres debido en gran parte a la realidad sociocultural, esto ha conllevado también una falta de trabajo de fuerza siendo una de las razones por las que las mujeres presentan una predisposición mayor a sufrir una lesión (Romero y Tous, 2010). Todo ello unido a la escasa bibliografía específica sobre prevención y posterior recuperación de la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA), teniendo como objetivo la vuelta a la competición en mujeres participantes en deportes colectivos, son las razones para llevar a cabo este trabajo.

1.2 Objetivos

Objetivos específicos:

- Conocer el concepto, tipos y prevalencia e incidencia de las lesiones del LCA.
- Explorar sus factores de riesgo y mecanismos lesivos.
- Revisar los estudios que abordan la lesión del LCA
- Estudiar cómo se diagnostica, previene y trata dicha patología.
- Realizar una propuesta de prevención y readaptación de lesiones del LCA.

Objetivos secundarios:

- Conocer la anatomía de la rodilla.
- Conocer la biología y fisiopatología del LCA.

1.3 Competencias del máster

Antes de comenzar con la presentación de esta revisión bibliográfica sobre las intervenciones y tratamientos en el LCA en mujeres participantes en deportes colectivos, realizaré un análisis de las competencias utilizadas para su elaboración. Al mismo tiempo, también identificaré el grado de alcance o desarrollo de las mismas.

El objetivo de este proceso es reflexionar sobre lo aprendido durante este Máster, tanto a través de la formación académica en su ámbito más formal, como a través de las actividades laborales dentro y fuera del contexto universitario.

1.4 Relevancia

La lesión de LCA representa el 50% de las diagnosticadas en rodilla, siendo un 75% de las mismas producidas en actividades deportivas (Salmon, Russell, Musgrove, Pinczewski y Refshauge, 2005). La mayor incidencia (2 a 3 veces más posibilidades de sufrir una lesión de LCA (Waldén et al., 2011)), se produce en población femenina (Mountcastle, Posner, Kragh, y Taylor, 2007), principalmente en deportes con contacto, siendo los deportes que presentan mayor riesgo de lesión del LCA la gimnasia deportiva, el baloncesto y el fútbol (Hootman, Dick y Agel, 2007). En este sentido, cuando la acción de pivotaje sobre la rodilla tiene una gran predominancia, se incrementa el riesgo lesivo (Ireland, 1999; Nicholl, Coleman, y Williamst, 1995; Renstrom, Ljungqvist, Arendt, Beynnon, Fukubayashi et al., 2008; Granan, Bahr, Steindal, Furnes, y Engebretsen, 2008).

Según Ardern, Webster, Taylor y Feller (2011), un 80% de los atletas que se han sometido a la cirugía de LCA son incapaces de volver exitosamente al nivel deportivo previo a la lesión, presentando un riesgo de recidiva tres veces superior que en un sujeto adulto sano. (Salmon et al., 2005). En los últimos años se ha evolucionado de un tratamiento más conservador a uno quirúrgico, siendo tal extremo de cambio que a día de hoy la opción conservadora se limita a pacientes sin datos de inestabilidad ni limitación de su vida cotidiana, inmadurez esquelética, lesión del LCA con osteoartrosis avanzada y/o a pacientes sedentarios (Vaquero y Calvo, 2010).

Existe gran número de publicaciones que muestran un alto riesgo de lesiones meniscales o ligamentosa en el transcurso de los años como consecuencia de una rodilla inestable con afectación del LCA. Los estudios muestran que, tras el primer año, un 40% de lesiones que aparecen son en el menisco, generalmente del interno; esta cifra se ve incrementada hasta el 60% a los cinco años y al 80% a los diez años. Asimismo, en algunos estudios artroscópicos se observa una degeneración condral y un adelgazamiento del cartilago; concluyendo que al cabo de 11 años un 44% de los pacientes mostraron artrosis de rodilla en las pruebas radiológicas. Está descrito que la existencia de una lesión meniscal y/o cartilaginosa previa a la intervención de reconstrucción del LCA influye negativamente en la cirugía y en la posterior recuperación (Vaquero y Calvo, 2010; Meuffels, 2009 Forriol, Maestro y Vaquero, 2008).

El tiempo estimado de media en el proceso de recuperación para la incorporación con normalidad en dinámica de equipo es de 20.8 ± 81.7 días, aproximadamente 28 ± 11 semanas. El tiempo para la vuelta a la competición se estima de media en 238 días o 34 semanas (Walden et al., 2011). Por todo ello, resulta imprescindible la creación de protocolos tanto de prevención como de recuperación adecuada para las lesiones del LCA, especialmente en mujeres.

1.5 Antecedentes

Como punto de partida aclararé el concepto de lesión como “Cualquier condición física o médica que impide a un jugador participar en una competición o entrenamiento” (Orchard y Seward, 2000) o “Cualquier problema músculo-esquelético que provoca una parada del entrenamiento al menos durante 1 día, reducción del kilometraje (carga entreno), y se ve acompañada de la ingesta de medicamentos o solicitud de ayuda médica” (Fordham, Garbutt, y Lopes, 2004).

1.6 Prevalencia

Las lesiones de LCA poseen una prevalencia de 30/100.000 habitantes por año en EEUU (Csintalan, Inacio y Funahashi, 2008), siendo una de las lesiones más comunes entre los que practican cualquier tipo de deporte. Se calcula que 38.000 atletas femeninas sufren esta lesión al año (Pfeiffer, Shea, Roberts, Grandstrand, Bond, 2006), de las cuales la mayoría se producen sin contacto.

Además, un 50% de los pacientes con rotura de LCA presenta otras lesiones (Romero y Tous, 2006) un ejemplo de ello es la denominada “triada” (LCA + menisco interno + ligamento lateral interno). Asimismo, se describe la existencia de un mayor % de lesiones en sujetos femeninos que masculinos debidos a diversas hipótesis multifactoriales que serán analizadas posteriormente (Fleck, Steven, Kraeme y William, 2004).

1.7 Biomecánica y características

Según los autores Drake et al. (2005) y Kapandji, (1998) el LCA es un tejido fibroso que atraviesa la rodilla de la región posterolateral del fémur hasta la parte anteromedial de la tibia, por detrás de la rótula. Su función es la de dar estabilidad en movimientos de rotación de la rodilla, principalmente de la tibia respecto al fémur (evitando el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur), siendo una acción conjunta con el ligamento cruzado posterior (LCP). La acción estabilizadora del LCA es muy importante en movimientos combinados de rotación más flexión principalmente, llegando a aportar entorno a un 90% de la estabilidad total de la rodilla. Posee una disposición espacial helicoidal que proporciona una tensión adecuada del ligamento en función del rango de movimiento.

Se compone de tres fascículos: Anterointerno: el más largo y resistente a las roturas parciales; Posteroexterno: el más expuesto a las roturas; e Intermedio. El ligamento cruzado anterior (LCA) o anteroexterno (LCAE) es responsable del deslizamiento del cóndilo hacia adelante durante la flexión, siendo uno de los frenos de la hiperextensión. En su estructura tiene terminaciones nerviosas sensitivas (Ruffini, los corpúsculos de Pacini, y órgano tendinoso de Golgi) y terminaciones nerviosas libres, que se encargan de generar la información para el sistema nervioso central (SNC) de las características de los movimientos y de las posiciones de tensión del LCA. Además, detecta también otros parámetros como cambios en la aceleración, la velocidad, la tensión o la posición espacial de la rodilla.

Según Kapandji (1998) cuando la rodilla se encuentra en flexión genera una mayor inestabilidad exponiéndose a una más probabilidad de lesiones, especialmente meniscales y ligamentosas. Sin embargo, cuando se encuentra en extensión se pueden producir con mayor frecuencia lesiones articulares. En conclusión, la rodilla posee una gran susceptibilidad de sufrir esguinces y luxaciones si existe mal acoplamiento de sus estructuras internas.

En la siguiente tabla se expone las características del ligamento cruzado anterior.

Tabla 1. Características biomecánicas del LCA (Sampietro, 2007)

| CARACTERÍSTICAS DEL LCA | |
|--|--|
| LONGITUD | 25-30 mm |
| GROSOR | 10-11 mm |
| FASCÍCULOS | Anterointerno, posteroexterno, intermedio |
| INSERCIÓN TIBIAL | Plano transversal |
| INSERCIÓN FEMORAL | Plano sagital |
| VASCULARIZACIÓN | Rama de la arteria genicular inferior y bolsa de Hoffa |
| RECEPTORES | Mecanorreceptores |
| FUERZA DE TRACCIÓN HASTA ROTURA | 1725/2690 N |
| RIGIDEZ | 180 N |
| FUNCIÓN | Resistir desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur (Grodski, 2008) y la rotación interna de la tibia También posee como función dar soporte propioceptivo. |
| SINERGISTAS ACTIVOS | Músculos isquiosurales |
| SINERGISTA PASIVO | Ligamento lateral interno |

1.7.a. Movimientos de la rodilla

Para explorar más sobre el LCA y sus posibles roturas analizaremos a continuación los ejes de movimiento de la rodilla. Quatman, Quatman-Yates y Hewett, (2010) se centran en los siguientes 3 movimientos:

- Flexo-extensión: en el eje transversal (XX') movimiento realizado en el plano sagital.
- Rotación: en el eje longitudinal (YY') movimiento que se realiza en plano transversal.

