



**RIDUNAJ**  
Repositorio Institucional  
Digital UNAJ



Universidad Nacional  
**ARTURO JAURETCHE**

Tesinas de Grado

Fionna, Andrea

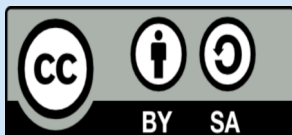
# Programas preventivos de lesiones de ligamento cruzado anterior en el fútbol femenino amateur

2022

*Instituto de Ciencias de la Salud*

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y*

*Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Fionna, A. (2022). *Programas preventivos de lesiones de ligamento cruzado anterior en el fútbol femenino amateur* [Tesis de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2980>



Instituto de Ciencias de la Salud

TESINA

Presentada para acceder al título de grado de la  
carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

*“Programas preventivos de lesiones de  
ligamento cruzado anterior en el fútbol  
femenino amateur.”*

Autora: Fionna, Andrea

Legajo: 36219

Director: Lic. D'Abundo Fernando

Fecha de entrega:

29 de Agosto del 2022

Firma de Autor:

## INDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	2
II.	OBJETIVOS.....	4
	Objetivo General: .....	4
	Objetivos Específicos: .....	4
III.	FUNDAMENTACIÓN .....	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	4
V.	MARCO TEÓRICO .....	6
	V.a Características generales de la articulación de la rodilla.....	6
	V.b El Ligamento cruzado anterior (LCA) .....	7
	V.b.1 Anatomía y estructura .....	7
	V.b.2 Biomecánica del LCA .....	8
	V.b.3 Mecanismo lesional del LCA .....	9
	V.c Fútbol Femenino.....	11
	V.c.1 Epidemiología de la lesión de LCA.....	11
	V.c.2 Factores de riesgo en la mujer.....	13
	V.d Programa Preventivo .....	15
	V.d.1 Principios y pilares .....	15
VI.	ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS .....	18
	VI.a Análisis 1 Markus W. 2012. ....	18
	VI.b Análisis 2 Frank R. 2013. ....	20
	VI.c Análisis 3 Frank R. 2014. ....	23
	VI.d Análisis 4 Laurel A. 2015. ....	24
	VI.e Análisis 5 Julie T. 2016. ....	26
	VI.f Análisis 6 Francisco R. 2017. ....	28
	VI.g Análisis 7 Blanca R. 2017. ....	31
	VI.h Análisis 8 Kay M. 2020. ....	32
	VI.i Análisis 9 Mette Z. 2015. ....	34
	VI.j Análisis 10 Celeste D. 2021. . ....	36
VII.	DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS .....	39
VIII.	RESUMEN DE RESULTADOS .....	48
IX.	CONCLUSION .....	54
X.	REFERENCIAS .....	56

## I. INTRODUCCIÓN

La popularidad del fútbol entre las niñas y mujeres de todas partes del mundo va en aumento, se juega oficialmente en más de 100 países, y la cantidad total de jugadoras a nivel global se puede estimar en alrededor de 30 millones <sup>1</sup>. Este incremento afecta el número de lesiones, en especial las tasas de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA), que en deportes comparables como el baloncesto y el fútbol se han mantenido alarmantemente altas con cambios en las proporciones entre hombres y mujeres durante los últimos 10 años <sup>2</sup>.

Así como en el fútbol profesional, en la práctica amateur, también se observa una alta incidencia lesiva, que repercute en un importante gasto para la salud pública y privada. Al mismo tiempo que, las lesiones producidas a nivel articular, suelen provocar largos períodos de inactividad <sup>3</sup>.

Según Brad Walker, una lesión deportiva es cualquier tipo de dolor o daño físico que se produce como resultado del deporte <sup>4</sup>. Dicho lo anterior, se tiene conocimiento que, en la práctica de fútbol, el tobillo, es la articulación que alberga la mayoría de las lesiones. Sin embargo, la zona más vulnerable, al menos si se hace referencia a lesiones de gravedad, es la rodilla, en particular cuando se sufre una lesión de LCA <sup>3</sup>.

Por otra parte, se ha destacado que su riesgo potencial, se atribuye al gran estrés que genera la combinación de las cargas de flexión, varo-valgo y rotaciones. Este hecho ocurre sobre todo cuando la articulación, se encuentra situada en extensión completa o dentro de los primeros 30- 40° de flexión. En este sentido, los mecanismos lesivos del LCA, que se describen con mayor frecuencia en el fútbol son: el cambio de dirección o las salidas cruzadas combinadas con una acción de desaceleración, la recepción de un salto con las rodillas en extensión o cerca de ellas y el pivotaje sobre una rodilla cercana a la posición de extensión estando la extremidad en carga <sup>3</sup>. Como consecuencia, la tensión producida puede causar una lesión ligamentaria, que varía desde un desgarro menor a uno completo <sup>4</sup>.

En respuesta a la problemática planteada, se han diseñado diferentes programas de prevención de lesiones, basados en ejercicios, que generalmente se enfocan en mejorar la fuerza, el equilibrio y la biomecánica de todo el cuerpo, durante actividades similares a los mecanismos de lesión del LCA <sup>5</sup>.

Es importante resaltar que, autores como, Romero D. y Tous Fajardo J., en su libro “Prevención de lesiones en el Deporte”, publicado en el año 2010, establecen que un programa preventivo, debe tener en cuenta una serie de puntos que se definen como principios y se dividen en dos bloques <sup>3</sup>.

Por un lado, se encuentran los principios de la teoría del entrenamiento deportivo, como la multilateralidad y polivalencia de la carga; la especialización, que se encuentra orientada según cada disciplina deportiva; la individualización y finalmente la alternancia cíclica o periodización.

Por otra parte, la siguiente estrategia preventiva, se basa en el trabajo integrado de pilares neuromusculares, por medio de su intervención en el sistema Propioceptivo-Visual-Vestibular<sup>3</sup>. Es así que, se busca entrenar al deportista, mediante actividades que provean información propioceptiva. También se utiliza la ejercitación de la fuerza, entendida como cualidad neuromuscular, a lo que se suman los ejercicios de coordinación, que influyen positivamente en la activación selectiva de las unidades motoras, necesarias para la realización de una acción. De modo tal que, permitirá adaptar el organismo de la forma más óptima a la mayor cantidad de acciones deportivas y proveerá mayor control y regulación del cuerpo en la realización de un movimiento.

Estos programas preventivos están dirigidos a aumentar los recursos neuromusculares en el deportista, con el fin de minimizar las cargas potencialmente lesivas en la realización de una acción<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta el crecimiento de la participación femenina en el fútbol y a la luz de la ocurrencia y magnitud de las lesiones de rodilla mencionadas precedentemente, es de sumo interés, conocer los diferentes programas que puedan dirigirse a prevenir la problemática mencionada. Por lo tanto, resulta relevante, plantear el siguiente interrogante: ¿Cuáles son los programas de entrenamiento preventivo para la lesión de ligamento cruzado anterior en jugadoras de fútbol amateur?

## II. OBJETIVOS

### Objetivo General:

- ✓ Identificar los programas de entrenamiento preventivo para la lesión de ligamento cruzado anterior en jugadoras de fútbol amateur.

### Objetivos Específicos:

- ✓ Describir los ejercicios prescritos en los programas.
- ✓ Determinar si los programas lograron reducir la tasa de lesión.
- ✓ Reconocer los factores de riesgo que se pretenden controlar con los programas.

## III. FUNDAMENTACIÓN

En razón de que el fútbol femenino amateur, es una práctica creciente y que existen aportes en el campo científico sobre la aplicación de programas de entrenamiento aplicados en el fútbol. Se puede considerar que este trabajo, resultaría de interés para contribuir y ampliar el conocimiento, respecto de las intervenciones preventivas que puedan evitar la alta tasa de lesiones del LCA, aportando información muy importante para intentar dar respuesta a aquellos espacios, clubes e instituciones donde se practica este deporte en forma amateur o no profesional.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada será llevada a cabo mediante una revisión bibliográfica, a través del análisis de la literatura disponible en diferentes libros y bases de datos científicas como PubMed – Scielo – Redal y bases de datos específicas sobre deporte.

Para llevar a cabo la metodología planteada, se utilizarán palabras claves que permitirán realizar una búsqueda más efectiva. Dichas palabras se encuentran en la siguiente tabla:

### Términos para la búsqueda en la base de datos

Palabra	Término libre	Decs	Mesh
#1	Lesiones del ligamento cruzado anterior	Lesiones del ligamento cruzado anterior	"Anterior Cruciate Ligament Injuries"[Mesh]

#2	Programas Preventivos	<b>Programas Preventivos</b>	<b>"Preventive Health Services"[Mesh]</b>
#3	Propiocepción	<b>Propiocepción</b>	<b>"Proprioception"[Mesh]</b>
#4	Mujeres	<b>Mujeres</b>	<b>"Women"[Mesh]</b>
#5	Fútbol	<b>Fútbol</b>	<b>"Soccer"[Mesh]</b>

La estrategia de búsqueda continúa mediante la siguiente combinación de palabras claves:

### **Combinaciones de términos**

<b>Término</b>	<b>Término</b>	<b>Conector</b>	<b>Término</b>
#5	#1	AND	#3
#6	#1	AND	#2
#7	#4	AND	#5
#8	#1	AND	#4

Para poder cumplir con los objetivos propuestos, se establecieron los siguientes criterios específicos de selección:

Criterios de inclusión:

- ✓ Estudios que presentaran la aplicación de programas preventivos de lesión de LCA en fútbol de campo femenino amateur.
- ✓ Trabajos realizados con muestras de mujeres futbolistas de edades comprendidas entre los 12 y los 30 años.
- ✓ Se analizaron artículos de hasta 10 años publicados en español, portugués e inglés.
- ✓ Los mismos debían valerse de muestras superiores a 20 futbolistas que formaran parte de espacios, clubes e instituciones donde se practica este deporte en forma amateur.

## V. MARCO TEÓRICO

### V.a Características generales de la articulación de la rodilla

Es una articulación extensa que une el muslo a la pierna y pone en contacto tres huesos: fémur, tibia y patela (rótula). Si bien, esta articulación se puede considerar como formada por articulaciones yuxtapuestas (femorotibiales y femoropatelar), desde el punto de vista fisiológico no existe sino una sola articulación. Su anatomía está dominada por el hecho de que en ella se realizan movimientos anteroposteriores de flexión y extensión, aún cuando sus superficies articulares le permiten movilidad en otros sentidos. Además, asegura una función estática, en la cual la transmisión del peso del cuerpo a la pierna le exige una integridad y solidez considerables. De allí, la extrema importancia anatómica y funcional de su aparato ligamentoso.

Las piezas óseas se encuentran mantenidas en contacto por la cápsula fibrosa y los ligamentos que la refuerzan. Se distinguen: anteriores, posteriores, colaterales (colateral fibular [peroneo] y colateral tibial) y cruzados. Estos últimos, son dos ligamentos fuertes, situados profundamente. Por su inserción en la tibia, se designan anterior y posterior <sup>6</sup>.

Principalmente es una articulación de un solo grado de libertad – la flexoextensión-, que le permite aproximar o alejar, en mayor o menor medida, el extremo del miembro de su raíz o lo que viene a ser lo mismo, regular la distancia del cuerpo con respecto al suelo. Aunque, de manera accesoria posee un segundo grado de libertad: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna que solo aparece cuando la rodilla está flexionada.

Desde el punto de vista mecánico, esta articulación es un caso sorprendente, ya que debe conciliar dos imperativos mecánicos contradictorios:

- ✓ Poseer una gran estabilidad en extensión máxima, posición en la que realiza esfuerzos importantes, debido al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca.
- ✓ Adquirir una gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria en la carrera y para la orientación óptima del pie en relación a las irregularidades del terreno.

De manera que, resuelve esas contradicciones, gracias a dispositivos mecánicos extremadamente ingeniosos; sin embargo, el poco acoplamiento de las superficies, condición necesaria para una buena movilidad, la expone a esguinces y luxaciones.

En flexión, posición de inestabilidad, la rodilla está expuesta al máximo a lesiones ligamentosas y meniscales.

En extensión es más vulnerable a las fracturas articulares y a las rupturas ligamentosas <sup>7</sup>.

## **V.b El Ligamento cruzado anterior (LCA)**

### **V.b.1 Anatomía y estructura**

Se sabe que los ligamentos adaptan su estructura a la función que deben realizar. Están formados por tejido conjuntivo denso modelado, en el que se encuentran fibras de colágeno y de elastina que constituyen el 90 % de la totalidad del tejido. El comportamiento mecánico de ambos tipos de fibras sometidas a tracción es diferente. Las fibras de colágeno son resistentes a la tracción y se comportan como un material dúctil, mientras que las fibras elásticas son poco resistentes a la tracción y se comportan como un material frágil. Es por ello que, los ligamentos cruzados que se encuentran sometidos a fuerzas importantes, presentan en su estructura un 90 % de fibras colágenas <sup>8</sup>.

Cabe señalar que, el LCA estructuralmente está compuesto por fibras de colágeno rodeadas de tejido conjuntivo laxo y tejido sinovial. Su inervación depende de ramificaciones del nervio tibial y su vascularización es escasa, la cual depende fundamentalmente de la arteria geniculada media. De ahí que, tiene una limitada capacidad de cicatrización tras su lesión o reparación quirúrgica, obligando a realizar técnicas de reconstrucción - sustitución ligamentosa. <sup>9</sup>

Cuando se abre la articulación de la rodilla por adelante, se toma conciencia que los ligamentos cruzados están situados en pleno centro de la articulación, alojándose mayoritariamente en la fosa intercondílea.

El primero que se identifica es el LCA, cuya 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 afuera y 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.

Se encuentra compuesto por tres haces:

- ✓ el haz anterointerno: el más largo, el primero que se localiza y el más expuesto a los traumatismos;
- ✓ el haz posteroexterno: está oculto por el precedente y es el que resiste rupturas parciales;

✓ el haz intermedio.

En conjunto, su forma se muestra torcida sobre sí misma, ya que sus fibras más anteriores sobre la tibia presentan las inserciones más inferiores y más anteriores en el fémur, y sus fibras más posteriores sobre la tibia se insertan en la parte más superior del fémur, aunque todas sus fibras no tengan la misma longitud.

En el fondo de la fosa intercondílea, detrás del LCA, aparece el ligamento cruzado posterointerno.

Es interesante observar, que ambos ligamentos establecen conexiones tan íntimas con la cápsula articular que se podría decir que en realidad no son más que engrosamientos de la misma, y que, como tales, son parte integrante de ella. En un primero momento se ha dicho, solo por comodidad, que la inserción tibial de la cápsula dejaba las inserciones de los ligamentos cruzados fuera de la articulación, cuando en realidad la inserción de la cápsula pasa por la inserción de los ligamentos cruzados.

En una visión posterointerna, tras haber extraído el cóndilo interno y haber seccionado parte de la cápsula, se logró establecer que el LCA se encuentra claramente “incrustado” en la lámina externa del tabique capsular. De igual modo, en una visión pósteroexterna, en las mismas condiciones que la anterior, el ligamento cruzado posterointerno aparece “incrustado” en la lámina interna del tabique capsular <sup>7</sup>.

### **V.b.2 Biomecánica del LCA**

La dirección del LCA, visto en un plano sagital, es oblicuo hacia arriba y hacia atrás, en un plano frontal es oblicuo hacia arriba y hacia afuera y finalmente en un plano horizontal es paralelo al posterior y contactan entre sí a través de su borde axial. En este sentido hay que mencionar además que, existe una diferencia de inclinación entre ambos ligamentos, puesto que se torsionan en sentido contrario, forzados por la orientación perpendicular de sus áreas de inserción. Además, debido a la extensión de las inserciones, todas las fibras no poseen la misma longitud, ya que no se solicita cada fibra al mismo tiempo, por el contrario se trata de un verdadero reclutamiento de las fibras ligamentosas durante el movimiento, lo que hace variar su elasticidad y Resistencia <sup>7</sup>.

En virtud de lo expuesto, resulta que, según la posición de la rodilla, parte de las fibras de cada ligamento estarán en tensión y otra parte relativamente laxas. De manera que, a través

de este tensar y destensar sincrónico, ambos ligamentos ayudan a estabilizarla en diferentes posiciones <sup>8</sup>.

Cuando la rodilla se encuentra en extensión, el LCA se presenta más vertical que el posterior y cuando está flexionada, el posterior horizontalizado durante la extensión, se endereza verticalmente con respecto a la tibia, mientras que el anterior solo se endereza un poco.

Por otra parte, a partir del momento en que la rodilla se encuentra en posición de alineación normal o de una mínima flexión de 30°, los ligamentos cruzados están igualmente tensos, no obstante, cuando la flexión se acentúa a 90° y luego a 120°, el LCA se tensa proporcionalmente menos que el posterior. Por el contrario, en extensión e hiperextensión, todas sus fibras están tensas, de ahí que es uno de los frenos de la hiperextensión <sup>7</sup>.

### **V.b.3 Mecanismo lesional del LCA**

A lo largo de los años se han propuesto múltiples teorías sobre el mecanismo de lesión del LCA. Las primeras investigaciones apuntaban a la fuerza cizallante del cuádriceps como causa principal, produciendo una traslación anterior de la tibia en una posición de semiflexión. Posteriormente, se introdujo la importancia de la carga axial y la hiperextensión como posibles causas de la lesión <sup>10 11</sup>.

Por otra parte, Koga, en el 2010, aplica una nueva técnica de análisis de video en 3 dimensiones que describe con mayor detalle los movimientos y la línea temporal de la lesión. El autor explica cómo el valgo y la rotación interna tibial podrían ser las fuerzas deformantes en la lesión del ligamento. Ésta teoría se ve respaldada en trabajos cadavéricos donde demuestran que la fuerza que somete a mayor tensión al LCA es la abducción pura o combinada con rotación interna tibial <sup>11 12 13</sup>.

Las últimas líneas de investigación toman en cuenta estos conceptos e incorporan el rol del tronco y la cadera en el mecanismo de lesión. El trabajo de Ireland 1999 ya hablaba del comportamiento del pie y la cadera al momento del impacto con el piso y cómo predisponían a la lesión del LCA <sup>11 14</sup>. En esta misma línea, en 2011, Hashemi propone la paradoja de “cadera extendida y rodilla flexionada” como un factor predisponente de lesión <sup>15</sup>.

Hay que mencionar además que en 2015 y 2017, Koga incorpora las ideas de Hashemi sobre el comportamiento de la cadera, el tronco y el tobillo como predisponentes para la lesión. El autor postula como fuerzas deformantes al valgo y a la rotación interna tibial <sup>11 16</sup>.

Por lo que se refiere a la práctica de fútbol, la mayoría de las lesiones del LCA ocurren en situaciones de no contacto. Se calcula que, tanto en hombres como en mujeres, el 70 al 84% serían lesiones sin contacto <sup>11</sup>. Asimismo, en estudios llevados a cabo en futbolistas femeninas, el mecanismo de lesión sin contacto ha resultado ser el más común en esta población <sup>17</sup>.

En cuanto, a la situación de juego en la que se produce la lesión sin contacto del LCA, la bibliografía se enfoca en dos escenarios que involucran la desaceleración brusca: el desmarque y las caídas a una pierna durante el salto <sup>18</sup>. Las dos situaciones producen una desaceleración que genera una carga axial con colapso en valgo y rotación que llevan al fracaso ligamentario. Durante el aterrizaje, la carga axial está originada por la caída y la fuerza de reacción del piso, mientras que en el desmarque, la carga la genera el tronco al continuar su movimiento hacia adelante durante la desaceleración con el pie fijo.

Uno de los mecanismos más comúnmente descritos en las niñas consiste en aterrizar con la cadera y la rodilla extendidas, la rodilla en valgo, la rotación interna de la tibia y el pie en pronación, la llamada “posición sin retorno”. Además, otros autores, propusieron que el mecanismo de las lesiones del LCA sin contacto en las niñas también incluye un control deficiente del tronco, un movimiento lateral del tronco con el cuerpo desplazado sobre la pierna que soporta el peso asociado con un momento elevado de abducción de la rodilla y el colapso de la rodilla medial como componentes esenciales <sup>18</sup>.

Se debe agregar que, el mecanismo lesional involucra no sólo a la rodilla, sino también a la posición del cuerpo del atleta al momento de la desaceleración. En situaciones de juego en las que el deportista no sufre una lesión, al desacelerar, la cadera se flexiona paulatinamente acompañando la flexión de rodilla y pasa de una rotación externa y abducción a una rotación interna, absorbiendo la fuerza de reacción del piso a medida que se flexiona. Esta posición atlética, con inclinación del tronco hacia adelante, acompañado de flexión de caderas y rodillas tiene una función de protección sobre las estructuras ligamentarias de la rodilla <sup>11</sup>.

A pesar de que, las situaciones de juego relacionadas con la lesión están determinadas, los autores proponen que el mecanismo de lesión se ve influido tanto por factores anatómicos del paciente como por factores dinámicos. Dentro de los factores anatómicos, se encuentra el factor óseo que comprende a la geometría articular de la rodilla y respecto a los dinámicos, los trabajos evalúan el comportamiento del tronco, cadera, rodilla y tobillo al momento de

la lesión así como el rol de la contracción del cuádriceps, el valgo, la hiperextensión y la fuerza de reacción del piso.

Finalmente, los trabajos más actuales se basan conceptualmente en la anatomía de los patillos tibiales, en análisis de video en 3D, ensayos cadavéricos y biomecánicos para fundamentar que el mecanismo más frecuente sería en valgo y rotación interna. Al mismo tiempo, los estudios destacan que el valgo asociado a la rotación interna son la combinación que mayor tensión genera en el LCA, considerando que cuando se supera la fuerza que el ligamento es capaz de tolerar, éste sufre su ruptura. Se calcula que esto sucede en los primeros 30 a 50 milisegundos desde el contacto con el suelo <sup>11</sup>.

## **V.c Fútbol Femenino**

### **V.c.1 Epidemiología de la lesión de LCA**

Se estima que las lesiones del LCA, afectan a más de 120.000 atletas en los Estados Unidos cada año, con una incidencia máxima en los años de la escuela secundaria. Dado que, más de la mitad de todos los estudiantes participan en atletismo y las tasas de participación continúan aumentando significativamente, en particular entre las niñas <sup>19</sup>.

Si bien, las lesiones del LCA son comunes entre los atletas adolescentes, el fútbol es el deporte más frecuentemente implicado. Puesto que, es el quinto programa más popular para niños y el cuarto para niñas de los aproximadamente 7.9 millones, con un total combinado de 853,182 estudiantes-atletas en los Estados Unidos <sup>20</sup>.

En efecto, se ha investigado la existencia de un mayor riesgo de lesiones importantes de rodilla en fútbol femenino. Y, en este caso, se ha llegado a la conclusión de que las mujeres tienden a tener lesiones de rodilla en edades más tempranas que los hombres. En trabajos previos, se ha establecido que la edad promedio de las deportistas lesionadas del LCA es de 19 años, en comparación con los 23 años de los futbolistas masculinos <sup>3</sup>.

Varios estudios han confirmado que el sexo femenino tiene un mayor riesgo de lesión del LCA, con grandes muestras recientes en atletas de secundaria, que dieron como resultado un aumento de 2.1 a 3.4 veces en el riesgo de lesión del LCA en mujeres con respecto a hombres en diversos deportes <sup>19 21 22</sup>. Cabe mencionar que, otros estudios también realizados en ésta población, obtuvieron altas tasas de lesión de LCA para deportes comparables al sexo, en especial en el fútbol. Tal es el caso de un estudio realizado durante los años académicos (2007-2008 / 2011-2012) en 9 deportes practicados en 100 escuelas de Estados Unidos

(EE.UU), donde se encontró que el 53,2% de las lesiones del LCA de las niñas y el 17,2% de los niños se produjeron mientras jugaban fútbol. Además, las niñas tenían 2 veces más probabilidades de sufrir una lesión de LCA, mientras jugaban al fútbol que cualquier otro deporte femenino <sup>22</sup>.

También, es de interés aludir un trabajo desarrollado en estudiantes, que no solo incluyó el nivel Secundario, sino también el Universitario. El mismo, se desarrolló en Indiana EE. UU, donde se recabaron datos sobre lesiones y exposición de los atletas, los cuales fueron obtenidos de la Red Nacional de Tratamiento, Lesiones y Resultados Atlético (NATION) y el Programa de Vigilancia de Lesiones (ISP) de la Asociación Nacional de Atletismo Universitario (NCAA) en cinco deportes, durante los años académicos 2009-2010 a 2013-2014. Este dió como resultado que las atletas femeninas sufrieron lesiones del LCA a una tasa mayor que los atletas masculinos tanto en el nivel secundario como universitario en los diferentes deportes evaluados. Sin embargo, a nivel universitario, las tasas más altas de lesiones del LCA específicas del deporte se registraron en el fútbol para las atletas femeninas <sup>23</sup>.

Por otro lado, la literatura actual sobre lesiones del LCA, carece de estudios exhaustivos específicos del fútbol, ya que como se mencionó anteriormente, los trabajos se centran en analizar ésta lesión en múltiples deportes. En este sentido, resulta importante destacar un artículo reciente que solo incluyó en su análisis y recopilación de datos, las lesiones del LCA que ocurrieron durante el fútbol femenino y masculino, en 100 escuelas secundarias de los EE UU desde los años escolares (2007-2008 hasta 2016-2017). Se concluyó que la tasa general de lesiones del LCA fue mayor en las niñas (13,23 / 100.000 EA) que en los niños (4,35 / 100.000 EA). Un EA se definió como, 1 atleta que participa en 1 práctica o competencia autorizada por la escuela <sup>17</sup>.

Las atletas femeninas tenían 16 años de edad.  $\pm$  1,1 años, y los atletas masculinos tenían 16 años.  $\pm$  1,2 años en el momento de la lesión. Mientras que el mecanismo de lesión más común fue la falta de contacto en las niñas (52,7%), el contacto jugador-jugador fue el más común en los niños (48,6%). Asimismo, la literatura anterior ha informado porcentajes similares de lesiones por contacto y sin contacto en niños y niñas, siendo las niñas más comúnmente las que sufren lesiones sin contacto y los niños con más frecuencia las lesiones por contacto en la escuela secundaria y los niveles universitarios <sup>17</sup>.

En conclusión, este trabajo proporciona el análisis más grande y completo hasta la fecha de las lesiones del LCA, con una gran muestra nacional de atletas de fútbol de secundaria durante los 10 años académicos.