- Movimientos de lateralidad (mínimo): en el eje (ZZ'), anteroposterior y perpendicular a los ejes XX' y YY'. Sólo debería existir de forma no patológica cuando la rodilla está flexión.



Figura 1. Ejes de movimiento de la rodilla. Tomado de (Kapandji, 1998).

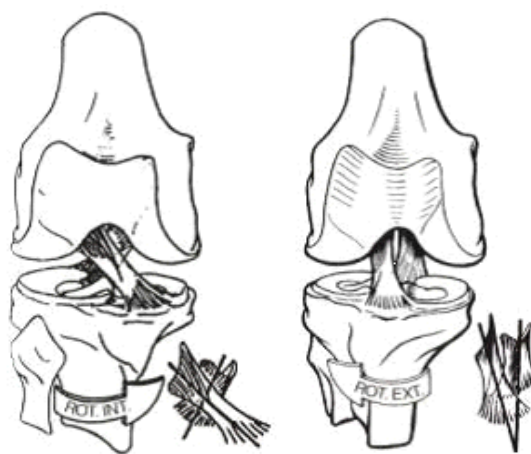


Figura 2. Rotaciones interna y externa de la tibia sobre el fémur y situación de los ligamentos cruzados. Tomado de (Kapandji, 1998).

1.8 Mecanismo de lesiones y factores de riesgo

Para mejorar las estrategias de prevención y reducir la incidencia de lesión del LCA es imprescindible entender y conocer tanto los mecanismos de lesión como sus factores de riesgo (Boden, Sheehan, Torg, y Hewett, 2010).

1.8.a. Mecanismo de lesión

Según Unesco (2008) la lesión más común es producida tras una deceleración brusca a alta velocidad unida de una torsión de rodilla (una rotación del fémur sobre la tibia fija

produciendo un valgo forzado). Se asocia a una posición de valgo extremo de la rodilla la causa más frecuente y traumática de ruptura de LCA en práctica deportiva. Alentorn-Geli et al., (2009) por su parte, resume tres mecanismos principales: cambios de dirección combinados con deceleración, la recepción de saltos con la rodilla en rangos próximos a la extensión, y pivotar con la rodilla con ligera flexión y el pie clavado en el suelo. Estas situaciones de juego involucran momentos de valgo y varo de rodilla, así como de rotación y de traslación anterior. En la fase de aterrizaje, cuando se produce una lesión del LCA, la posición del cuerpo en el momento de la rotura se caracteriza por presentar una reducción de la flexión plantar del tobillo, leve hiperextensión de rodilla, extensión del tronco, poca flexión de cadera y rodilla, unido todo a un valgo de rodilla excesivo (Boden et al., 2000; Ford, Myer y Hewett, 2003). Esta disposición corporal reduce la capacidad de amortiguación de la pierna e incrementa el riesgo de lesión. La predisposición de un valgo de rodilla previo, como suele ocurrir en las mujeres, disminuye el nivel de fuerza de compresión que hace falta ejercer para lesionar el LCA produciéndose un 75% en situaciones de falta de contacto (Boden et al., 2010).

El mecanismo de lesión principal del LCA en lesiones en ausencia de contacto se explica porque la contracción de los músculos que se insertan en la articulación de la rodilla influyen en la biomecánica del LCA. La contracción del cuádriceps incrementa la tensión en el LCA, siendo la activación de los isquiotibiales un elemento necesario para su protección. Por ello se explica que la activación del cuádriceps provoca una fuerza anterior en la parte proximal de la tibia que provoca un desplazamiento anterior respecto al fémur (DeMorat, 2004).

El tipo de mecanismo lesional podría dividirse tanto en deportes colectivos como en los individuales en dos partes muy claramente diferenciadas en función del momento de la temporada:

- En pretemporada es el momento en que ocurren el mayor porcentaje sin contacto (68%), producidas generalmente por una sobrecarga muscular, debido a la existencia de un tiempo de entrenamiento condicional y un menor tiempo de juego. Revisten una menor gravedad.
- En temporada incrementa el número de lesiones producidas por contacto (40%), a mayor periodo de práctica con contacto mayor incrementa el riesgo. Su gravedad es mayor.

En resumen, las causas más frecuentes de una rotura de LCA son:

- Golpe lateral de la rodilla.
- Fase de aterrizaje (momento de impacto sobre el suelo) de un salto.

- Frenada brusca e incontrolada combinada con un cambio de dirección pivotando sobre ese pie.
- Hiperextensión aislada de la rodilla o una combinación de hiperextensión con rotación interna de la tibia.

En resumen, la lesión del LCA se produce por la suma de los siguientes factores: compresión (apoyo sobre el suelo), rodilla en flexionada en un rango de 0 a 30°, el fémur en rotación interna, la tibia en rotación externa respecto al fémur y un valgo de rodilla forzado (Elliot, Goldberg y Kuehl, 2010; Padua et al., 2009; Quatman, Quatman-Yates y Hewett, 2010).

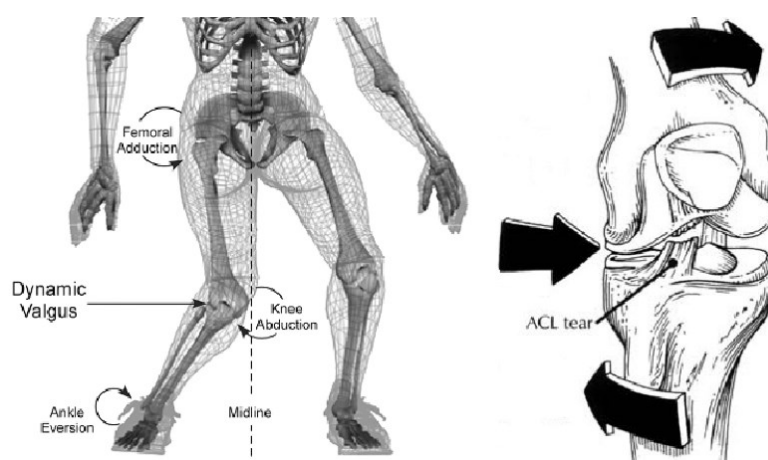


Figura 3. Mecanismo lesional del LCA por no-contacto. Tomado de <http://globalphysio.es/rotura-del-ligamento-cruzado-anterior/>



Figura 4. Mecanismo de rotura de LCA sin contacto en futbolista. Ilustración tomada de Alentorn-Geli et al. (2009).

1.8.b. Factores de riesgo de lesión

Uno de los factores determinantes (46%) del riesgo de rotura de un LCA es la existencia de lesiones previas recurrentes. Éstas, por lo general, están motivadas por un mal trabajo preventivo previo o no haber completado los plazos marcados dentro del proceso de recuperación de la lesión inicial (Romero y Tous, 2010).

Otros factores relevantes que generan fuerzas de traslación anterior produciendo un estrés mecánico del LCA son: fuerzas de reacción producidas sobre la pierna en el momento del contacto del pie con el suelo y su reducido ángulo de flexión de la rodilla (Dai, Mao, Garrett, y Yu, 2014). También, la acción mecánica de los gemelos por su inserción más proximal podría desplazar la tibia hacia anterior aumentando la tensión del LCA, y la activación de la musculatura isquiotibial genera una fuerza posterior a nivel tibial que ayuda a reforzar la funcionalidad del LCA (O'Connor, 1993).

Tabla 2. Resumen de los factores de riesgo multifactoriales adaptado de Khan et al. (2011).

| FACTORES INTRÍNSECOS | FACTORES EXTRÍNSECOS |
|--------------------------------|---|
| Anatómicos | Nivel de habilidad |
| Hormonales | Reglas específicas del deporte |
| Neuromusculares y biomecánicos | Tipo de calzado |
| Genéticos | Medio en el que se desarrolla |
| Psicológicos | Nivel de competición |
| | Otros: alimentación, sueño, abuso de sustancias, peso (IMC), etc. |

Existen varias hipótesis multifactoriales que tratan de explicar la diferencia de ratio lesional, que es 4 veces mayor en el género femenino frente al masculino (Fordham et. Al., 2004; Fleck et. Al., 2004):

- El Ángulo Q (formado por la línea que va desde la espina iliaca anterosuperior al centro de la rótula y otra que va desde ese punto hasta la tuberosidad anterior de la tibia) es mayor en mujeres que en hombres (mayor valgo de rodilla) (Shultz, Carcia, Gansneder y Perrin, 2006; Frontera, Micheli y Silver, 2008; Khan, Seon y Song, 2011; Pantano, White, Gilchrist y Leddy, 2005). Sin embargo, la relación entre el aumento del ángulo Q y las lesiones del LCA no está del todo clara.
- A nivel neuromuscular se ha comprobado que en las mujeres se produce:
 - Menor reclutamiento de fibras musculares (Cowling y Steele, 2001), lo que conlleva una menor eficacia de activación de los isquiotibiales durante el aterrizaje que en los hombres.