Del mismo modo, esta incidencia lesiva se ve reflejada en otras poblaciones femeninas. Por lo que no se puede dejar de mencionar, un estudio significativo realizado en futbolistas españolas durante la temporada 2010-2011, que abarcó la pretemporada y el periodo competitivo, (desde septiembre de 2010 hasta Junio de 2011). La muestra estuvo compuesta por 25,397 jugadoras de fútbol, 12,857 adultas ( $\geq 18$  años) y 12.540 menores de 18 años (Sub-18). Del número total de lesiones notificadas, 222 (11,7%), se clasificaron como lesiones de ligamentos de la rodilla y teniendo en cuenta las lesiones del ligamento de la rodilla en su conjunto, la mayor incidencia de lesión fue en el LCA (87, 39,2%), seguido por el ligamento colateral lateral (79, 35,6%). EL porcentaje de lesiones del LCA fue mayor en las lesiones sin contacto (74, 43%) de 172 lesiones del ligamento de la rodilla sin contacto vs. 13 (26%) de 50 lesiones de ligamentos de rodilla de contacto) <sup>1</sup>.

Diferentes proyectos de investigación han estudiado la epidemiología de las lesiones del fútbol en mujeres de élite y jugadores jóvenes. La mayoría de estas investigaciones se llevaron a cabo con muestras pequeñas, tamaños (1 o varios equipos), y los resultados son principalmente aplicables a futbolistas de alto nivel. Sin embargo esta investigación incluyó un análisis de todas las jugadoras de fútbol de competición en España, por lo que sus resultados podrían ser más aplicables a futbolistas de diferentes niveles y categorías <sup>1</sup>.

### **V.c.2 Factores de riesgo en la mujer**

Un factor de riesgo se define como cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión <sup>24</sup>.

En cuanto al incremento de lesión del LCA, se considera que la causa es multifactorial y los factores de riesgo se han catalogado en: anatómicos, hormonales, biomecánicos y ambientales <sup>25</sup>. Estos factores pueden clasificarse en intrínsecos o extrínsecos, así como modificables o no modificables.

Los factores intrínsecos no modificables incluyen el sexo, las variaciones anatómicas, los antecedentes de lesión previa del LCA y la predisposición genética, mientras que los factores intrínsecos modificables incluyen el índice de masa corporal (IMC), el estado hormonal en el momento de la práctica deportiva, los déficits neuromusculares y las anomalías

biomecánicas. Además los factores extrínsecos, que son modificables, incluyen el entorno de juego, el equipamiento, el nivel de competencia y el tipo de deporte <sup>18</sup>.

A continuación, se detallan los posibles factores de riesgo que pondrían en desventaja a la mujer frente a su homólogo masculino.

✓ *Factores anatómicos*

Las diferencias anatómicas entre el hombre y la mujer pueden ser un factor que contribuya a un incremento en el riesgo de lesión del LCA. Sin embargo, estos factores no son modificables y sobre ellos no se pueden aplicar medidas preventivas.

Se pueden destacar:

- El ancho de la escotadura intercondílea en mujeres es de menor tamaño que en los hombres, sin embargo, esto no ha demostrado diferencias en el riesgo de lesión del LCA.
- El área transversal del LCA es mayor en los hombres, lo que sugiere que un menor diámetro del LCA en mujeres puede ser un factor de riesgo de rotura.
- El ángulo Q, cuyo valor normal es de 8 a 17°, es mayor en la mujer. Este aumento se debe a que generalmente la pelvis de la mujer es más ancha y el fémur más corto o que un ángulo Q elevado aumenta el estrés medial sobre los ligamentos de la rodilla.
- El ángulo entre el tendón rotuliano y la tibia afecta a la fuerza de cizallamiento aplicada <sup>25</sup>.

✓ *Factores hormonales*

El ciclo menstrual y su efecto hormonal pueden contribuir a la laxitud de la rodilla y a la lesión del LCA <sup>26</sup>. Dado que, la síntesis de colágeno puede verse disminuido hasta un 40% por los estrógenos a niveles fisiológicos, y hasta un 50% inducida por niveles farmacológicos de estrógenos <sup>25</sup>.

La investigación ha identificado receptores de estrógeno y progesterona en el LCA, lo que puede sugerir una influencia hormonal en los esguinces de LCA. Múltiples estudios han evaluado la relación entre el ciclo menstrual y el riesgo de lesiones. Si bien algunos estudios han demostrado que la mayoría de las lesiones del LCA en niñas parecen ocurrir en la fase preovulatoria folicular temprana y tardía, otros estudios han mostrado una mayor incidencia durante la fase lútea (postovulatoria) y durante la menstruación <sup>18 27 28 29 30</sup>. En este momento, no hay una respuesta clara al papel del estado hormonal y la participación deportiva en la lesión del LCA <sup>18</sup>. Sin embargo, varios estudios han identificado un mayor riesgo de

ocurrencia de lesión del LCA en la fase folicular / ovulatoria tardía cuando las concentraciones de estrógeno son más altas, potencialmente debido a una mayor laxitud del LCA, lo cual repercute en una reducción de la rigidez de los ligamentos que compromete la estabilidad de la articulación <sup>21 29 31 32</sup>.

✓ *Factores biomecánicos*

El músculo cuádriceps presenta mayor activación muscular durante los esfuerzos en flexión de la rodilla, mientras que los isquiotibiales tienden a relajarse, además en las deportistas al inducir fatiga muscular y realizar maniobras deportivas como aterrizaje con una sola pierna o cambio de dirección en la carrera, se produce una disminución de la flexión de la cadera, incremento de la rotación interna de la misma, incremento del valgo en rodilla y rotación externa de la tibia, lo que lleva a una menor estabilidad de la articulación de la rodilla. En el hombre todo esto es menos frecuente porque tienen un mayor control muscular. La ausencia de este control en la mujer, especialmente en la adolescente, provoca una mayor predisposición de deslizamiento del fémur sobre la tibia y mayor estrés del LCA <sup>25</sup>.

Se debe agregar que, existen factores ambientales, que afectan por igual tanto al hombre como la mujer, por lo que no predisponen a una mayor incidencia en esta última. Entre ellos, se destacan:

- El tipo de calzado, particularmente los zapatos que brindan una mayor resistencia a la torsión con el suelo, como los que tienen un número mayor de tacos, se asocia con una tasa de lesiones del LCA significativamente más alta.
- El tipo de superficie de juego también parece tener un papel en el riesgo de lesiones, especialmente aquellas que causan una mayor fricción de la superficie del zapato. En deportes de interior (p.ej, balonmano), parece haber un mayor riesgo de lesiones para las mujeres que juegan en suelos artificiales (sintéticos) en comparación con los suelos de madera. Mientras tanto, en los deportes al aire libre, jugar sobre césped parece ser menos riesgoso que el césped artificial <sup>18</sup>.

## **V.d Programa Preventivo**

### **V.d.1 Principios y pilares**

A la hora de planificar un programa de prevención de lesiones en el deporte, es importante tener en cuenta una serie de puntos, que se definen como principios y se dividen en dos bloques.

El primero se basa en los principios de la teoría del entrenamiento deportivo, que se han adaptado al trabajo de prevención.

Por otra parte, en el segundo se desarrollan los tres pilares neuromusculares, en los que se tiene que basar la intervención de prevención, sobre todo si se hace referencia a deportes en los que las capacidades coordinativas adquieren la máxima importancia.

A continuación, se comentarán ambos bloques mencionados anteriormente, en los que debe sustentarse un plan de prevención de lesiones en el deporte:

✓ Principios de la planificación de la prevención de lesiones:

- La multilateralidad y polivalencia de la carga: Se debe identificar el conjunto de cualidades físicas más importantes que se deben trabajar con el objetivo de disminuir el riesgo de lesiones, además de tener en cuenta las habilidades técnicotácticas del deporte en cuestión.
- La especialización: Las cargas diseñadas en un plan de prevención han de estar orientadas de forma específica a cada especialidad deportiva. Se deben diseñar tareas con las que se trabaje en condiciones cercanas a la competición.
- La individualización: La prevención ha de adaptarse de forma específica al deportista, a sus tecnopatías más frecuentes, a sus gestos más deficientes, a la mejora de sus cualidades físicas menos desarrolladas y a los requerimientos metabólicos necesarios, entre otras cosas.
- La alternancia cíclica o periodización: Se debe distribuir la multilateralidad de las cargas en el tiempo. También es preciso repetir sistemáticamente dichas cargas y sus variaciones en intervalos de duración variable. Al hablar de prevención, es necesario estudiar la adaptabilidad de la prevención al propio entrenamiento del atleta centrado en su rendimiento deportivo.

✓ Pilares neuromusculares en los que se sustenta el programa de prevención:

- Sistema Propioceptivo-Visual-Vestibular (PVV): Se suele incidir en el trabajo propioceptivo. Para ello hay que eliminar el componente visual del sujeto (es muy difícil disociar el componente vestibular). Es necesario realizar un trabajo con perturbaciones para estimular de forma óptima los receptores propioceptivos, hecho que posibilitará la adquisición de patrones motores mediante la facilitación e inhibición de la musculatura necesaria en cada situación.
- Trabajo de fuerza: Se trata de la cualidad física por excelencia en la prevención de lesiones dentro del ámbito de la competición deportiva. Es preciso diseñar

específicamente su planificación para conseguir las adaptaciones deseadas. Para ello es necesario, entre otros aspectos también importantes, planificar de forma correcta sus distintas expresiones, así como el tipo de combinaciones a realizar, teniendo en cuenta los diferentes tipos de acciones musculares (isométrica, concéntrica, excéntrica). Ligada a esta cualidad, se debe hacer incapié en la propiedad de extensibilidad y elasticidad de la musculatura. Esto va a permitir una mayor deformación muscular y un aumento de la potencia desarrollada, al mismo tiempo que favorece la formación de un músculo capaz de soportar cargas potencialmente lesivas.

- Trabajo de coordinación: Entendida como la capacidad abstracta que permite el control y regulación del cuerpo en la realización de un movimiento. Según dicha definición, esta cualidad únicamente puede ser entendida desde un concepto muy amplio, y su trabajo va a permitir adaptar al organismo de la forma más óptima a la mayor cantidad posible de acciones deportivas. Este trabajo también va a permitir soportar cargas lesivas diversas con mayor éxito <sup>3</sup>.

## VI. ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS INCLUIDOS

A continuación se presenta el análisis de los 10 artículos relevados en el presente trabajo:

### **VI.a Análisis 1 Markus W. 2012. Prevención de lesiones agudas de rodilla en jugadoras de fútbol adolescentes: ensayo controlado aleatorizado por grupos. DOI: 10.1136 / bmj. e3042.**

El presente artículo analizado es el de *Markus Waldén et al*<sup>33</sup>, cirujano ortopédico e investigador del Football Research Group y quien forma parte de la División de Medicina Comunitaria, entre otras instituciones relacionadas con las Ciencias Médicas y de la Salud, el mismo fue publicado en el año 2012 en la revista *The Journal of Investigative Medicine*. Este equipo realizó un ensayo controlado aleatorizado por conglomerado de dos grupos paralelos, cuyo objetivo fue evaluar la eficacia de un programa de calentamiento neuromuscular para reducir la tasa de lesión aguda de rodilla, en particular lesión del LCA en jugadoras de fútbol adolescentes.

Se reclutaron 230 clubes de la serie femenina en ocho distritos regionales de la Federación Sueca de Fútbol, de los cuales 121 pertenecían al grupo de intervención y 109 formaban parte del grupo control. Asimismo, la recopilación de datos se llevó a cabo durante la temporada competitiva que transcurrió desde el 1 de abril al 31 de octubre del año 2009.

Hay que mencionar además que participaron del estudio, 4564 jugadoras de 12 a 17 años, (2479 de 184 equipos en el grupo de intervención y 2085 de 157 equipos en el grupo de control).

Cabe aclarar que, se excluyeron los clubes que no respondieron a la invitación o rechazaron la participación, los que tenían menos de dos sesiones de capacitación por semana y los que ya estaban utilizando un programa de prevención de lesiones. Al mismo tiempo que, se asignaron al azar a todos los clubes que aceptaron participar en un grupo de intervención o de control.

La intervención fue a través de un programa de calentamiento neuromuscular llamado Knäkontroll, que contenía 6 ejercicios centrados en el control de la rodilla y la estabilidad del core. Estos ejercicios consisten en una sentadilla de rodilla con una pierna, un levantamiento pélvico, una sentadilla de rodilla con dos piernas, el banco, la estocada y la técnica de salto / aterrizaje. Cada uno se subdivide en cuatro pasos de dificultad progresiva y un ejercicio en pareja. Los mismos fueron precedidos por 5 minutos de carrera de baja intensidad y tardaron unos 15 minutos en completarse después de la familiarización. En este sentido, para llevar a cabo el programa, se instruyó a los clubes de intervención para que

hicieran los ejercicios durante el calentamiento en dos sesiones de entrenamiento a la semana durante toda la temporada. Las jugadoras comenzaron en el primer nivel de dificultad y pasaron al siguiente nivel cuando los ejercicios se realizaron con buen control según la evaluación del entrenador.

Por otra parte, se reclutaron a 68 fisioterapeutas y ocho médicos del estudio, para que sirvieran de apoyo médico a los clubes. Los terapeutas ayudaron a los entrenadores con la recopilación de datos y registraron las lesiones en los dos grupos. De igual forma que, los médicos colaboraron con los terapeutas para el diagnóstico de lesiones.

Por otra parte, un terapeuta del estudio dió instrucciones prácticas sobre los ejercicios a un entrenador y a un jugador de cada equipo en los clubes de intervención y cada entrenador también recibió un CD-ROM y un folleto con la descripción del programa. Mientras que los entrenadores del grupo control recibieron instrucciones de entrenar y jugar como de costumbre durante la temporada sin ningún cambio.

La vigilancia de las lesiones incluyó un cuestionario de referencia, la asistencia de los jugadores y el registro de las lesiones. Este cuestionario contenía; nombre, número de seguro social, antropometría, menarquía, lesiones agudas de rodilla previas, molestias actuales de la rodilla e historial familiar de lesión del LCA. El entrenador registró el tiempo de juego individual (registrado como minutos de participación real de cada jugadora) y las ausencias (debido a una lesión aguda de rodilla u otras razones) para cada sesión de entrenamiento y partido durante la temporada, en un formulario de asistencia basado en computadora y envió los datos mensualmente por correo electrónico, tanto al terapeuta como a los autores del trabajo.

En cuanto a si una jugadora tuvo tiempo de juego adicional, con un distrito o equipo nacional u otro equipo dentro del club, esto también se registró en el formulario de asistencia. No se registró la participación en otros deportes o actividades de tiempo libre. A demás cada entrenador informó sobre las lesiones agudas de rodilla al terapeuta del estudio, quien evaluó la lesión en persona y la documentó en un formulario de informe de lesiones.

Conviene subrayar que, una lesión aguda de rodilla registrable fue aquella que ocurrió durante un entrenamiento de fútbol o un partido, tuvo un inicio repentino y provocó que una jugadora no pudiera participar plenamente en futuros entrenamientos o partidos (excluidas las contusiones). A su vez, se consideraron las lesiones sin contacto, si ocurrieron sin contacto con otro jugador u objeto (excluyendo la superficie de juego) y se definió una lesión del LCA, como una ruptura parcial o total primera o recurrente del ligamento, ya sea aislada o asociada con lesiones concomitantes de la articulación de la rodilla.

Por otro lado, los entrenadores del grupo de intervención documentaron la ejecución del programa de calentamiento en los formularios de asistencia de las jugadoras para cada sesión de entrenamiento. Simultáneamente, los terapeutas realizaron dos visitas sin previo aviso a cada equipo de intervención para monitorear el cumplimiento y la ejecución del programa. Es necesario aclarar que, se instruyó a los terapeutas para que observaran el comienzo de la sesión de entrenamiento fuera de la vista del entrenador en el campo. De modo tal que, después de haber observado la ejecución del programa de calentamiento, estos corrigieran cualquier error de entrenamiento.

Como resultado de la investigación, durante 278.298 horas de fútbol (intervención 149.214 horas, control 129.084 horas), se produjeron en total 96 lesiones de rodilla, entre ellas 57 fueron de gravedad, incluidas 21 lesiones del LCA, en 21 (0,46%) jugadoras, de las cuales 7 (0,28%) estaban en el grupo de intervención y 14 (0,67%) en el grupo de control. Se debe agregar que, se consideraron todas las lesiones del LCA, independientemente del mecanismo de lesión.

El principal hallazgo en este ensayo, fue que un programa de calentamiento neuromuscular de 15 minutos redujo la tasa general de lesión del LCA, en jugadoras de fútbol adolescentes en un 64%. Al mismo tiempo que, se observó un efecto preventivo para las lesiones graves de rodilla y cualquier lesión aguda de rodilla en las jugadoras que completaron el programa al menos una vez a la semana.

Es importante considerar que los análisis de subgrupos ajustados por jugadoras cumplidoras, es decir, aquellas que en promedio realizaron al menos una sesión de intervención a la semana; (1303 jugadoras en 112 clubes del grupo de intervención, 1967 jugadoras en 106 clubes del grupo de control), mostraron una reducción estadísticamente significativa del 83% en la tasa de lesión del LCA. De igual manera que, los análisis exploratorios de las lesiones del LCA sin contacto, también obtuvieron una reducción significativa a favor del grupo de intervención.

**VI.b Análisis 2 Frank R. 2013. Programa de entrenamiento para mejorar los índices neuromusculares y de desempeño en jugadoras de fútbol de secundaria. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31825423d9.**

Respecto al estudio de *Frank R. Noyes et al*<sup>34</sup>, quien forma parte de la Fundación de Investigación y Educación de Medicina Deportiva de Cincinnati, Ohio, el mismo fue publicado en el año 2013 por la revista *Journal of Strength and Conditioning Research*.

El propósito de esta investigación fue determinar si el programa de entrenamiento de fútbol *Sportsmetrics*, dirigido a la prevención de lesiones del LCA, podría mejorar los índices neuromusculares y de rendimiento en jugadoras de fútbol de secundaria. Además, se planteó la hipótesis de que este programa junto con nuevos ejercicios y simulacros diseñados para mejorar la velocidad, la agilidad, la fuerza general y el acondicionamiento aeróbico, mejoraría la alineación de las extremidades inferiores en una prueba de salto de caída desde un valgo a una alineación más neutral, y aumentaría la agilidad, la altura del salto vertical, la velocidad de carrera y la aeróbica máxima estimada.

Las atletas que participaron en este estudio eran jugadoras de fútbol de secundaria de entre 12 y 18 años.

Si bien, el artículo menciona dos fases de evaluación y entrenamiento, solo se detallará la primera parte, debido a que es inherente a los objetivos de este trabajo de investigación. En este sentido, es loable mencionar que la fase 1, se llevó a cabo durante las temporadas de verano de 2006-2007, donde 62 jugadoras se sometieron a una serie de pruebas aproximadamente 1 semana antes de la primera sesión de entrenamiento, completaron el programa de entrenamiento de 6 semanas y luego completaron la misma serie de pruebas, aproximadamente 1 semana después de la última sesión de entrenamiento. La evaluación involucró un video drop-jump, t-prueba, salto vertical con contramovimiento, salto vertical de aproximación de 2 pasos y una prueba de sprint de 37 m.

El programa de entrenamiento neuromuscular, se llevó a cabo en 3 sesiones semanales los lunes, miércoles y viernes durante 6 semanas. Las sesiones de entrenamiento duraron aproximadamente 90-120 minutos y consistieron en un calentamiento dinámico, entrenamiento de saltos, entrenamiento de fuerza junto con ejercicios de velocidad y agilidad específicos para fútbol, acondicionamiento aeróbico y flexibilidad. Estas sesiones fueron supervisadas por instructores certificados de *Sportsmetrics*, quienes durante el entrenamiento de salto y los ejercicios de velocidad y agilidad, supervisaron a las jugadoras y le indicaron que mantuvieran una alineación general neutral, a través de instrucciones verbales para que las atletas mantuvieran las rodillas y los tobillos separados a la distancia de la cadera y para usar una flexión exagerada de la rodilla y la cadera al aterrizar de un salto, desacelerar y cortar. Por otro lado, el entrenamiento de fuerza enfatizó, la flexión y abducción de la cadera, la musculatura central y abdominal para ayudar en la alineación adecuada de las extremidades inferiores y los patrones de reclutamiento muscular. Este se

realizó en una sala de pesas utilizando máquinas, pesas libres, un sistema de cables y ejercicios de peso corporal.

Conviene subrayar que, el entrenamiento puede realizarse en 15-20 minutos en reemplazo de una parte de la práctica regular de fútbol o lograrse como un programa riguroso de 60 a 120 minutos antes del comienzo de una temporada de fútbol.

Como resultados, se encontraron aumentos estadísticamente significativos en la prueba de salto de caída por video entre las sesiones de prueba preentrenado y posentrenado en la distancia absoluta de separación de la rodilla, como así también en la distancia media normal de separación de la rodilla, lo que indica una alineación más neutral en el aterrizaje. Antes del entrenamiento, la distancia de separación normal de la rodilla era del 60% en el 62% de las participantes y del 61% al 80% en el 38% respectivamente. No obstante, después del entrenamiento, se observó una mejora significativa ya que la distancia normal fue del 60% en solo el 4% de las jugadoras y del 61 al 80% en el 96% restante. De donde resulta que, se detectaron mejoras en la distancia absoluta de separación de la rodilla en el 87% de las atletas y en la distancia normal de separación de rodilla, en el 90%.

Hay que destacar que, en esta fase ninguna jugadora sufrió una lesión que resultó en una pérdida de tiempo de entrenamiento o que requirió atención médica formal.

Para finalizar, este artículo de acuerdo con los hallazgos generales, concluyó que los resultados obtenidos, permiten recomendar la utilización de este programa no solo para la prevención de lesiones del LCA, sino también para la corrección de deficiencias neuromusculares y la mejora de los índices de rendimiento atlético. Dado que, se cree que una alineación en valgo de las extremidades inferiores al caer de un salto es un factor de riesgo potencial para una futura lesión del LCA sin contacto. Además, destaca que la posición de la rodilla en valgo, se ha documentado con frecuencia mediante análisis de video milisegundos antes o después o en el momento de los desgarros del LCA. Por lo tanto, se sugiere que cambiar esta posición de aterrizaje a una alineación más neutra de las extremidades inferiores es un objetivo del entrenamiento neuromuscular en términos de prevención de lesiones del LCA.

**VI.c Análisis 3 Frank R. 2014. Programas de intervención de entrenamiento neuromuscular: ¿Reducen las tasas de lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto en atletas adolescentes? DOI: 10.1016/j.arthro.2013.10.009.**

El presente artículo fue realizado por, *Frank R. Noyes et al*<sup>35</sup>, fue publicado en el 2014 por la revista The Journal of Arthroscopic y participaron del mismo el Centro Ortopédico y de Medicina Deportiva de Cincinnati, el Instituto Noyes Knee Institute y el Hospital Jewish Mercy Health, Cincinnati, Ohio, EE.UU.

El propósito de este estudio fue, identificar programas de intervención de entrenamiento neuromuscular que redujeran significativamente la incidencia de lesiones del LCA, sin contacto en atletas adolescentes.

Su diseño, consistió en una revisión sistemática, que comprendió un periodo desde Enero de 1994 hasta Mayo de 2013. Asimismo, los criterios de inclusión fueron el idioma inglés, ensayos clínicos de todo tipo, evidencia de Nivel I a Nivel IV, atletas adolescentes femeninas, lesiones del LCA sin contacto y tasas de incidencia de lesiones determinadas según la exposición de las atletas. De acuerdo con estos criterios, se seleccionaron 8 artículos que describieron los siguientes programas de intervención: Sportsmetrics, Olsen, Prevent Injury and Enhance Performance (PEP), programa de prevención de lesiones del ligamento de la rodilla, los "11", HarmoKnee, (KIPP) y el programa Walden. A su vez, cuatro de estos programas se llevaron a cabo en los EE. UU, dos en Noruega y 2 en Suecia.

En relación con las muestras, hubo un total de 8,396 atletas entrenadas que tuvieron 519,313 exposiciones, así como 10,091 atletas de control que tuvieron 598,618 exposiciones. La determinación de la exposición varió entre los estudios; 4 estudios indicaron que 1 práctica o juego representaba 1 exposición, 2 investigaciones utilizaron horas reales de práctica o competición y 2 estudios utilizaron cálculos que incluían varios factores para determinar las exposiciones. Es importante considerar que, la totalidad de los estudios incluyeron al fútbol femenino en sus poblaciones, repartidos de la siguiente manera: 4 de los artículos tuvieron poblaciones específicas en fútbol femenino, 3 que compartieron poblaciones con deportes como voleibol y baloncesto y finalmente 1 artículo que incluía junto con el fútbol femenino, otros deportes como hockey, lacrosse, softbol y Balonmano.

El principal hallazgo de esta revisión fue que, 3 programas de intervención de entrenamiento neuromuscular, redujeron significativamente las tasas de incidencia de lesiones del LCA sin contacto en atletas adolescentes. Estos fueron los programas Sportsmetrics, PEP y KIPP, los cuales tuvieron las siguientes poblaciones y lesiones:

✓ Sportsmetrics: En el año (1999), un total de 366 participantes fueron entrenadas, entre ellas 97 jugadoras de fútbol, 185 voleibol y 84 basquetbolistas, donde se obtuvieron 0 lesiones de LCA. Por otra parte, en el grupo control, compuesto por 464 participantes., 193 jugadoras de fútbol, 81 de voleibol y 189 de baloncesto, se detectaron 5 lesiones de LCA. De igual manera, mediante su aplicación en el año (2012), a 700 participantes entrenadas, de las cuales 193 practicaban fútbol, resultó 1 lesión de LCA y en el grupo control de 1120 participantes, 13 lesiones de LCA. El entrenamiento se practicó 3 veces por semana, 20 minutos por sesión y un total de 6 semanas. Las edades de las atletas comprendían entre los 14 y 18 años.

✓ PEP: En el año (2005), de 1885 participantes entrenadas, se registraron 6 lesiones de LCA y en el grupo control de un total de 3818, se obtuvieron 67 lesiones de LCA. El entrenamiento se practicó 3 veces por semana, 20 minutos por sesión, con un total de 12 semanas. Las edades de las atletas comprendían entre los 14 y 18 años. La muestra se compone específicamente de fútbol.

✓ KIPP: En el año (2011). 485 participantes entrenadas, se registraron 2 lesiones de LCA y de 370 participantes del grupo control, se registraron 6 lesiones de LCA. El entrenamiento se practica 3 veces por semana, 60-90 minutos por sesión, con un total de 13 semanas. Las edades de las atletas correspondían a atletas de escuela secundaria. La muestra comparte los deportes de fútbol y baloncesto, sin especificar la cantidad que corresponde a cada actividad.

Las limitaciones de esta revisión sistemática, incluyen las inherentes a la determinación de los resultados de estudios de diseño variable, incluida la frecuencia, la duración y el momento del entrenamiento; cómo se llevó a cabo, supervisó o controló la capacitación; los componentes del programa de formación; y cómo se calcularon los datos de exposición. No fue posible identificar los elementos esenciales del entrenamiento de intervención del LCA que fueron responsables de la reducción de la incidencia de lesiones debido a estas inconsistencias.