- Mayor tiempo de velocidad de reacción (Lloyd & Buchanan, 2001).
- Mayor tiempo para la producción de fuerza máxima en cambios de dirección, velocidad y/o recepciones (DeMorat, 2004).
- Variaciones hormonales durante el ciclo menstrual (Hobbs, Shultz, Arnold y Gansneder, 2000):
 - Los estrógenos, la progesterona y la relaxina provocan una mayor laxitud articular con peores capacidades estabilizadoras de los medios pasivos (ligamentosos y tendinosos).
 - Uhorchak et al. (2003) determinaron que las personas que tenían una laxitud de la articulación incrementaron en dos veces y medio su riesgo de lesión de LCA, aunque existe controversia debido a que existe poca evidencia entre el incremento de la laxitud y la lesión del LCA en mujeres.
 - El LCA posee receptores de estrógenos y progesterona, por ello diversos autores afirman que las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual podrían predisponer a la lesión del LCA (Hobbs et. al., 2000). En una revisión sistemática se determina la existencia de una mayor prevalencia y predisposición a la lesión de LCA durante la fase pre-ovulatoria (día 0-9) del ciclo menstrual (Hewett et al., 2007). Esto sería un dato a tener en cuenta para hacer más hincapié a nivel preventivo según la fase del ciclo hormonal.
- El tamaño del LCA. En mujeres es más pequeño en relación al peso y su resistencia a la tensión es menor (Bahr y Engebretsen, 2009).
- Psicológicos. Según Verhagen, Van Stralen y Van Mechelen (2010) los factores psicológicos son dependientes del comportamiento del deportista (motivación intrínseca y extrínseca, percepción del riesgo, competitividad...) como los referidos a su entorno más cercanos (familia, entrenador...).

Tabla 3. Factores de riesgo de lesión de LCA, autores y propuesta de prevención

| Autores y año | Factores de riesgo de lesión de LCA | Propuesta de prevención/comentarios |
|--|-------------------------------------|---|
| <i>Factores de riesgo intrínsecos modificables</i> | | |
| Alentorn-Geli et al. (2009). | Fatiga neuromuscular | Diseño de tareas enfocadas a la exposición en situaciones de fatiga así como el trabajo de la condición física para retrasar la aparición de la misma |

| | | |
|---|--|---|
| Bahr y Krosshaug (2005) | Dominancia de ligamentos | Trabajo propioceptivo ,estabilizador y compensatorio |
| | Dominancia de cuádriceps | Trabajo de cadena muscular posterior. |
| | Dominancia del tronco | Trabajo de activación y control neuromuscular de zona media (CORE) |
| Bahr y Krosshaug (2005), Hewett et al. (2005) | Dominancia de una pierna | Diseñar ejercicios que bilaterales que trabajen la simetría |
| <u>Factores de riesgo intrínsecos no modificables</u> | | |
| Uhorchak et al. (2003), Myer et al. (2008), Bahr y Engebretsen (2009) | Propiedades del LCA y laxitud de la articulación de la rodilla | Detectar los deportistas hiperlaxos e incluirlos en grupo de riesgo |
| Hewett et al. (2006), Sutton y Bullock (2013) | Género | Optimizar las medidas de prevención en mujeres por su predisposición de sufrir una lesión de LCA |
| Shambaugh et al. (1991), Alentorn-Geli et al. (2009) | Ángulo Q | Detectar jugadores con mayor ángulo Q e incluirlos en grupos específicos de trabajo preventivo |
| (Alentorn-Geli et al., 2009) | Pronación del pie | Detectar jugadores con una pronación excesiva e incluirlos en grupos específicos de trabajo preventivo |
| Hewett et al. (2007) | Hormonas | Mejorar el conocimiento del ciclo menstrual de las deportistas educándolas en la relevancia del trabajo preventivo en las fases más sensibles del ciclo |

| | | |
|---|--------------------------------|--|
| Bahr y Engebretsen (2009) | Lesión previa | Realizar una valoración diagnóstica previa exhaustiva localizando lesiones previas condicionantes de futuras lesiones |
| <i><u>Factores de riesgo extrínsecos no modificables</u></i> | | |
| Arnason et al.(1996b) Alentorn-Geli et al. (2009),Bahr y Engebretsen (2009) | Superficie de terreno de juego | Valorar las superficies y terrenos de juego y entrenamiento, buscando las mejores opciones o haciendo un mayor hincapié en el trabajo preventivo en superficies duras y adherentes |
| Waldén et al. (2011) | Competición y entrenamiento | Generar estrategias de prevención previas a la participación en entrenamientos y competiciones de los deportistas con susceptibilidad de sufrir una lesión |

1.9 Clasificación de las lesiones

Existen diferentes clasificaciones, respondiendo a distintos criterios (gravedad, momento de aparición...) o en función de los autores, pero las más relevantes y actualmente en uso son las siguientes.

En función de su gravedad (Gilkríst, 2008), emplea como unidad de medida el tiempo que el deportista debe estar sin entrenamiento:

- Lesión menor: sin entrenamiento/competición < 7 días.
- Lesión moderada: sin entrenamiento/competición 8-30 días.
- Lesión importante: sin entrenamiento/competición > 30 días.

En función del momento de aparición de la lesión (Rahnama, Reilly y Lees, 2002):

- 0- 15 min inicio de la práctica (asociado a un mal acondicionamiento físico o mental previo)
- 0- 15 min tras parón/descanso intermedio (asociado a una falta de entrada en calor tras el descanso)

- 15 min finales de cada parte (motivado por la fatiga muscular y la deshidratación)

En función del tipo de lesión (Waldén et al., 2011):

- Indirecta o no-contacto: no existe contacto físico con otro jugador u objeto en el momento de la lesión.
- Directa o por contacto: existe contacto físico con otro jugador u objeto.

1.9.a. Tests de valoración la integridad del LCA

La prueba clínica más utilizada para el diagnóstico de una posible ruptura del LCA es el test o maniobra de Lachman, debido a su gran sensibilidad (87-98%). Si bien es cierto que existen otras pruebas con una menor sensibilidad diagnóstica pero utilizadas muy frecuentemente como el test del cajón anterior y del pivote. A nivel diagnóstico médico por su sensibilidad (95%) y especificidad se emplea la resonancia magnética (RM), siendo el método de elección para confirmar la lesión (Unesco, 2008).

1. Maniobra de Lachman

Para realizarla el paciente debe tumbarse en posición decúbito supino, con la rodilla flexionada 20° (Figura 5). El profesional sostiene con una mano el extremo distal del fémur, mientras que con la otra ejerce una traslación anterior de la tibia. En un LCA sano y funcional, se sentirá un ruido sordo o un tope elástico al final del movimiento realizado, en caso de estar roto, existirá una mayor traslación anterior de la tibia comparada con la de la extremidad contralateral. Diferencias mayores a 5 mm entre ambos miembros indicarían rotura total de LCA.

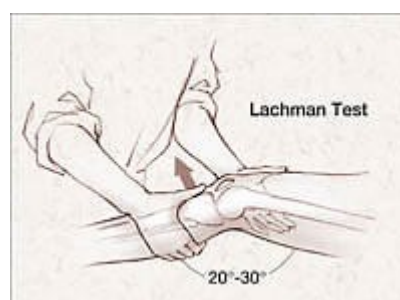


Figura 5. Maniobra de Lachman. Tomado de <http://epomedicine.com/clinical-medicine/tests-knee-ligaments>

2. Test del Cajón anterior

Para llevarlo a cabo el paciente debe estar colocado en decúbito supino con la rodilla en flexión de 45°, con la planta del pie apoyada sobre la camilla (Figura 6). La musculatura deberá estar lo más relajada posible, para evitar falsos negativos. El pie se aconseja fijarlo colocándose encima. Ambas manos del profesional agarran la parte proximal de la tibia de posterior a anterior. La prueba consiste en traccionar anteriormente la tibia. Si el LCA es sano, existirá un tope elástico, en caso de estar dañado se podrá apreciar un deslizamiento anterior. La valoración se realiza con una comparación contralateral de la otra pierna.

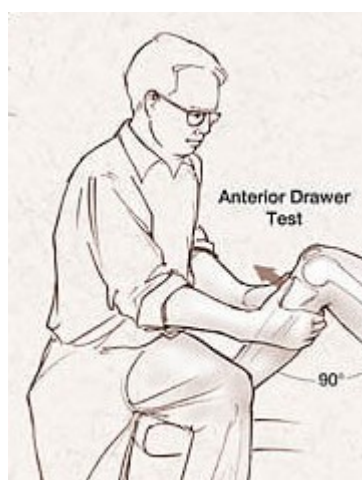


Figura 6. Test del cajón anterior. Tomado de <http://epomedicine.com/clinical-medicine/tests-knee-ligaments>

3. Pivot shift test

Es un test dinámico, actualmente está en desuso debido a la complejidad en su realización. Se provoca una subluxación de la tibia con el fin de valorar la integridad del LCA, buscando reproducir el mecanismo lesional (Figura 7). Posee una especificidad del 98% (Quatman, Quatman-Yates y Hewett, 2010). Para proceder el paciente se posiciona en decúbito supino, con una flexión de 20°. Se sujeta el pie de la pierna lesionada con una mano, y la otra la coloca en el extremo proximal y lateral de la tibia, provocando una rotación interna de la tibia y una tensión en valgo sobre la rodilla. Si es positivo el test se aprecia un resalto de la tibia.