**VI.d Análisis 4 Laurel A. 2015. Efectividad de los programas de prevención de lesiones de rodilla y desgarros del ligamento cruzado anterior: un metaanálisis. DOI: 10.1371 / journal. pone.0144063.**

El presente artículo fué desarrollado por *Laurel A. Donnell-Fink et al*<sup>36</sup>, repaldado por Institutos Nacionales de Salud en los EE.UU y publicado en el año 2015 por la revista científica PLOS ONE.

El objetivo de este estudio fué, resumir los efectos del entrenamiento neuromuscular y propioceptivo en la reducción de la lesión de la rodilla y el LCA.

Su diseño consistió en la realización de un metaanálisis, por medio de la búsqueda bibliográfica sistemática de estudios publicados en inglés entre 1996 y 2014. De modo tal que, veinticuatro estudios cumplieron los criterios de inclusión, veinte informaron datos sobre la lesión de rodilla en términos generales y 16 sobre la lesión del LCA.

Por otra parte, quince de los artículos se centraron únicamente en mujeres; cuatro enfocados solo en hombres; tres incluyeron hombres y mujeres, y dos estudios no informaron el sexo de los sujetos. De donde resulta que, 12 estudios se basaron en analizar la prevención de lesiones del LCA en mujeres, respecto de los cuales 3 analizaron deportes como balonmano y floorball, 6 se centraron específicamente en el fútbol femenino y 3 junto a otros deportes como balonmano, voley y baloncesto.

Por lo que se refiere a los programas preventivos, cinco estudios utilizaron un programa de formación de la Federación Internacional de Asociaciones de Fútbol (FIFA), 3 utilizaron un programa de prevención de lesiones y mejora del rendimiento (PEP) o un programa de PEP modificado, 1 utilizó el Programa de capacitación de aceleración Frappier, 1 utilizó el programa de formación preventiva HarmoKnee, otro utilizó el programa de prevención de lesiones de ligamentos de la rodilla (KLIP) basado en pliometría y los 13 restantes, utilizaron programas propietarios.

El metaanálisis actual proporciona evidencia de que el entrenamiento neuromuscular y propioceptivo reduce la lesión de rodilla en general y la lesión del LCA en particular. Hay que mencionar además que los resultados, confirman que el entrenamiento neuromuscular y propioceptivo tiene un efecto protector sobre la incidencia de lesiones de rodilla, incluidas las lesiones de rodilla específicas del LCA. Los análisis mostraron una reducción estadísticamente significativa del 27% en la tasa de lesiones de rodilla y una reducción del 51% en la tasa de lesiones del LCA específicamente.

Es importante tener en cuenta que los resultados del metanálisis informado en este artículo deben considerarse dentro de las limitaciones de los estudios incluidos. Dado que, estos no distinguieron entre lesiones de rodilla o LCA por contacto y sin contacto; por lo tanto, en el análisis principal, se analizaron todas las lesiones del LCA (de contacto y sin contacto), cuando se informaron ambas. Mientras tanto, en un análisis de subgrupos, se examinaron las lesiones del LCA sin contacto exclusivamente y se encontraron resultados comparables, pero el número de estudios que se pudieron incorporar fue limitado. Por otro lado, los programas de prevención de lesiones informados utilizaron los mismos principios subyacentes del

entrenamiento neuromuscular, pero variaron en la forma precisa en que se implementaron estos principios. Por ejemplo, Gilchrist y sus colegas utilizaron el programa Prevent Injury and Enhance Performance (PEP), mientras que Pfeiffer y sus colegas utilizaron el programa Knee Ligament Prevention (KLIP). Ambos programas utilizan ejercicios propioceptivos y neuromusculares, pero difieren en los ejercicios específicos que se utilizan para realizar el entrenamiento (por ejemplo, saltos rectos en comparación con saltos laterales sobre conos de 2 a 6 pulgadas). Otros programas implementaron sus propios regímenes de entrenamiento individual y no utilizaron un programa establecido. Esto puede haber limitado la capacidad para detectar diferencias en la eficacia mediante el entrenamiento de componentes en la metarregresión. Los datos sobre el cumplimiento de los programas de formación no se informaron sistemáticamente ni se dispusieron fácilmente. La mayoría de los artículos (56%) analizaron e informaron datos solo sobre participantes que completaron el estudio en comparación con todos los que comenzaron el estudio. Finalmente, es posible que el entrenamiento de prevención de lesiones tenga un mayor impacto en deportes específicos, como el fútbol o el balonmano, donde ocurren más cortes y pivotes.

**VI.e Análisis 5 Julie T. 2016. Efectos biomecánicos de un programa de prevención de lesiones en deportistas de fútbol preadolescentes. DOI: 10.1177 / 0363546516669326.**

El presente artículo corresponde a *Julie A. Thompson et al*<sup>37</sup>, fue publicado en el año 2016 y se llevó a cabo en la Universidad de Stanford, California EE. UU.

Este equipo llevó a cabo un estudio de laboratorio controlado, cuyo propósito fue investigar los efectos del programa de calentamiento de la prevención de lesiones FIFA 11 +, sobre los cambios en los factores de riesgo biomecánico para la lesión del LCA en jugadoras de fútbol preadolescentes. En este sentido, plantearon la hipótesis de que el factor de riesgo primario de lesión del LCA sin contacto, sería el momento en que se produce el pico en valgo de la rodilla, durante el aterrizaje, lo cual mejoraría después del entrenamiento. Además, exploraron otras variables cinemáticas y cinéticas asociadas, como la combinación de aducción y rotación interna de la cadera, valgo de la rodilla, rotación externa tibial y eversión del tobillo; ya que juntos, pueden crear un "valgo dinámico de rodilla" y aumentar así el riesgo de lesiones del LCA.

En relación con la población de este estudio, se reclutaron un total de 51 atletas de 10 a 12 años de clubes de fútbol local y se las colocó en un grupo de intervención (n = 28) y un grupo de control (n = 23).

Se practicaron pruebas previas a la intervención, donde se colocaron 36 marcadores retrorreflectantes, un sistema de captura de movimiento óptico de 8 y se sincronizaron con mediciones de 3 placas de fuerza montadas en el piso. Se debe agregar que cada participante realizó una prueba inicial de calibración estática y de pie, luego completaron 2 tareas de salto y aterrizaje desde una caja de 30 cm en orden aleatorio: salto con dos piernas y salto con una sola pierna en la extremidad dominante. Posteriormente, al completar las tareas de salto, las participantes realizaron 2 tareas de corte (desaceleración en forma repentina): planificadas de antemano y no anticipadas, es así que para ambas tareas, las jugadoras realizaron un corte de carrera, esquivando su extremidad dominante a aproximadamente 45 de la línea de aproximación.

El programa se inició aproximadamente 2 semanas después de las pruebas previas a la intervención, que se realizó durante la temporada de fútbol y consistió en 15 sesiones (aproximadamente 2 por semana durante 7-8 semanas). Asimismo, a cada sesión se le asignaron aproximadamente 25 minutos y reemplazó el calentamiento estándar de cada equipo de intervención antes del inicio de la práctica regular.

Acerca del programa, este consta de 3 componentes: (1) 6 ejercicios de carrera a velocidad moderada combinados con estiramiento dinámico y contacto controlado con un compañero; (2) 6 ejercicios dirigidos a la fuerza, el equilibrio y las técnicas de salto con 3 niveles de dificultad creciente; y (3) 3 ejercicios llamados drills, para corregir una determinada habilidad y culmina con carrera de alta velocidad. Se debe agregar que, las atletas progresaron al siguiente nivel de dificultad de un ejercicio, una vez que demostraron la forma correcta de realización durante toda su duración. Para ello, un mínimo de 1 de cada 4 miembros del personal investigador capacitado, asistió a cada sesión de capacitación y proporcionó comentarios sobre la técnica adecuada. Finalmente, una vez terminada esta fase de intervención, las atletas volvieron a participar en las pruebas de laboratorio.

Como resultado, se obtuvo que las atletas que participaron en el programa, mejoraron el momento pico en valgo de rodilla en comparación con los atletas de control, debido a que se produjo una reducción de 3,62 a 3,05% durante el salto a dos piernas. De igual modo, resultó una mejora en el grupo de intervención respecto de las variables secundarias investigadas, ya que la eversión máxima del tobillo mejoró durante la mayoría de las actividades en comparación con el grupo de control. Es decir, que el grupo de intervención disminuyó los ángulos máximos de eversión del tobillo durante el corte no anticipado, como así también de los momentos máximos de eversión del tobillo durante el corte planificado previamente, corte no anticipado y el salto a dos piernas. Sin embargo, no se obtuvieron mejoras durante

el salto con una sola pierna.

Por otra parte, una mejora en el momento pico de eversión del tobillo coincidió con una mejora en el momento pico en valgo de la rodilla solo en la tarea de salto con dos piernas, por lo que habría una posible asociación entre la eversión del pie y el valgo de la rodilla en los aterrizajes con dos piernas. Sin embargo, el efecto exacto de la biomecánica del pie sobre el riesgo de lesión del LCA, particularmente en la atleta preadolescente, sigue siendo desconocido y merece una mayor investigación.

En conclusión, el presente estudio sugiere que el FIFA 11+, puede ser eficaz para mejorar el momento pico en valgo de la rodilla, un factor de riesgo de lesiones del LCA, durante un salto a dos piernas en atletas preadolescentes.

#### **VI.f Análisis 6 Francisco R. 2017. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literature. DOI: 10.6018/300451.**

Este estudio fué llevado a cabo por *Francisco Javier Robles-Palazón y Pilar Sainz de Baranda*<sup>38</sup>, en la Universidad de Murcia, Facultad de Ciencias del Deporte y publicado en el año 2017 por la revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte SPORT TK.

El mismo corresponde a una revisión sistemática sobre los principales programas de prevención de lesiones de la extremidad inferior en jóvenes deportistas (<19 años).

Dicha revisión analizó 5 programas preventivos, los cuales se detallan a continuación:

✓ FIFA 11+

Es un programa multicomponente, que incluye varios ejercicios dinámicos y que están focalizados en los principales factores de riesgo intrínsecos y modificables de las lesiones que acontecen en las extremidades inferiores. El protocolo se divide en tres apartados: (1) ejercicios de carrera a baja intensidad, (2) fuerza, pliometría y equilibrio, y (3) ejercicios de carrera combinados con movimientos específicos del fútbol, que suman un total de 15 ejercicios y cuya duración aproximada de su completa implementación es de 20 minutos. Su aplicación con una frecuencia mínima de dos veces a la semana durante al menos 3 meses consecutivos ha mostrado efectos positivos sobre la tasa de incidencia lesional en mujeres jóvenes futbolistas. Sin embargo, estos resultados obtenidos por, Soligard et al., en el 2008 y Steffen et al., en el 2013), hacen alusión de datos favorables respecto a la disminución de lesiones agudas de rodilla y en general, sin especificar al LCA entre ellas.

✓ Harmoknee

Este programa focaliza la atención en la mejora de los principales factores de riesgo modificables de las lesiones de rodilla, y más específicamente en aquellos relacionados con los desgarros y rupturas del LCA, (estabilidad dinámica global de la extremidad inferior, control de la rodilla durante acciones de salto y caída, fuerza excéntrica, rango de movimiento articular, entre otros). En este sentido, se trata de un programa multicomponente, compuesto por 5 apartados o bloques de ejercicios bien definidos y seleccionados de acuerdo a la evidencia científica existente. Hay que mencionar además que, su popularidad en el mundo del fútbol ha experimentado un enorme crecimiento en los últimos años gracias a su sencillez, austeridad de los recursos materiales, (no precisa de material adicional) y temporales (duración total de su implementación de 20-25 minutos) que se necesitan para su puesta en marcha. Por otro lado, la eficacia en términos de disminución de la incidencia lesional de la rodilla y concretamente en lesiones sin contacto en esta articulación, solo ha sido comprobada por un único estudio, realizado por Kiani et al., en el año 2010, en 1506 mujeres jugadoras de fútbol de 13-19 años, donde resultaron 16 lesiones de rodilla en total, de las cuales en el grupo de intervención de 777 jugadoras, no se registraron lesiones del LCA y en el control de 729 jugadoras, se obtuvieron 2 lesiones en total. De modo tal que, la participación en este programa, que tuvo una frecuencia de aplicación de 1-2 veces por semana, redujo la incidencia de lesiones de rodilla en un 77% y las lesiones sin contacto en un 90% entre las jugadoras de fútbol.

✓ Knäkontroll

Es un programa de calentamiento estructurado diseñado para disminuir las lesiones agudas de rodilla en jóvenes que se desempeñan en deportes de equipo. Combina 6 ejercicios centrados especialmente en contenidos de fuerza y en el control de la correcta alineación de la rodilla: (1) sentadilla unipodal, (2) puente lumbar dinámico, (3) sentadilla bipodal, (4) plancha frontal, (5) zancadas, y (6) técnica de salto y caída. Más aún, cada ejercicio presenta una variante para realizar en parejas, que puede ser utilizada de manera intermitente con el objetivo de favorecer su adherencia y variabilidad a través del componente lúdico. Previo a la aplicación de estos ejercicios, se recomienda realizar 5 minutos de carrera continua a baja intensidad. Por lo tanto, la duración aproximada su completa implementación es de 20 minutos y su frecuencia de aplicación es de 2 veces por semana.