Figura 7. Test del pivot shift. Tomado de <http://epomedicine.com/clinical-medicine/tests-knee-ligaments>

Wagemakers et al. (2010), por su parte, consideran que un examen clínico exhaustivo para determinar una rotura de LCA debe incluir: valoración del flexo de rodilla, medición de la variación de la temperatura de ambas rodillas, test de laxitud en varo y valgo, valoración de la existencia o no de derrame, etc.

4. Prueba de imagen

Las pruebas de imagen más comunes son la radiografía simple y la resonancia magnética nuclear (RMN). La radiografía nos muestra si existe avulsión de la espina tibial o capsular lateral. La RMN, nos da un diagnóstico preciso y exacto de si hay rotura del LCA, contusión ósea, lesiones meniscales o de ligamentos colaterales asociadas (Frontera et al., 2008).

Independientemente de clasificaciones y test que se empleen existen ciertos signos y síntomas que son comunes a la mayoría de lesiones del LCA que están resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 4. Signos y síntomas de la lesión del LCA adaptado de Pérez, Acosta, Fernández y García (2007).

| SIGNOS (objetivo) | SÍNTOMAS (subjetivo) |
|--------------------------|--|
| Hinchazón | Movimiento que rebasó la capacidad de la rodilla |
| Derrame y tumefacción | Dolor |
| Calor en la rodilla | Inestabilidad |
| Crepitación | Sensación de rotura |
| | Escuchar un pequeño estallido |

1.9.b. Tests de valoración funcional de la rodilla

1. Landing Error Score Test

En el año 2009, Padua et al., crearon la que a día de hoy es la herramienta clínica más empleada para identificar a sujetos que tienen un gran riesgo de rotura de un LCA, es el Landing Error Score System (LESS), mediante la grabación en un plano frontal y otro sagital del salto y el aterrizaje desde un cajón y su posterior análisis en función de determinados ítems (tronco, rodilla, pie, ángulos...) tal y como se muestra en la figura 8.

Si el resultado del LESS es elevado, indica una mala ejecución y si es bajo muestra una buena ejecución. En el test la prevalencia de valores altos corresponde a mujeres. Las menores valoraciones en el test de LESS coinciden con una menor flexión de la cadera y la rodilla, un valgo y rotación interna de tibia mayores, y un incremento del deslizamiento anterior de la meseta tibial respecto al fémur. (Onate, Cortes, Welch y Van Lunen, 2010; y Padua et al., 2009).

Smith et al. en 2012 estudiaron la mayor muestra de participantes con lesiones del LCA sin contacto que ha sido evaluada con el LESS, obteniendo como resultado que el LESS no era válido ni fiable para predecir posibles lesiones de LCA sin contacto cuando el grupo de estudio son deportistas jóvenes que realizan deportes con cambios de dirección.

Figura 8. Ejecución del Landing Error Score System. Elaboración propia.



2. Y- Balance test

Es un test que se utiliza para valorar la fuerza, estabilidad y equilibrio en direcciones frontales, posterolaterales y posteromediales, siendo muy utilizado en la actualidad por la fácil reproducibilidad (Figura 9). Consiste en que el sujeto llegue lo más lejos posible en posición monopodal colocándose en medio de una estrella de tres puntas, pudiendo regresar a esa posición de origen desde el punto más lejano al que haya llegado, teniendo

como referencia el dedo gordo del pie. Se ha observado que diferencias entre miembros de 4cm pueden ser predictores de factores de riesgo de lesión

Figura 9. Ejecución del Y-Balance Test. Elaboración propia.



3. Single Leg Squat test

Consiste en realizar una sentadilla a una sola pierna y valoramos la aparición de varo y valgo principalmente a través de la utilización de una varilla perpendicular al eje del pie o bien a través de un software de análisis de imagen teniendo como referencia una línea marcada previamente perpendicular al eje del pie.

El test se realiza con las brazos estirados con un ángulo de 90° respecto al tronco, sin despegar el talón del suelo y pudiendo regresar a la posición inicial.

1.10. Fundamentos para la rehabilitación LCA

La cirugía del LCA tiene resultado mucho más positivo con un trabajo de rehabilitación pre y post-operatorio (MacDonald, Hedden, Pacin, y Huebert, 1995). El proceso de recuperación de una rotura del LCA comienza inmediatamente después de la lesión, buscando la reducción de la inflamación, aumentando la calidad del movimiento, mantener lo más posible el tono muscular y el control neuromuscular del cuádriceps tratando de conseguir la completa flexión y extensión pasiva. Esta parte del proceso tiene como objetivo principal la preparación física y mental del sujeto para afrontar con las mayores garantías la cirugía. Tras la intervención quirúrgica los objetivos más prioritarios son disminuir el daño de otras estructuras secundarias de la rodilla, recuperar la movilidad por completo en un plazo rápido de tiempo, la fuerza del miembro inferior y del tronco, así como el reentrenamiento del control neuromuscular perdido por la lesión (Micheo et al., 2010).

Según Risberg, Holm, Myklebust, y Engebretsen (2007) el entrenamiento neuromuscular es más importante que el trabajo de fuerza dentro de los protocolos actuales de recuperación

del LCA. Nos referimos a trabajo neuromuscular en cadena cinética abierta (CCA) y cerrada (CCC) a todo aquel realizado en superficies inestables, caídas y/o aterrizajes, desequilibrios, trabajo de pliometría, y ejercicios compensatorios de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales (Micheo et al., 2010, Wilk, 2012). La última fase de la recuperación está encaminada a la vuelta de la para la práctica deportiva en unos niveles como poco idénticos al momento de la lesión. En esta etapa final, las tareas constarán de ejercicios muy variados con cambio de dirección, carrera y agilidad, ejercicios pliométricos, y ejercicios específicos en función del deporte (Wilk, 2012).

A la hora de planificar un programa de recuperación de LCA hay que priorizar la reducción de los factores que incrementen el riesgo de recidiva, en el caso de las mujeres el valgo de rodilla, trabajando el pie y la pelvis y no solamente la rodilla para mejorar el control postural. También deberá adaptarse al tipo de procedimiento quirúrgico empleado para disminuir las complicaciones postquirúrgicas (disminución del rango de movilidad, dolor difusos o concretos en el tendón rotuliano, inestabilidad o poco tono muscular).

El planteamiento de objetivos a corto, medio y largo plazo ayudan a la progresión y la planificación, pudiendo ser una herramienta de feedback muy interesante en lo referente a las metas propuestas y no a los procesos en función de plazos temporales estrictos como se venía haciendo (Herrington et al., 2013).

Según Schmitt, Paterno y Hewett (2012) los principios en los que se basa el proceso de recuperación convencional son inconsistentes por la falta de acuerdo en la progresión funcional, teniendo criterios de reincorporación a la práctica deportiva imprecisos y subjetivos que no son respaldados por la bibliografía actual. Tradicionalmente los protocolos de recuperación se organizan en 4 fases: aguda, subaguda, funcional y de reincorporación a la práctica deportiva, existiendo una falta de consenso en esta última, la cual engloba desde las actividades de la vida diaria hasta máxima competición (Wilk et al., 2003).

Los test de evaluación de la funcionalidad de la rodilla deberían seguir una progresión, de lo más básico a lo más complejo y exigente cercano al nivel competitivo y en ocasiones hasta superándolo (Ardern y Webster, 2009; Phillips, 2000).

En la actualidad siguen existiendo los protocolos de recuperación que no siguen una evolución de trabajo desde planos simples a planos de trabajo espaciales más complejos tratando de llegar a poder ejecutar ejercicios que requieran de un gran control neuromuscular (Myer, Paterno, Ford, Quatman, Hewett, 2006). En el año 2013, en el Reino Unido un grupo de fisioterapeutas y de expertos en entrenamiento y actividad física y deporte realizaron un protocolo de recuperación del LCA utilizando criterios de progresión

basados en la evidencia actual tras la intervención quirúrgica del LCA (Herrington et al., 2013). Dividieron en 6 fases el proceso completo de la recuperación del LCA: pre-quirúrgica, recuperación post-quirúrgica, carga progresiva, carga progresiva monopodal, entrenamiento de tareas deportivas específicas y entrenamiento deportivo específico ilimitado. La transición entre fases está marcada por test específicos según los criterios con mayor peso en la bibliografía. El registro del trabajo realizado era diario y semanal para valorar principalmente el dolor y la inflamación en función de los parámetros de carga de las actividades propuestas realizadas.

Objetivos de cada fase del programa de recuperación:

1. Fase pre-quirúrgica:
 - Preparación para la intervención quirúrgica, mantener la funcionalidad de la rodilla disminuyendo la inflamación, mantener el tono muscular del cuádriceps y recuperar la marcha normal evitando posiciones antálgicas.
2. Fase de recuperación post-quirúrgica:
 - Recuperar el rango de movimiento de la rodilla y la activación muscular, disminuir la inflamación y reeducar el patrón de marcha.
3. Fase de carga progresiva:
 - Trabajo orientado a la progresión de autocargas (de carga bipodal a monopodal completa) en esta fase se incluye el trote y los aterrizajes controlados. El trabajo de fuerza de MMII adquiere una gran importancia en esta fase.
4. Fase de carga progresiva monopodal:
 - Trabajo de carga bipodal a carga monopodal en todos los planos posibles de movimiento y aumentando la carga en el trabajo de fuerza.
5. Fase de entrenamiento de tareas deportivas específicas:
 - Control absoluto de carga monopodal en todos los planos posibles de movimiento con elementos reactivos aleatorio. Carrera con cambios de dirección, saltos y aterrizajes, así como ejercicios propios de la actividad física propia del sujeto a nivel más específico.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Procedimiento de revisión sistemática

La revisión sistemática de la literatura disponible para este trabajo se ha llevado a cabo de acuerdo con las directrices de la guía PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) por la que se garantiza la eliminación de sesgos de cualquier tipo.

Se han analizado las publicaciones desde el año 2000 hasta el día 1 de agosto de 2017 en las bases de datos electrónicas de PUBMED, SCOPUS, WEB OF SCIENCE y SPORTDISCUS utilizando como palabras clave “prevención de lesiones”, “ligamento cruzado anterior”, “deporte colectivo” y “mujeres” (“injury prevention”, “anterior cruciate ligament”, “sports team” and “female”); todas ellas combinadas con la partícula AND. Los descriptores utilizados en la búsqueda han sido los mismos en todas las bases de datos, con la única diferencia de emplear las palabras en castellano o en inglés.

El motivo de esta elección se debe a que existe gran cantidad de artículos que incluyen o hacen referencia a lesiones y su recuperación, por ello, se delimitó la búsqueda en estos campos más concretos, reduciendo así el número de documentos y seleccionando los más específicos.

Además de las bases de datos informáticas se extrajo información adicional de dos libros: “prevención de lesiones en el deporte” de D.Romero y J.Tous (2010) y “Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación” de R. Bahr y S. Maehlum (2007).

2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

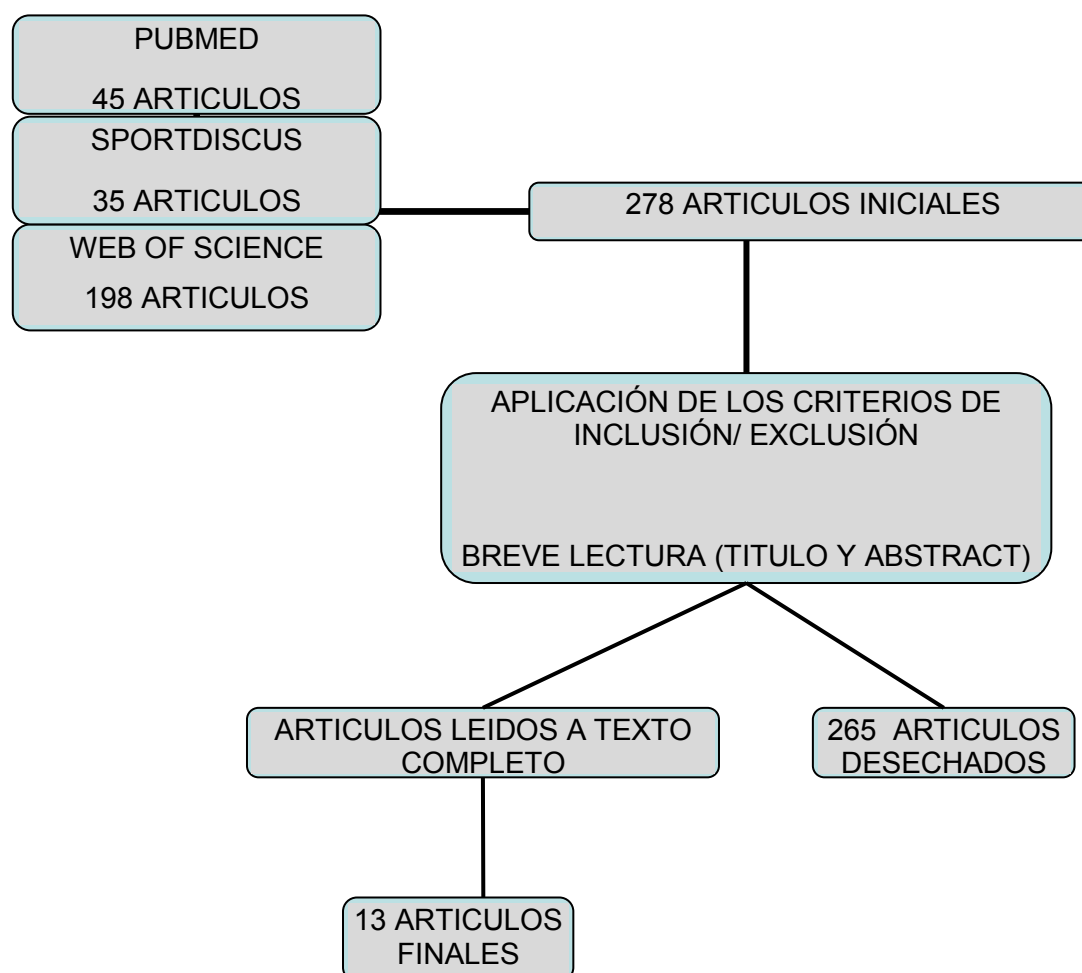
- Estudios intervencionales sobre lesiones LCA en las mujeres deportistas.
- Lesiones del LCA producidas por contacto y por no-contacto.
- Deportistas con lesiones de rodillas previas.
- Mujeres deportistas jóvenes.
- Practicar el deporte al menos 2 años antes de realizar el estudio.
- Permanecer toda la temporada en el equipo.
- Entrenar mínimo 2 veces/semana.

- Estudios publicados en lengua inglesa o española entre 1999-2017.
- Estudios realizados en humanos.

Criterios de exclusión:

- No se incluyeron los artículos en los que sólo figuraba el abstract.
- Si sólo hablan del tema (necesario que hayan llevado a cabo algún estudio o intervención).
- Lesiones de otras articulaciones y estructuras diferentes de la rodilla.
- Estudios mixtos o de sólo hombres.

2.3. Revisión del estado actual de conocimiento científico



2.4. Calidad de la metodología

Para garantizar la calidad metodológica de los diferentes ensayos clínicos seleccionados se ha empleado la escala PEDro, con la traducción al español de A. Gómez- Conesa (2012). Es la escala más empleada para valorar la evidencia de los artículos, basada principalmente en el consenso de expertos. Al administrar dicha escala en los 15 artículos seleccionados 7 obtuvieron un nivel intermedio. Tras pasar la escala a los 13 artículos que se decidieron incluir en la revisión sistemática, 4 lograron cumplir con más de 8 ítems de la escala, compuesta en total por 11. Otros 6 obtuvieron un nivel de evidencia intermedio, al cumplir con 7 ítems. Y 4 presentaron un nivel de evidencia medio con 6 ítems del total. Por ello, se juzga que el nivel de evidencia de la revisión es medio-alto.

Como todos los artículos seleccionados cumplen con siguientes:

- Ítem 1: Se especifica los criterios de elección. La fuente de obtención de los datos y los criterios empleados se indica.
- Ítem 4: Los grupos se elaboraron teniendo en cuenta los indicadores de pronóstico más importantes.
- Ítem 10: Se realizaron comparaciones entre tratamientos o entre tratamientos y control.
- Ítem 11: Se analiza el tamaño del efecto del tratamiento.

Por el contrario, aquellos ítems que no se vieron reflejados en ninguno de los artículos empleados son los tres siguientes:

- Ítem 3: La asignación fue oculta, los sujetos no sabían a qué grupo iban a pertenecer.
- Ítem 6: Cegar a los terapeutas, en estos estudios los profesionales eran conscientes de la participación en el estudio.
- Ítem 7: Todos los evaluadores debían ser cegados.

El incumplimiento de estos ítems afecta a la fiabilidad, debido a que interfiere directamente sobre la motivación y por lo tanto sobre el comportamiento tanto de entrenadores como de jugadores. Los estudios muestran un nivel de evidencia medio, es complejo cambiar el tipo de calentamiento (calentamiento habitual por uno preventivo) sin el conocimiento del entrenador.

3. RESULTADOS

En el análisis general de los estudios se consideran efectivos los programas de prevención cuando se realiza un mínimo de 3 veces por semana, alrededor de 25 minutos y a lo largo de 6 meses. Es primordial la predisposición de las jugadoras para llevarlo a cabo. A medida que el programa incluye más ejercicios, es más completo e incrementa su efectividad. Debe contar con ejercicios de propiocepción, coordinación neuromuscular y control sobre los mecanismos biomecánico de la rodilla. Además es crucial la combinación de ejercicios pliométricos y de estabilidad central (CORE), lo que hace que los trabajos sean más efectivos que la aplicación por separado de alguno de los tipos de entrenamiento mencionados.

Los estudios se realizaron en California, Cincinnati, Noruega, Idaho y Notre Dame, con mujeres de edad entre los 12 y los 16 años, y pertenecientes a equipos de Segunda División de deporte colectivos (baloncesto, balonmano, fútbol, lacrosse y voleibol). Las intervenciones se extendían a lo largo de una temporada, haciéndose el programa de prevención durante la pretemporada, y repasos una vez por semana durante la temporada.