Con respecto a la incidencia lesional en el deporte, los datos aportados parecen positivos; Waldén, Atroshi, Magnusson, Wagner, & Hägglund (2012), mostraron una reducción del 64% de la lesión de LCA en mujeres adolescentes futbolistas.

✓ PEP (Prevent Injury, Enhance Performance)

Este programa tiene por objetivo combatir activamente determinados déficits que puedan presentar jóvenes jugadoras de fútbol (14-18 años) y que impliquen un incremento del riesgo de lesión en la articulación de la rodilla, en general y en el LCA en particular. Para ello, cuenta con 5 apartados que presentan, a su vez, un total de 19 ejercicios cuyos contenidos principales son la carrera, la flexibilidad, la fuerza, la pliometría y la agilidad. La duración total de su aplicación es de 15-20 minutos. También, se agregaron 5 ejercicios adicionales llamados “ejercicios alternativos de vuelta a la calma”, estos son: (1) puente lumbar unipodal alternando pierna de apoyo, (2) encorvamiento abdominal, (3) estiramiento lumbar mediante rodillas al pecho, (4) estiramiento del piriforme y (5) estiramiento de aductores. Estos ejercicios podrían situarse, por tanto, como elementos finales dentro del programa preventivo si este se realiza en sesiones aisladas al entrenamiento habitual del deportista, o como vuelta a la calma post-entrenamiento si el programa se desarrolla como calentamiento previo a la práctica deportiva regular.

El cumplimiento de su objetivo principal, ha sido estudiado por Mandelbaum et al. en el año 2005, en mujeres jugadoras de fútbol, mostrando reducciones significativas del número de lesiones del LCA en aquellas deportistas que sustituyeron su programa de calentamiento habitual por este programa preventivo.

✓ KIPP (Knee Injury Prevention Program)

Tiene por objetivo disminuir el número de lesiones de LCA entre las poblaciones deportistas. Para ello, el programa cuenta con una amplia variedad de ejercicios que combinan el trabajo de contenidos como la movilidad dinámica, la fuerza, la pliometría y la agilidad.

Por otra parte, los efectos derivados de la aplicación sistemática de este programa como calentamiento previo a la práctica deportiva sobre la incidencia lesional parecen ser positivos. Los resultados obtenidos por LaBella et al. en el año 2011, mostraron una reducción significativa de las lesiones producidas en la extremidad inferior en jugadoras de fútbol y baloncesto. Mientras tanto, los datos en cuanto a la reducción de la lesión de LCA (lesión objetivo del programa), también fueron positivos para el grupo de intervención; mientras que el porcentaje de lesión de LCA del grupo KIPP fue de 0.07 lesiones/1000h de exposición, el grupo control obtuvo 0.26 lesiones/1000h de exposición.

Tras el análisis de los estudios, este artículo concluyó que los programas FIFA 11+ y el Knäkontroll, son los más recomendados, debido a que ambos han demostrado ser muy efectivos, presentan varios niveles de progresión (entre 3 y 4), que favorecen su adaptación al contexto de aplicación y, en base al número (entre 6 y 15 ejercicios), los tipos de ejercicios (no requieren de material adicional) y duración (10- 20 min), facilitan su implementación de manera regular durante el entrenamiento. Sin embargo, como se aclaró anteriormente, el programa FIFA 11+, no especificó en los resultados de los estudios en que se aplicó, reducción de lesiones del LCA. De manera que, resulta importante destacar al resto de los programas incluidos, (Harmokee, Knakontroll, PEP y KIPP), debido a que tuvieron resultados favorables en cuanto a la reducción de la lesión del LCA en mujeres futbolistas.

**VI.g Análisis 7 Blanca R. 2017. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. DOI: 10.5232/ricyde2017.04803.**

El presente artículo corresponde a *Blanca Romero-Moraleda et al.*<sup>39</sup>, fué publicado en el año 2017, por la Revista Internacional de Ciencias del Deporte (RICYDE) y se llevó a cabo en la Facultad de Salud, Universidad Camilo José Cela de España.

Este estudio corresponde a una revisión sistemática, cuyos objetivos fueron analizar las causas y factores de riesgo de la lesión del LCA y los resultados que presentaron los diferentes programas de prevención aplicados especialmente en el fútbol femenino, para disminuir el riesgo de lesión. En relación con la cantidad de artículos, 19 fueron incluidos, respecto de los cuales, se establecieron los siguientes criterios de inclusión: artículos publicados entre 1999 y 2016, cuyo diseño de estudio fueron ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y meta-análisis en inglés o castellano.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos por dicha revisión, en relación con los programas preventivos dirigidos a disminuir la lesión de LCA en el fútbol femenino:

✓ El PEP Program (Prevent Injury and Enhance Performance Program), resultó ser un programa sencillo que no requiere material, ni mucho tiempo de aplicación en la sesión, debido a que puede servir como calentamiento al inicio. Dos estudios prospectivos donde realizaron la aplicación del programa durante 12 semanas y durante dos temporadas, respectivamente, obtuvieron una disminución significativa de la incidencia de lesión del LCA con respecto al grupo control (Gilchrist y col., 2008; Mandelbaum y col., 2005). Gilchrist y col. (2008) disminuyeron la incidencia lesional un 70%, mientras que

Mandelbaum y col. (2005) obtuvo una reducción del 88% en la primera temporada de aplicación del programa y un 74% de lesión del LCA en el segundo año.

✓ El estudio de Kiani, Hellquist, Ahlqvist, Gedeberg y Byberg, (2010), trató de comprobar la eficacia del programa HarmoKnee, consistente en ejercicio de control corporal, activación muscular, fuerza, equilibrio y trabajo del core. Tras 9 meses de intervención en 49 equipos de jugadoras entre 13 y 19 años, donde comprobaron un 90% menos de incidencia lesional que en el grupo control, donde se reportaron que de las 5 lesiones del LCA, todas ocurrieron en el grupo control.

✓ Otro de los programas preventivos evaluados fue el KIPP (Knee Injury Prevention Program), basado en un programa neuromuscular que incluía ejercicios de fortalecimiento, pliometría, equilibrio y agilidad incidiendo en la flexión de miembros inferiores y en una correcta amortiguación del salto evitando el valgo de rodilla. Así mismo, el trabajo de LaBella y col. (2011), mostró una reducción del 65% de las lesiones de no contacto tras la realización del KIPP Program, durante 6 semanas en pretemporada. Sin embargo, el estudio de Pfeiffer y col. (2006), donde aplicaron el KLIP Program no consiguieron disminuir la incidencia lesional del LCA en el grupo de intervención comparado con el grupo control.

✓ Finalmente, el programa llamado Acceleration Frappier, llevado a cabo en una escuela secundaria de Ohio, por Heid en el año 2010, con un total de 300 jugadoras de 14 y 18 años, indicó que en el grupo intervención se registró 2,4% de lesiones y el control 3,1%, ambos con y sin contacto. Este programa de formación combina acondicionamiento cardiovascular específico del deporte, trabajo pliométrico, ejercicios de cordón deportivo, entrenamiento de fuerza y ejercicios de flexibilidad para mejorar la velocidad y la agilidad.

Se puede destacar que los programas de prevención analizados, muestran efectividad realizándolos un mínimo de 2 veces/semana, entre 20-30 min. La duración media de los programas analizados es de 4-9 semanas, con el fin de mostrar los resultados a nivel estadístico, sin embargo, la aplicación de estos programas debe ser durante toda la temporada.

**VI.h Análisis 8 Kay M. 2020. Hacer el fútbol más seguro para las mujeres: una revisión sistemática y un metanálisis de los programas de prevención de lesiones en 11 773 jugadoras de fútbol. DOI: 10.1136 / bjsports-2019-101587.**

El presente artículo fue realizado por, *Kay M Crossley et al* <sup>40</sup>, directora del Centro de Investigación en Medicina del Deporte y el Ejercicio de La Trobe en Australia y publicado en el año 2020, por la revista médica The British Journal of Sports Medicine (BJSM).

Su diseño, consistió en una revisión sistemática y metaanálisis, en el cual se reclutaron 9 fuentes de datos en agosto del 2019. En el mismo, se llevaron a cabo búsquedas que combinaron términos relacionados con mujeres futbolistas, programas de prevención de lesiones y ensayos controlados aleatorios. En este sentido, los criterios de selección específicos fueron: ensayos controlados aleatorios, cualquier tipo de programa de prevención de lesiones (por ejemplo, ejercicio, educación, aparatos ortopédicos) y un grupo de control que no estuvo expuesto a la intervención; un mínimo de 20 futbolistas en cada grupo de estudio (cualquier edad, categoría de fútbol o nivel de participación) e informe de incidencia de lesiones.

El objetivo general fue revisar sistemáticamente el efecto de cualquier tipo de programa de prevención de lesiones en la reducción de la incidencia general de lesiones en el fútbol femenino.

Por otra parte, los objetivos secundarios fueron:

- ✓ Examinar el efecto en la reducción de la incidencia de lesiones del LCA, rodilla, tobillo, cadera/ingle e isquiotibiales;
- ✓ Describir los componentes del entrenamiento basado en el ejercicio (por ejemplo, fuerza, equilibrio) incluidos en cada programa y explorar la relación entre el número de componentes del entrenamiento y la incidencia de lesiones;
- ✓ Reportar la incidencia de lesiones en las extremidades de las futbolistas.

Los datos extraídos de los estudios fueron; el número de participantes (total y por brazo de estudio); las características de las participantes (edad); las fuentes de reclutamiento de las participantes y la ubicación de los estudios; los detalles de la intervención (tipo, frecuencia, duración de las sesiones) y los resultados de las lesiones (número de lesiones, horas de exposición).

Por lo que se refiere al objetivo principal, se extrajo el número de lesiones para las "lesiones generales" informadas y en cuanto a los objetivos restantes, se obtuvo el número de lesiones en regiones específicas de las extremidades inferiores, incluidas entre ellas las del LCA.

En relación con el tamaño de la muestra, ésta osciló entre 43 y 4564 participantes analizadas. Mientras que, se incluyeron 12 estudios que examinaron el fútbol, de los cuales, siete se realizaron en Europa y cinco en América del Norte. La mayoría (9/12) involucraron equipos de adolescentes (<18 años), con seis estudios en equipos basados en clubes (menores de 9 a

18 años) y tres en escuelas. Además, uno fué en equipos universitarios (edad promedio de 18 - 19 años) y cuatro estudios incluyeron atletas de deportes distintos al fútbol o participantes de fútbol masculino y femenino juntos.

Como resultado se obtuvo que para las lesiones en general, se encontraron pruebas de bajo nivel, aunque que hubo una reducción general del 22% en los grupos de intervención en comparación con los grupos de control para los programas basados en ejercicios, de un total de 11773 participantes.

En cuanto a las lesiones del LCA en el fútbol, hubo una reducción significativa del 45% al examinar 5 estudios de entrenamientos basados en ejercicios neuromusculares de componentes de entrenamiento múltiples (fuerza, pliometría, equilibrio, movilidad, agilidad y carrera), con un total de 8973 jugadoras. Sin embargo, cuando se incluyó un estudio, que sólo aplicó un componente en el entrenamiento (equilibrio), esta reducción no fue significativa en un 38%.

Como conclusión, este metanálisis informó que, en el fútbol femenino, hay evidencia de bajo nivel de que los programas multicomponente basados en el ejercicio reducen las lesiones generales en un 27% y del LCA en un 45%. Habría que decir también que, las tasas de reducción no tuvieron tanto éxito (22% y 38%, respectivamente) cuando se incluyeron programas de un solo componente. Simultáneamente, estos resultados son consistentes con las tasas de reducción de lesiones del LCA del 41% al 59% en todos los atletas (hombres y mujeres) y la reducción del 39% al 60% reportada para las lesiones del LCA en varias poblaciones deportivas femeninas.

**VI.i Análisis 9 Mette Z. 2015. Efectos del entrenamiento de prevención basado en la evidencia sobre los factores de riesgo neuromusculares y biomecánicos para la lesión del LCA en atletas adolescentes: un ensayo controlado aleatorizado. DOI: 10.1136 / bjsports-2015-094776.**

Este estudio fue llevado a cabo por *Mette K. Zebis et al*<sup>41</sup>, en el Departamento de Fisioterapia y Terapia Ocupacional, Facultad de Salud y Tecnología, Universidad Metropolitana de Copenhague, Dinamarca.

Su objetivo fue, investigar respecto de los efectos del entrenamiento para la prevención de lesiones en las extremidades inferiores basado en la evidencia sobre factores de riesgo neuromusculares y biomecánicos para la lesión del LCA sin contacto.

Se elaboró un ensayo controlado aleatorizado en un colegio deportivo de fútbol y balonmano, donde participaron 40 jugadoras adolescentes de fútbol y balonmano (15-16 años), quienes fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de control (CON, n = 20) y a un grupo de entrenamiento neuromuscular (NMT, n = 20). El grupo NMT realizó un programa de prevención de lesiones como calentamiento antes de su entrenamiento habitual 3 veces por semana durante 12 semanas. El grupo CON completó su programa regular de ejercicios de calentamiento antes del entrenamiento. Se evaluó a las jugadoras mientras practicaban un movimiento de corte lateral al inicio y a las 12 semanas de seguimiento, para lo cual se utilizó electromiografía de superficie (EMG) y análisis de movimiento tridimensional.

El programa NMT utilizado en este estudio fue desarrollado por el personal médico del Centro de Investigación de Traumas Deportivos de Oslo y el cuerpo técnico de la Federación Noruega. El mismo estaba compuesto por ejercicios que involucraban tablas oscilantes, colchonetas de equilibrio y balones (fútbol y balonmano). Además, incluía niveles de dificultad progresivamente creciente y cada sesión de entrenamiento consistía en tres ejercicios y se instruyó a los jugadores para que pasaran de 4 a 5 minutos en cada estación de trabajo, lo que dio una duración total de la sesión de aproximadamente 15 minutos. Asimismo, se implementó tres veces por semana y se supervisó durante todo el período de intervención, con un total de 12 semanas.

Dentro de este marco, el objetivo principal de los ejercicios era mejorar la conciencia corporal y el control motor en la cadera, las rodillas y los tobillos al estar de pie, correr, cortar de lado, saltar y aterrizar. De modo tal que, se plantearon dos hipótesis; por un lado, se disminuiría la magnitud de la preactividad diferencial VL (Vasto lateral) y ST (Semitendinoso), desde el inicio hasta el seguimiento durante un movimiento de corte lateral estandarizado, en comparación con el entrenamiento habitual (control, CON). Y por el otro, el entrenamiento profiláctico conduciría a una disminución del momento y el ángulo en valgo de la articulación de la rodilla en comparación con el grupo CON.

El resultado primario fue la preactividad neuromuscular de los cuádriceps (VL), menos la preactividad de los músculos isquiotibiales (ST), durante un movimiento de corte lateral estandarizado, medido a través de EMG.

Por otra parte, las variables de resultado secundarias fueron:

1. Preactividad de los músculos ST, VL y bíceps femoral (BF) durante el corte lateral, medida mediante EMG.
2. Ángulo de valgo de la articulación de la rodilla en contacto inicial (IC) y momento de

valgo máximo medido con análisis de movimiento tridimensional (3D).

3. Fuerza muscular de los isquiotibiales medida con dinamometría manual.

De todo esto se desprende que, doce semanas de NMT en jugadoras adolescentes de fútbol y balonmano, dieron como resultado una elevación del tendón de la corva medial (ST) versus preactividad de los músculos cuádriceps lateral (VL). De modo tal que, el patrón elevado de reclutamiento de los músculos Isquiotibiales, puede proteger contra lesiones del LCA sin contacto. En sentido opuesto, en el caso del grupo CON, el diferencial de preactividad VL-ST EMG aumentó a favor del músculo cuádriceps (VL) y este patrón se asocia con un mayor riesgo de lesión del LCA.

En relación con las lesiones ocurridas durante el periodo de estudio, el grupo NMT, registró una lesión en la extremidad inferior (rodilla), (incidencia de lesión, 5%). En el grupo CON se registraron 7 (4 tobillos y 3 rodillas) lesiones en extremidades inferiores, (incidencia lesional, 35%). En concordancia, la diferencia en la incidencia de lesiones fue estadísticamente significativa ( $p = 0,04$ ).

Para concluir, este artículo establece que el programa de prevención de lesiones de 12 semanas, combinado con entrenamiento continuo y partidos en atletas adolescentes, mejoró las estrategias de activación neuromuscular durante el corte lateral. Hubo una disminución relativa en la preactividad de VL-ST (es decir, hacia el dominio de los isquiotibiales) y un aumento en la preactividad del agonista del LCA (tendón de la corva medial, ST) durante el movimiento de corte lateral. Por consiguiente, refleja una estrategia motora más protectora del LCA en esta población de alto riesgo.

#### **VI.j Análisis 10 Celeste D. 2021. Cambios biomecánicos durante un corte de 90° en futbolistas universitarias con participación en el 11+. DOI: 10.26603 / 001c.22146.**

El presente artículo analizado corresponde a *Celeste Dix et al*<sup>42</sup>, el mismo fue publicado en la revista *The international journal of sports physical therapy*.

El propósito de este estudio fue, determinar si la participación en el 11+ conduce a cambios en la biomecánica de la cadera y la rodilla durante un corte de 90° específico de fútbol. Más precisamente, los objetivos fueron determinar si la participación condujo a cambios en el momento máximo de abducción de la rodilla y los componentes del colapso en valgo: ángulo de aducción de la cadera, ángulo de rotación interna de la cadera y ángulo de abducción de la rodilla.

Se reclutaron sesenta y nueve atletas de tres equipos de fútbol femenino de división 1 y división 2 de la National Collegiate Athletic Association (NCAA) en EE.UU. De las cuales

cuarenta y seis participantes completaron el análisis de movimiento de pretemporada y posttemporada. Por su parte, los equipos de intervención completaron el 11+ al menos tres veces por semana durante la pretemporada y durante la temporada de fútbol de la NCAA.

Para la tarea de corte unilateral de 90°, las participantes plantaron su pie en la plataforma de fuerza y giraron 90° hacia el lado contralateral. También, a las jugadoras se les dio una demostración de la tarea e instrucciones verbales para, “Corra hacia adelante, plante su pie hacia adelante, gire 90 ° y manténgase corriendo”. Cabe aclarar que, solo se aceptaron para el análisis de datos los ensayos con un apoyo completo del pie en la plataforma de fuerza. Debido a que el ángulo del pie en el contacto inicial varió un poco entre las jugadoras, para garantizar que completaran un corte de 90 °, se rechazaron las pruebas si el pie tenía más de 45 ° de rotación interna.

Por otra parte, se analizaron los ángulos máximos de aducción y rotación interna de la cadera y los ángulos máximos de abducción de la rodilla y los momentos externos. Los momentos se normalizaron a la masa corporal x altura de cada participante. Además, se utilizó una medida compuesta para analizar los cambios en el valgo de la extremidad inferior, que denominaron "colapso en valgo de la rodilla". Dado que el colapso en valgo es una combinación de aducción de cadera, rotación interna de cadera y abducción de rodilla, se evaluó en el ángulo máximo de flexión de rodilla como medida global.

En cuanto a los resultados obtenidos, el grupo de intervención demostró una reducción estadísticamente significativa en el ángulo de aducción de la cadera no dominante, un componente del colapso en valgo y una disminución clínicamente significativa en el valgo de la rodilla en la extremidad no dominante. Al mismo tiempo, se observaron reducciones en el ángulo de rotación interna de la cadera dominante y no dominante que excedieron el cambio detectable más pequeño (SDC). No obstante, estos cambios se observaron tanto en los participantes del grupo de intervención como en el de control, por lo que no pueden atribuirse a la participación en el 11+.

Resulta importante destacar, que el grupo de intervención demostró una disminución de 7,1° en el colapso de la rodilla en valgo. Aunque este cambio no alcanzó significación estadística, superó el SDC de 6,4 °, lo que indicaría que es probable que se trate de un verdadero cambio biomecánico. Por lo tanto, esta disminución del colapso en valgo en la extremidad no dominante puede indicar un efecto biomecánico positivo del 11+, especialmente en el contexto de una tarea deportiva específica como cortar.

Para finalizar, este estudio agrega que una reducción del colapso en valgo con un ángulo de corte más alto, como un corte de 90°, puede ser especialmente ventajoso para reducir las

lesiones del LCA. Sin embargo, se necesita más investigación para determinar si este cambio en la biomecánica también se corresponde con una tasa reducida de lesión del LCA.

## VII. DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS

KNÄKONTROLL				
DURACION TOTAL 15 MINUTOS				
EJERCICIOS	NIVELES DE PROGRESION			
	A	B	C	D
	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION	DESCRIPCION
Sentadilla unipodal	Manos en la cadera. 3x8-15 rep.	Sosteniendo un balón por encima de la cabeza con brazos estirados. 3x8-15 rep.	Manos en la cadera; imaginar un reloj y marcar sobre el suelo las 12,2,4 y 6 en punto con el pie no ejecutor. 3x5 rep.	Sosteniendo un balón con las manos, bajar hasta tocar el suelo y subir en diagonal hasta levantar el balón por encima de la cabeza, con brazos estirados hacia el lado contralateral. 3x8-15 rep.
				Pareja, compañero presiona lateralmente con el balón la pierna libre del ejecutante de la tarea. 3x5-10 rep.
Puente lumbar dinámico	Bimodal con manos cruzadas en el pecho 3x8-15 rep.	Unipodal con manos agarrando, pierna libre flexionada a 90° (cadera y rodilla) 3x8-15rep	Unipodal pie ejecutor apoyado sobre un balón, pierna libre flexioada a 90° (cadera y rodilla) y manos apoyadas en el suelo. 3x8-15rep	Unipodal, alternando pierna de apoyo, manteniendo brazos en el suelo con codos a 90°. Pareja, compañero agarra el talon del pie, mientras que el ejecutante de la tarea utiliza este apoyo para levantar la pelvis del suelo. 3x8-15rep
Sentadilla bipodal	Sosteniendo el balón con brazos estirados en frente del cuerpo 3x8-15 rep.	Manos en la cadera 3x8-15 rep.	Sostemiendo un balón por encima de la cabeza con brazos estirados 3x8-15 rep.	Igual que el nivel C, pero terminando el movimiento en posición inicial apoyando únicamente el tercio distal del pie (elevando talones). Pareja. Compañero situado a 1m de distancia, en direcció opuesta al ejecutante; sostener un balón entre los dos utilizando una mano 3x8-15repcada uno y llevando la otra mano apoyada en la cadera. Presionar el balón cuando se realiza la flexion para la sentadilla.
Plancha frontal	Apoyando antebrazos y rodillas. 15-30 seg.	Apoyando antebrazos y pies 15-30 seg.	Apoyando antebrazos y moviendo lateralmente el apoyo de los pies de manera alterna hasta volver a posición inicial 15-30 seg.	Plancha lateral dinámica 5-10 rep.
				Pareja: Carretilla 15-30 seg.
Zancadas	Manos en la cadera 3x8-15 rep.	Sosteniendo un balón con brazos estirados en frente del cuerpo, realizar zancada con rotación del tronco, llevando balón hacia el lado de la pierna ejecutora. 3x8-15 rep.	Sosteniendo un balón por encima de la cabeza con brazos estirados. 3x8-15 rep.	Sosteniendo un balón con brazos estirados en frente del cuerpo, realizar zancadas laterales. 3x8-15 rep.
				Pareja. Lanzar balón al compañero situado a 5-10 metros cuando se realiza la zancada. 3x8-15 rep.
Salto y caída	Saltos unipodales antero-posterior con manos en la cadera 3x8-15 rep.	Saltos unipodales laterales alternando pierna ejecutora en cada repetición, manos en la espalda 3x8-15 rep.	Dar pequeños pasos en el sitio y realizar salto horizontal unipodal aterrizando con pierna contralateral. 3x8-15 rep.	Igual que el nivel C, pero realizando cambio de dirección de 90° antes de ejecutar el salto, alternar lados. 3x8-15 rep.
				Pareja. Compalero situado a 5 metros, lanza el balón para que el ejecutante realice salto bipodal, remate de cabeza y caiga sobre sus dos pierna. 3x8-15 rep.

Cuadro N°1: Programa Knakontroll.<sup>38</sup> Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport. 2017;6(2):115. rep. (Repeticiones) – seg. (Segundos).

<b>KIPP</b>				
<b>DURACION TOTAL 60 - 90 MINUTOS</b>				
<b>EJERCICIOS</b>	<b>SEMANA 1</b>	<b>SEMANA 2</b>	<b>SEMANA 3</b>	<b>SEMANA 4</b>
<b>CARRERA</b>	Dos vueltas a la pista o una vuelta al campo			
<b>MOVILIDAD DINAMICA</b>	Desplazamientos: Carrera, skipping, carioca, desplazamiento lateral, sprint 75% intensidad, skipping y carioca rodillas altas, sprint 100% intensidad, Carrera hacia atrás, spiderman (bear crawl), talon-glúteo, carrera hacia atrás con giro y sprint, skipping diagonal. 100 ft/ejercicio.			
	Circunducción de brazos (anterior y posterior).			
	Rotación de tronco. 10 rep./lado.			
	Elevación de piernas (swings). Frontal, lateral. 2. 10 rep./pierna por ejercicio.			
<b>FORTALECIMIENTO</b>	Elevación de talones, sentadillas, plancha frontal y lateral, flexiones, zancadas frontales, superman para lumbares, superman alternando elevación brazo-pierna contralateral. 30 seg./ ejercicio.	Idem Semana 1: modifica zancadas laterales y diagonales y agrega superman levantando piernas (90° rodillas) y brazos. 30 seg./ ejercicio.	Idem Semana 2: agrega zancadas con desplazamiento. 30 seg./ ejercicio.	Idem Semana 3.
<b>PLIOMETRIA</b>	Multi – saltos, (flexo-extensión de tobillo), saltos con rodillas al pecho, con giros 180°, squat jumps, salto horizontal bipodal con caída controlada (5 rep.), saltar 3 conos (frontal y lateral), saltos unipodales profundos (bounding) en el sitio. Rep. en 10 seg.	Multi – saltos, (flexo-extensión de tobillo), saltos con rodillas al pecho, squat jumps, saltar 3 conos (frontal y lateral), zancadas alternas con salto (salto tijera), saltos laterales profundos (buding), doble salto unipodal y caída controlada. 5 rep/pierna, tres multi-saltos y salto vertical profundo. (5 rep). Rep. en 20 seg.	Idem Semana 2: quita ejercicio de zancada alternas con salto (salto tijera), saltos laterales profundos (buding), tres multi-saltos y salto vertical profundo. Agrega: Salto horizontal unipodal. 5 rep/ pierna, saltos máximos (200 ft), saltos diagonales profundos (100 ft). Rep. en 30 seg.	Idem Semana 2: quita ejercicio de zancada alternas con salto (salto tijera), tres multi-saltos y salto vertical profundo. Agrega: Salto horizontal unipodal. 5 rep/ pierna, saltos máximos (200 ft), saltos diagonales profundos (100 ft). Rep. en 30 seg.
<b>AGILIDAD</b>	Carrera aceleración – desaceleración (shuttle run). 50 ft x10 rep.			
	Carrera diagonal (zig-zag). 50 ft x10 rep.			
	Desplazamientos laterales. 15 ft x 10 rep.			