Se constata en todos ellos la efectividad de los programas de prevención de lesiones de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas si al menos se realizan 12 sesiones

En los estudios de Maldelbaum et al (2005) realizando el programa de prevención que plantean se consiguió una reducción de las lesiones del 83% durante el primer año de aplicación, y una del 74% durante el segundo año. Mientras que en el estudio de Gilchrist et al. (2008) el descenso de lesiones es del 41%, siendo la reducción especialmente notoria en situaciones de no contacto, que es donde incidía su programa trabajando sobre los factores de riesgo intrínseco. El artículo de Holm et al de 2004 se muestra también disminución de las lesiones del grupo experimental frente al control, y además añade los beneficios de un calentamiento dinámico frente a uno estático. Por el contrario, Pfeiffer et al. (2006) no observan diferencias significativas entre hacer un programa de prevención o un calentamiento normal, pero sus resultados no resultan del todo fiables al tratarse de solo 6 lesiones de ligamento cruzado anterior. En el artículo de Noyes, Barber-Westin, Smith, Campbell y Garrison (2012), para cuantificar el efecto de la prevención emplean un programa llamado SPORTMETRICS en lugar de especificar el porcentaje de lesiones informa de una reducción de valgo, aumento del consumo máximo de oxígeno y mejora en el salto vertical, por todo ello se reducen los factores de riesgo intrínsecos de lesión de ligamento cruzado anterior.

A medida que el aprendizaje de los ejercicios de prevención aumenta mayor es su eficacia (Myklebust et al, 2003). Y es importante tener en cuenta el papel de la jugadora lesionada en el momento que se produce la lesión. En los estudios de Myklebust et al (2003) se constata que el 84% de las lesiones se produjeron en jugadoras que estaban realizando un ataque y el 74% de las jugadoras lesionadas tenían el balón.

En los estudios de Pfile et al (2013) y Myer, Ford, Brent y Hewett (2003) se logra un descenso de las lesiones al combinar ejercicios de CORE (estabilidad central) con trabajo pliométrico. Debido a que dichos ejercicios por separado producen mejoría a nivel biomecánico, pero al combinarlos supone un binomio perfecto para la protección de las estructuras, además de potenciar la musculatura isquiotibial o del cuádriceps.

El estudio de Sharma, Arora y Koley (2013) también se centraron en la disminución de los factores de riesgo intrínsecos de rodilla para reducir consecuentemente las lesiones de LCA producidas por no-contacto. Ellos propusieron una mejora del equilibrio, de la fuerza de la musculatura de la rodilla y de la propiocepción de la misma.

4. DISCUSIÓN

En los estudios se han llevado planes de prevención para 5 deportes (fútbol, baloncesto, balonmano, voleibol y lacrosse) pero es posible extrapolar los resultados a otros deportes modificando algunos gestos y acciones del entrenamiento (Miyasaka, Daniel, Stone y Hirshman, 2008).

Myklebust et al., (2003), Mandelbaum et al., (2005), Gilchrist et al., (2008) y Soligard et al., (2010) realizaron un estudio con una muestra superior a 900 jugadoras, y se comprobó que el entrenamiento de 20 a 30 minutos, 3 veces por semana a lo largo de 6 semanas y con un programa que disponga de agilidad, estiramientos, flexibilidad, fuerza, propiocepción, pliométricos y análisis biomecánico de la rodilla, suponía una mejoría significativa para reducir las lesiones del LCA en más del 80%. En cambio, Peiffer et al (2006) en su estudio no se obtuvieron resultados positivos, pese a tener una muestra amplia, pero no resulta relevante debido a que solo se produjeron 6 lesiones.

Los programas de prevención que propusieron Noyes et al., (2012), Hewett et al., (1999) y Sharma et al (2018) lograron una disminución de las lesiones de LCA en comparación al grupo control haciendo hincapié en la reducción de los factores de riesgo predisponentes a lesión. Por otro lado, los estudios de Pfile et al., (2013) y Myer (2006) se centraron en la relevancia de ejercicios de CORE dentro de los programas de prevención.

El artículo de Hagglund (2013) enfatiza en la idea del tiempo empleado en el programa de prevención, divide a las jugadoras en tres grupos en función de las veces que acuden al entrenamiento de prevención (bajo-medio-alto nivel de asistencia), se comprueba como en todas se logra reducir las lesiones, pero significativamente más en los grupos de asistencia alta, bajando las lesiones casi en un 90%.

La mayor dificultad se encuentra en decidir que ejercicios deben formar parte del plan de prevención, no todas las jugadoras deberían realizar el mismo ya que debiera estar basado en las características de cada una y del deporte que desarrollan.

Es destacable que la mayoría de los estudios centran sus propuestas de prevención en los factores de riesgo que predisponen a la lesión, los cuales son mayores en mujeres. Pero se han realizado solo de forma teórica y habría sido interesante llevar a la práctica para constatar que realmente se pueden obtener resultados favorables y objetivos en la reducción de las roturas de LCA en este caso en mujeres. Otra limitación de los estudios ha sido no incluir como criterio de exclusión el haber padecido una lesión previa de LCA, puesto que estas personas tienen una predisposición mayor a padecer la lesión de nuevo.

5. CONCLUSIONES Y APORTACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS

A raíz del análisis de estos estudios se puede concluir que un buen plan de prevención debería contar con los siguientes ejercicios:

- Calentamiento general con el fin de aumentar la temperatura del tejido.
- Estiramientos
- Ejercicios de agilidad
- Ejercicios de propiocepción
- Ejercicios de fuerza tanto pliométricos como excéntricos.
- Ejercicios de estabilidad central (CORE)
- Análisis biomecánico de la rodilla para concienciar de la posición de la rodilla utilizando el trabajo con feedback visual de los diversos ejercicios propuestos dentro del plan de actuación.

Para crear el plan de prevención más adecuado a cada jugadora es necesario realizar un estudio previo de la misma, conociendo su anatomía, movimientos, técnicas de juego, déficits, deporte y motivación. Es absolutamente imprescindible seguir a lo largo de la temporada con programas de recuerdo al menos dos días a la semana y repetir los test iniciales realizados valorando las mejoras y los déficits por seguir corrigiendo. Además, las pretemporadas deberían ser de un mínimo de 4 semanas.

6. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Haciendo un análisis tanto del aumento del papel de la mujer en el deporte profesional como del aumento de las investigaciones sobre lesiones, prevención y su recuperación en los últimos años es esperable una proliferación de investigaciones que aúnen ambos aspectos, y de cara a esas líneas futuras de investigación sería interesante la superación de ciertas limitaciones halladas en los artículos analizados. Dichas limitaciones se solventarían teniendo en cuenta ciertos parámetros:

- Entre los distintos estudios existen criterios diferentes para definir la variable principal. Sería necesario unificar criterio para una corrección total en las comparaciones.
- Se ha trabajado exclusivamente con jóvenes, aunque las propuestas de prevención de lesiones a jugadoras ha sido efectiva y se cuantifica la reducción del número de lesiones del cruzado anterior, no se puede concluir con absoluta certeza que en jugadoras mayores los efectos sean iguales.
- No en todos los estudios se pudo realizar de forma aleatorizada que jugadoras iban a cada grupo (control o de intervención).
- En uno de los estudios se carecía de grupo control, debido a las características del propio equipo.
- Alguno de los estudios disponían de unas muestras demasiado pequeñas como para ser plenamente fiables.
- Todos los entrenadores estaban informados e implicados en el estudio que se estaba llevando a cabo, y esta motivación por su parte puede interferir en los resultados. Sería necesario la reproducción de los estudios con una situación de ciego, aunque ya se ha comentado anteriormente las complicaciones que esto supone, al ser los entrenadores los que ejecutan los propios ejercicios de prevención como parte del entrenamiento. Como propuesta para mejorar esta limitación es que en futuros estudios se creen los grupos tanto de intervención como control con estas características:
 - **GRUPO INTERVENCIÓN:** Deben realizar ejercicios de fuerza y flexibilidad, tener agilidad, estar concienciados de la biomecánica y la propiocepción...
 - **GRUPO CONTROL:** Los ejercicios deben ser de carácter placebo, no incluyendo ninguno que suponga una mejoría de ningún tipo o que se realice durante el entrenamiento

7. PROPUESTA DE PREVENCIÓN Y REHABILITACIÓN

7.1 Propuesta personal de ejercicios a incluir en el programa de prevención de LCA

1. Calentamiento:

Parte inicial de cualquier sesión de recuperación, prevención y acondicionamiento físico que incrementa la temperatura corporal y de todos los tejidos involucrados, preparando las estructuras para poder realizar las tareas y ejercicios propuestos disminuyendo el riesgo de lesión o su recidiva. Debería tener un carácter progresivo de intensidad y complejidad. Su duración muy variable (Romero y Tous, 2010).

Dentro de la propuesta de calentamiento se encuentran:

Ejercicios de movilidad articular más analíticos o más globales en función de las estructuras que queramos implicar y el estado de las mismas (lesionadas, con riesgo de lesión y sanas) haciendo especial incidencia en tobillo, rodilla y pelvis. Esta parte inicial del trabajo de prevención constará de gran diversidad de estímulos, así como de implementos (gomas cortas y largas, bossu, fitball, elementos de suspensión...) buscando una progresión en la dificultad una vez adquirido un control suficiente tanto a nivel técnico como corporal.

En función del ejercicio se podrá marcar el cambio de ejercicio o de estructuras implicadas en función de repeticiones (5, 10, 15 repeticiones) o del tiempo (10, 20, 30 segundos)

Se podrán incluir ejercicios de técnica de carrera, trabajando todos los desplazamientos posibles para involucrar todas las estructuras y cadenas musculares para finalizar la progresión del calentamiento (Gilchrist et al., 2008 y Mandelbaum et al., 2005).

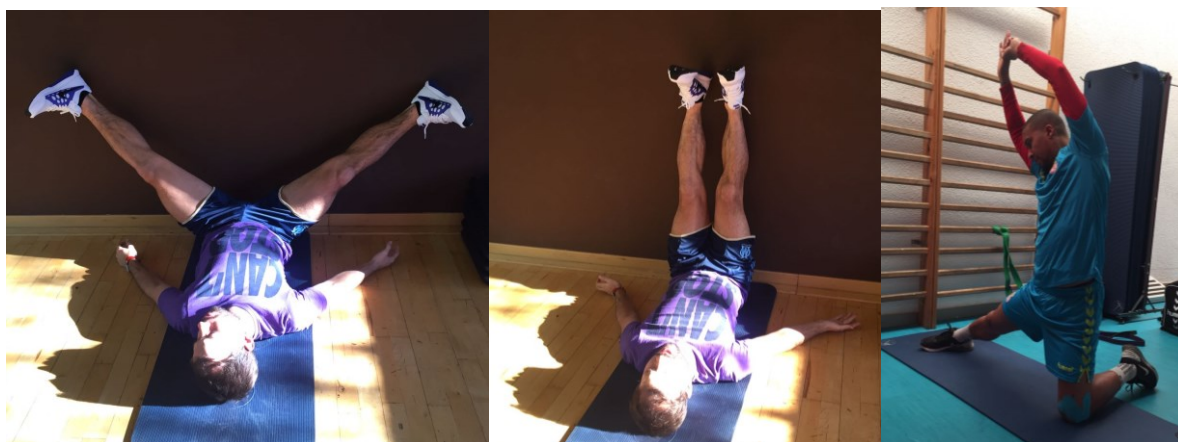
2. Trabajo de tensiones activas previas al ejercicio:

Son una propuesta de activación neuromuscular y tendinosa insercional en rangos amplios con el objetivo de preparar a las estructuras para las tensiones que van a sufrir durante el ejercicio, principalmente las de carácter excéntrico. Tendrán un carácter más dinámico o activo para incrementar la temperatura, mejorar el ROM, evitar lesiones activando los receptores propioceptivos a nivel muscular, articular, tendinoso y buscan una mejora en el deslizamiento neural a través de las diferentes estructuras.

Podríamos diferenciar los ejercicios más posturales o de cadenas miofasciales que se ejecutan de manera pasiva de los que son activos generando tensiones a nivel de inserciones musculotendinosas o de movilización neural (neurodinamia). Cada sujeto

trabajarán en los mayores rangos posibles. Para el cambio de postura o de ejercicio se pueden utilizar varias variables: periodos temporales (principalmente para las posturas estáticas de al menos 30"), número de repeticiones, o percepción subjetiva de tensión del extremo corporal o cadena neuromuscular sobre el que se focaliza el trabajo.

Figura 10. Trabajo postural propuesta propia



3. Trabajo compensatorio y de fortalecimiento:

Tendrá un carácter isométrico y concéntrico en las primeras fases, llegando a trabajar con contracciones excéntricas a medida que la adaptación o las necesidades y demandas del deportista las requieran.

Los ejercicios con carácter excéntrico Myer et al., (2006).

- Incrementa la fuerza muscular.
- Mejora la elasticidad del tejido muscular y conectivo.
- Genera sarcómeros en serie (mejora la elasticidad de las estructuras pasivas).
- Facilita el reclutamiento neuromuscular
- Factor protector muy importante a nivel tendinoso, disminuyendo el riesgo de lesión.
- Estimula la propiocepción y el control neuromuscular.

Bloques principales de trabajo en un LCA:

- Trabajo de CORE con activación de MMII y MMSS en todos los planos del espacio
- Trabajo del pie, a nivel articular y muscular con el objetivo de estabilizarlo. Tiene un rol muy importante la activación del dedo gordo (primer dedo).
- Glúteo como estabilizador de la báscula pélvica y uno de los más importantes en el control neuromuscular del movimiento.

- Cuádriceps, isquiotibiales, aductores y abductores al ser poliarticulares utilizar ejercicios muy variados en todos los rangos de movilidad posibles de pelvis y rodilla.

Figura 11. Trabajo compensatorio propuesta propia



Todos los ejercicios propuestos tradicionalmente como por ejemplo los walking lunges, russian hamstring, single toe raises (Gilchrist et al., 2008 y Mandelbaum et al., 2005) tienen múltiples variables en función del nivel de nuestro deportista y de la dificultad que queramos proponer, para establecer una progresión de lo más sencillo a lo más complejo nombraré varias que pueden ser combinadas: visión/ privación de la visión, apoyo bipodal/ unipodal, plano de trabajo estable sin incertidumbre/ inestable con incertidumbre, implementos facilitadores/ resistivos, volumen de trabajo alto y baja intensidad/ volumen de trabajo bajo y alta intensidad.

Dentro de los ejercicios de fuerza excéntrica más convencionales (Myer et al., 2006) encontramos:

- Cinturón ruso o tirante musculador. (Cuádriceps, isquiotibiales y glúteo mayor)
- Leg curl (isquiotibiales y glúteo)
- Leg press (cuádriceps)
- Hip trust (glúteo e isquiotibiales)

Todos ellos son susceptibles de ser modificados y adaptados para buscar una mayor fidelidad de reproducción hacia el gesto deportivo específico, para ello podemos utilizar máquinas inerciales, cónicas, poleas.... Que nos ayudan a generar estímulos de carácter excéntrico que nos ayudan de forma positiva a nivel protector en rangos de movimientos que de otra forma no podrían ser reproducibles salvo a través de la práctica deportiva, siendo insuficiente a nivel profiláctico en la mayoría de los deportistas por las descompensaciones que presentan de base.

Figura 12. Trabajo excéntrico propuesta propia



6. Ejercicios pliométricos

Utilizados muy frecuentemente como transferencia del trabajo de fuerza o como parte del mismo, suelen estar muy orientados a la mejora de la potencia y la fase de aterrizaje del salto.

Convencionalmente se proponen saltos de lado a lado, adelante y atrás, unipodal y bipodal, vertical y horizontal, plano estable e inestable para fase de impulso y/o recepción... (Gilchrist et al., 2008 y Mandelbaum et al., 2005), pero podrían incrementar su complejidad utilizando los miembros superiores y su zona media específicamente dentro de los ejercicios de pliometría generando pares de fuerzas rotacionales y anti-rotacionales que obligan a una mayor estabilidad de los miembros inferiores. Para ello podemos utilizar gomas, pesas, máquinas con poleas, máquinas inerciales...

Figura 13. Trabajo pliométrico propuesta propia



7. Ejercicios de propiocepción:

En mi propuesta no cabe la posibilidad de realizarnos de forma aislada como algunos autores como Myklebust et al., (2003) proponen a través de planos estables e inestables,

con privación y/o aumento de estímulos sensoriales, ya que en cualquiera de los ejercicios mencionados anteriormente la carga propioceptiva se encuentra integrada en la propia ejecución del mismo.

Figura 14. Trabajo propioceptivo propuesta propia

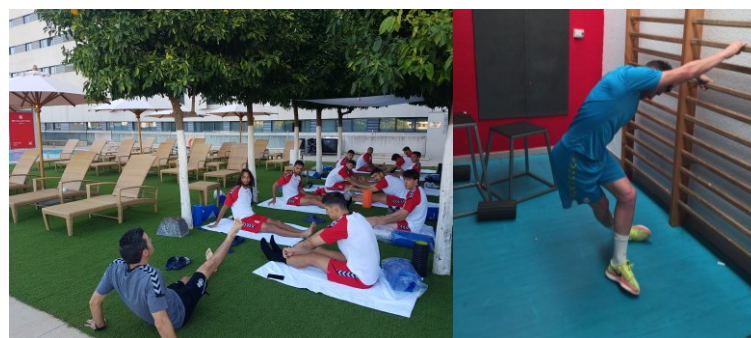


8. Estiramientos

Conocida como vuelta a la calma tras la sesión de trabajo (Gilchrist et al., 2008 y Mandelbaum et al., 2005) que tiene como objetivos principales la recuperación de un estado basal de reposo y puede ser realizada con posturas y/ o con diversos implementos materiales (foam roller, pelotas duras...) consiguiendo:

- Mejorar el rango articular (ROM).
- Aumenta la flexibilidad de los músculos.
- Ayuda a reducir factores condicionantes de las lesiones.
- Mejora la coordinación de músculos agonistas-antagonistas.
- Reduce la tensión muscular y fascial.

Figura 15. Trabajo estiramientos propuesta propia



8. BIBLIOGRAFÍA

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., y Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy : Official Journal of the ESSKA*, 17(7), 705–29.
- Ardern, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., y Feller, J. A. (2011b). Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 596–606.
- Arnason, A., Gudmundsson, A., Dahl, H. A., y Jóhannsson, E. (1996a). Soccer injuries in Iceland. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 6(1), 40–45.
- Bahr, R., y Engebretsen, L. (2009). Sports injury prevention. In *Handbook of Sport Medicine and Science* (Ed.), Sports injury prevention (1st ed., pp. 30–31). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Bahr, R., y Krosshaug, T. (2005). Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 324–9.
- Bahr, S Maehlum. (2007). *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid: Panamericana.
- Bizzini M, Junge A, Dvorak J. Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *Br J Sports Med* 2013 Aug; 47(12):803-806.
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., y Garrett, W. E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573–578.
- Boden, B. P., Sheehan, F. T., Torg, J. S., y Hewett, T. E. (2010). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 18(9), 520–527.
- Cowling, E. J., y Steele, J. R. (2001). The effect of upper-limb motion on lower-limb muscle synchrony. Implications for anterior cruciate ligament injury. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 83-A (1), 35-41.

- Csintalan, R. P., Inacio, M. C. S., y Funahashi, T. T. (2008). Incidence Rate of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions. *The Permanente Journal*, 12(3), 17–21.
- Dai, B., Mao, D., Garrett, W. E., y Yu, B. (2014). Anterior cruciate ligament injuries in soccer: Loading mechanisms, risk factors, and prevention programs. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 299–306.
- Elliot, D. L., Goldberg, L., y Kuehl, K. S. (2010). Young women's anterior cruciate ligament injuries: an expanded model and prevention paradigm. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(5), 367-76.
- Epomedicine. (2016). Tests for knee ligaments. Recuperado de <http://epomedicine.com/clinical-medicine/tests-knee-ligaments>
- Feller y Webster, K. E. (2003). A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 564-73.
- Fleck J. Steven, Kraeme J. William (2004). Designing resistance training program. Editorial Human kinetics books: U.S.A.
- Ford, K. R., Myer, G. D., y Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(10), 1745–1750.
- Fordham S, Garbutt G, Lopes P. Epidemiology of injuries in adventure racing athletes. *British Journal Sports Medicine* 2004 Jun; 38(3):300-303.
- Forriol F, Maestro A, Vaquero J. El ligamento cruzado anterior: morfología y función. *Trauma Fund MAPFRE*. 2008; 19:7-18.
- Frontera, W. R., Herring, S. A., Micheli, L. J., y Silver, J. K. (2008). *Medicina deportiva clínica. Tratamiento médico y rehabilitación*. Madrid: Elsevier.
- Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *The American Journal of Sports Medicine* 2008 Aug; 36(8):1476-1483.

- Granan, L.P., Bahr, R., Steindal, K., Furnes, O., y Engebretsen, L. (2008). Development of a national cruciate ligament surgery registry: the Norwegian National Knee Ligament Registry. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(2), 308–15.
- Häggglund, M., y Waldén, M. (2012). Epidemiology of football injuries. *Dansk Spormedicin*, (4), 10–12.
- Herrington, L., Myer, G. y Horsley, I. (2013). Task based rehabilitation protocol for elite athletes following Anterior Cruciate ligament reconstruction: a clinical commentary. *Physical Therapy in Sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 14(4), 188–98.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501.
- Hobbs, M., Shultz, S., Arnold, B., y Gansneder, B. (2000). Changes in knee joint compliance and maximum displacement across the menstrual cycle. *Journal of athletic training*, 25-37.
- Ireland, M. L. (1999). Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes: Epidemiology. *Journal of Athletic Training*, 34(2), 150–154.
- Jácome, R. (2018). Rotura de LCA. Recuperado de <http://globalphysio.es/rotura-del-ligamento-cruzado-anterior>.
- Kapandji, I. A. (1988). Cuadernos de fisiología articular (4th ed.). Barcelona: Masson.
- Khan, M. S., Seon, J. K., & Song, E. K. (2011). Risk factors for anterior cruciate ligament injury: assessment of tibial plateau anatomic variables on conventional MRI using a new combined method. *International orthopaedics*, 35(8), 1251-6.
- Lloyd, D. G., y Buchanan, T. S. (2001). Strategies of muscular support of varus and valgus isometric loads at the human knee. *Journal of biomechanics*, 34(10), 1257-67.
- MacDonald, P. B., Hedden, D., Pacin, O., y Huebert, D. (1995). Effects of an accelerated rehabilitation program after anterior cruciate ligament reconstruction with combined semitendinosus-gracilis autograft and a ligament augmentation device. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(5), 588–592.

- Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The American Journal of Sports Med* 2005 Jul; 33(7):1003-1010.
- Meuffels DE, Favejee MM, Vissers MM, Heijboer MP, Reijman M, Verhaar JA. Ten year follow-up study comparing conservative versus operative treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A matched-pair analysis of high level athletes. *British Journal of Sports Medicine* 2009 May; 43(5):347-51.
- Micheo, W., Hernández, L., y Seda, C. (2010). Evaluation, management, rehabilitation, and prevention of anterior cruciate ligament injury: current concepts. *PM & R : the Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 2(10), 935-44
- Mountcastle, S. B., Posner, M., Kragh, J. F., & Taylor, D. C. (2007). Gender differences in anterior cruciate ligament injury vary with activity: epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in a young, athletic population. *The American Journal of Sports Medicine* 2007 Oct; 35(10):1635-42.
- Myer GD, Ford K, Brent J, Hewett T. (2006). The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjolberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sports Medicine* 2003 Mar;13(2):71-78.
- Nicholl, J. P., Coleman, P., y Williamst, B. T. (1995). Injury in the United Kingdom related. *British Journal of Sports Medicine*, 29(4), 232–238.
- Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Garrison TT. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2012 Mar.
- O'Connor, J. J. (1993). Can muscle co-contraction protect knee ligaments after injury or repair? *The Bone and Joint Surgery British*, 75(1), 41–48.
- Onate, J., Cortes, N., Welch, C., y Van Lunen, B. L. (2010). Expert versus novice interrater reliability and criterion validity of the landing error scoring system. *Journal of sport rehabilitation*, 19(1), 41-56.

- Orchard J, Seward H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000. *British Journal of Sports Medicine* 2002 Feb; 36(1):39-44.
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., y Beutler, A (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) Is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *The American journal of sports medicine*, 37(10), 1996-2002.
- Pantano, K. J., White, S. C., Gilchrist, L. A., y Leddy, J. (2005). Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 20(9), 966-72.
- Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *The Bone and Joint Surgery American* 2006 Aug; 88(8):1769-1774.
- Quatman, C. E., Quatman-Yates, C. C., & Hewett, T. E. (2010a). A “plane” explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 40(9), 729-46.
- Rahnema N, Reilly T, Lees A. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *British Journal of Sports Medicine* 2002 Oct; 36(5):354-359.
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., y Engebretsen, L. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 394–412.
- Risberg, M. A., Holm, I., Myklebust, G., y Engebretsen, L. (2007). Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 87(6), 737–750.
- Romero Rodriguez, J Tous Fajardo. (2010). *Prevención de lesiones en el deporte*. Madrid: Panamericana.
- Romero, D. y Tous, J. *Prevención de Lesiones en el Deporte*. Editorial Panamericana. España 2010
- Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament

reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. 2005;21(8):948-957

- Salmon, L. J., Refshauge, K. M., Russell, V. J., Roe, J. P., Linklater, J. y Pinczewski, L. A. (2006). Gender differences in outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(5), 1483–1486.
- Shambaugh, J. P., Klein, A., y Herbert, J. H. (1991). Structural measures as predictors of injury basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(5), 522–7.
- Shultz, S. J., Carcia, C. R., Gansneder, B. M., y Perrin, D. H. (2006). The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *Journal of athletic training*, 41(3), 251-9.
- Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Nguyen, A.-D., Chaudhari, A. M., Padua, D. A., McLean, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *British Journal of Sports Medicine* 2007 Aug;41 Suppl
- Smith, H. C., Johnson, R. J., Shultz, S. J., Tourville, T., Holterman, L. A., Slauterbeck, J., Vacek, P. M., et al. (2012). A Prospective Evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a Screening Tool for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *The American journal of sports medicine*, 40(3), 521-6.
- Sutton, K. M., y Bullock, J. M. (2013). Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 21(1), 41–50.
- Uhorchak, J. M., Scoville, C. R., Williams, G. N., Arciero, R. A., St Pierre, P., y Taylor, D. C. (2003). Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(6), 831–42
- UNESCO C. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). revisión. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*. 2008;8(29):62-92.)
- Unesco C. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). REVISIÓN. 2008.

- Vaquero J, Calvo A. Manual de Cirugía Ortopédica y Traumatología. 2ª ed. España: Panamericana; 2010.
- Wagemakers, H. P., Luijsterburg, P. a, Boks, S. S., Heintjes, E. M., Berger, M. Y., Verhaar, J. a, Koes, B. W., et al. (2010). Diagnostic accuracy of history taking and physical examination for assessing anterior cruciate ligament lesions of the knee in primary care. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(9), 1452-9. Elsevier Inc.
- Waldén, Markus, Hägglund, M., Magnusson, H., y Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 19(1), 11-9.
- Wilk, K. E. (2012). Recent advances following anterior cruciate ligament reconstruction: rehabilitation perspectives: Critical reviews in rehabilitation medicine. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 5(1), 59–71.