Cuadro N°2: Programa KIPP.<sup>38</sup> Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport. 2017;6(2):115. rep. (repeticiones) – seg. (segundos).

<b>FIFA 11</b>		
<b>DURACION TOTAL 20 MINUTOS</b>		
<b>EJERCICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>DURACIÓN</b>
Plancha frontal	De frente, levantar la pierna una pierna del suelo y mantener esta posición.	Realice 1 - 2 veces por cada pierna 15 seg.
Plancha lateral	De costado, levantar la pierna superior.	Realizar 2 veces por cada lado 15 seg.
Isquiotibiales	Lentamente inclínese hacia adelante manteniendo recta la parte superior del cuerpo y las caderas. Pareja sostiene ambos tobillos.	Realizar 5 veces.
Esquí de fondo	Párese sobre una pierna y dejar que la otra pierna cuelgue relajada. Doblar la rodilla y las caderas ligeramente para que la parte superior del cuerpo se incline hacia adelante.	Realizar 15 veces con cada pierna.
Pase de pecho en postura con una sola pierna	En pareja a 3 metros, lanzar una pelota de un lado a otro, estando de pie sobre una pierna y lanzar con el brazo contrario. Las rodillas y las caderas deben estar ligeramente flexionadas.	Realizar 10 veces con cada pierna.
Inclinación hacia adelante en postura de una sola pierna:	En pareja a 3 metros. Lanzar la pelota de un lado a otro, pero antes de devolverla, tocar el suelo con la pelota sin poner peso sobre ella.	Realizar 10 veces con cada pierna.
Figura de ocho en postura de una sola pierna	En pareja a 3 metros. Lanzar la pelota, pero antes de devolverla, balancear la pelota en forma de ocho primero alrededor de la pierna de apoyo con la parte superior del cuerpo inclinada hacia adelante y luego alrededor de su otra pierna.	Realizar 10 veces con cada pierna.
Salta sobre una línea: sobre la línea	Saltar con ambos pies, de lado sobre una línea y hacia atrás, lo más rápido posible. Aterrizar suavemente sobre las puntas de ambos pies con las rodillas ligeramente dobladas.	Saltar 10 veces de lado a lado, luego 10 veces hacia adelante y hacia atrás
Aleatorio en zig-zag	Pararse al comienzo del recorrido en zigzag (6 marcas establecidas de 10 x 20 metros). Moverse hacia los lados hasta la primera marca, gire de modo que uno de los hombros apunte a la siguiente marca y completar el recorrido en zigzag lo más rápido posible. Siempre despegar y aterrizar sobre las puntas de los pies.	Completar el recorrido dos veces.
Límite	Saltar lo más alto y lo más lejos posible de la pierna de despegue. Levantar la rodilla de la pierna trasera lo más alto posible y doblar el brazo opuesto frente al cuerpo al saltar. Aterrizar suavemente con la rodilla ligeramente doblada.	Cubrir una distancia de 30 metros dos veces.

Cuadro N° 3: Programa FIFA 11.<sup>43</sup> Becker FG, Cleary M, Team RM, Holtermann H, The D, Agenda N, et al. The FIFA 11. Soccer - Injury - Prevention - Program. Syria Stud . 2015;7(1):37-72.

<b>PEP</b>		
<b>DURACION TOTAL 15 - 20 MINUTOS</b>		
<b>EJERCICIOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REPETICIONES/SEGUNDOS</b>
CARRERA	Recta, atrás, zigzag.	30 seg.
FUERZA	Estocadas, nordic curl o isquiotibiales retenidos, elevación a un pie.	3x10 rep.
PLIOMETRIA	Saltos (laterales, adelante, atrás, verticales, tijeras).	Con o sin objeto. 30 seg x 20 rep.
	Salto sobre una pierna	30 seg x 10 rep. con cada pierna.
AGILIDAD	Carrera adelante, atrás, zig-zag, brincos.	60 seg.
	Diagonales.	3x20 seg.
ESTIRAMIENTO	Extensión pantorrillas, cuádriceps, isquiotibiales, flexores de cadera.	2 rep.30 seg.
	Aductores.	3 rep. 20 seg.

Cuadro N° 4: Programa PEP.<sup>38</sup> Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport. 2017;6(2):115. Rep. (Repeticiones)- seg. (Segundos).

<b>KLIP</b>				
<b>DURACION TOTAL 20 MINUTOS</b>				
	<b>FASE 1</b>	<b>FASE 2</b>	<b>FASE 3</b>	<b>FASE 4</b>
<b>EJERCICIOS / DESCRIPCION</b>	Saltos de pared. 3x10 rep.	Saltos de pared. 3x10 rep.	Saltar fuerzas. 3x10 rep.	Saltos de pared. 3x10 rep.
	Saltar alforzas. 3x10 rep.	Saltar alforzas. 3x10 rep.	Salto lateral con una sola pierna. 3x5 rep. (cada pierna)	Saltos hacia delante con una sola pierna. 3x3 rep.
	Salto de longitud de pie. 1x10 rep.		Salto hacia adelante con una sola pierna. 2x5 rep. (cada pierna)	Saltos de doble pierna x3 y salto vertical al final. 2x5 rep.
	Atado en su lugar. 2x10 rep. (cada pierna)	Saltos de doble pierna. 2x5rep	Saltos con dos piernas con salto vertical al final. 1x5 rep.	Salto de longitud de pie. 2x10 rep.
	Una pierna 45° saltos laterales. 2x10 rep.		Una sola pierna 45° saltos laterales. 2x10 rep. (cada pierna)	

Cuadro N° 5: Programa KLIP.<sup>44</sup> Irmischer, Harris P et al. Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. J Strength Cond Res. 2004;18(4):703-707. Rep. (repeticiones).

**NMT**  
**DURACION TOTAL 15 MINUTOS**

<b>EJERCICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>DURACIÓN</b>
CALENTAMIENTO	30 seg. y una repetición cada uno.	Trote: De punta a punta.
		Carrera: Hacia atrás con pasos laterales, hacia adelante con levantamiento de rodillas y patadas de talón, lateral con cruces (carioca), lateral con brazos levantados, hacia adelante con rotaciones de tronco, hacia adelante con paradas intermitentes, carrera de velocidad.
TECNICA	Un ejercicio durante cada sesión de entrenamiento, 4 minutos y 5x30 seg. cada uno.	Movimientos de plantación y corte (desaceleración en forma repentina).
		Aterrizajes de tiro en salto.
EQUILIBRIO	En una colchoneta de equilibrio o tabla oscilante, un ejercicio durante cada sesión de entrenamiento; 4 minutos y 2x90 seg. cada uno.	Pasar el balón (postura de dos piernas).
		Sentadilla (postura de una o dos piernas).
		Pasar el balón (postura de una pierna).
		Rebotar el balón con los ojos cerrados.
		Empujarse unos a otros para perder el equilibrio.
FUERZA	2 minutos y 3x10 rep. cada uno	Sentadilla a 80° de flexión de rodila
		Zancadas saltando. Saltos hacia adelante.
		Aterrizaje con dos piernas
		Descenso nórdico de Isquiotibiales. 2 minutos y 3x10 rep. cada uno.

Cuadro N° 6: Programa NMT. <sup>45</sup> Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: Cluster randomised controlled trial. Br Med J. 2005;330(7489):449–52. Rep. (repeticiones).

**ACCELERATION DE FRAPPIER**

<b>EJERCICIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Cinta de correr	Carrera inclinada.
Plataforma pliométrica	Salto pliométrico
Tecnología de cable	Cuerdas de resistencia en extremidades superiores e inferiores.
SprintCords	Carrera, salto y gestos específicos del deporte.
PowerCord	Cuerdas de resistencia para extremidades superiores.
ThrowingCord	Velocidad de lanzamiento con pelota.

Cuadro N° 7: Programa Acceleration Frappier. <sup>46</sup> Whitver J, Jensen G. Frappier acceleration - sports training. 1990.

<b>FIFA 11+</b>				
<b>DURACION TOTAL 20 MINUTOS</b>				
		<b>Niveles de Progresión</b>		
<b>EJERCICIOS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Apoyo en antebrazo (plancha frontal)	Estático 3x 20-30 seg.	Alternando pierna (levantar y bajar cadera) 3x20-30 seg.	Mantener una pierna elevada. 3x20-30 seg. cada pierna.
	Apoyo en antebrazo (plancha lateral)	Estático 3x 20-30 seg.	Dinámico (levantar y bajar cadera). 3x 20-30seg (cada lado).	Mantener una pierna elevada 3x20-30seg (cada lado).
	Nordic Hamstring	Principiante 3x5 rep.	Intermedion 7x10 rep.	Avanzado 12x15 rep.
	Equilibrio en una sola pierna	Sosteniendo el balón con ambas manos 2x30 seg. cada pierna.	Lanzando el balón 2x 30 seg. cada pierna.	Desequilibrar al compañero 2x 30 seg. cada pierna.
	Genuflexiones	Sentadillas 2x30 seg.	Zancadas 2x30 seg.	Sentadilla a una pierna 2x10 rep. con cada pierna.
	Saltos	Verticales	Laterales	Alternos 2x30 seg.

Cuadro N° 8: Programa FIFA 11 +. <sup>38</sup> Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport. 2017;6(2):115. rep. (repeticiones)- seg. (segundos).

<b>HARMOKNEE</b>	
<b>DURACION TOTAL 20 MINUTOS</b>	
<b>EJERCICIOS</b>	<b>DESCRIPCION</b>
CALENTAMIENTO	Carrera (4-6min), hacia atrás apoyando tercio distal del pie (aprox. 1 min), skipping (aprox. 30seg), técnica de presión defensiva (aprox. 30 seg), uno y uno: zigzag Adelante y técnica de presión defensiva en zigzag atrás (2min). 10 min.
ACTIVACION MUSCULAR	Activación de gemelos ,cuádriceps, isquiosurales, flexores de cadera, aductores, lumbares y musculatura de la cadera. (aprox. 4 seg cada pierna).
EQUILIBRIO	Salto horizontal bipodal antero-posterior, lateral unipodal, horizontal unipodal antero-posterior, vertical bipodal con o sin balón. (aprox. 30seg por ejercicio).
FUERZA	Zancadas en el sitio, curl de isquiotibial en parejas, sentadillas unipodales. (aprox. 1 min. por ejercicio).
ESTABILIDAD DEL CORE	Encorvamiento abdominal, puente frontal y lumbar. (aprox. 1 min. por ejercicio).

Cuadro N° 9: Programa Hamoknee.<sup>38</sup> Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport. 2017;6(2):115.

SPORMETRICS									
DURACION TOTAL 60 - 90 MINUTOS									
	DESCRIPCION	SEMANAS							
		PRIMERA A SEXTA							
CALENTAMIENTO	Levantar una pierna del suelo frente al cuerpo, doblando la rodilla, girarla hacia afuera y sujetar el pie con ambas manos. 3 seg.								
	Patada de exceso: Con cada paso tratar de alcanzar los glúteos con el talon.								
	Salto de rodilla alta: Elevar una rodilla lo más alto posible y aterrizar con la ota. Repetir con ambos lados.								
	Extender una pierna a la altura de la cadera y doblar la rodilla a 90°, rotar y llevar la pierna hacia afuera. Repetir con pierna opuesta.								
	Salir a pasos agigantados, trotar con una forma de carrera exagerada, llevando las rodillas lo más alto posible.								
	Pliometría/entrenamiento de saltos.								
	Sprint total: Correr hacia adelante lo más rápido posible.								
PLIOMETRIA	FASE I		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA	SEXTA	
		Salto de pared.	20	25					
		Salto en cuclillas.	10	15					
		Salto de barrera: Adelante – atrás, lado a lado y salto de 180°.	20	25					
		Salto de longitud (mantener 5 seg).	5 rep.	10 rep.					
	Salto en el lugar.	20	25						
	FASE II	Salto de pared.			25	30			
		Salto vertical.			5 rep.	8 rep.			
		Salto en cuclillas.			15	20			
		Salto de barrera con una sola pierna de lado a lado, adelante - atrás y salto de tijera.			25	30			
		Salto con una sola pierna (mantener 5 seg).			5	5			
	Salto por distancia.			1 carrera	2 carreras				
	FASE III	Salto de pared.					25	30	
		Salto arriba – abajo, 180° y vertical.					5 rep.	10 rep.	
		Salto de barrera de lado a lado, adelante - atrás.					30	30	
		Saltar al límite.					3 carreras	4 carreras	
FUERZA	Mini-sentadillas con Banda de Resistencia.		30 seg.			60 seg.			
	Estocadas caminando hacia adelante.		30 seg.			60 seg.			
	Isquiotibiales en decúbito prono con resistencia de la pareja.		30 seg.			60 seg.			
	Estocadas caminando hacia adelante.		30 seg.			60 seg.			
	Puente de isquiotibiales supino		30 seg.						
	Puente con deslizamiento de atrás, la espalda neutra y los abdominales contraído.				30 seg.				
	Puente con deslizamiento de isquiotibiales de doble pierna.						30 seg.		
	Balanceo de brazos con banda de Resistencia.		30 seg.			60 seg.			
	Superman (Alternando Brazos / Piernas).		30 seg.			60 seg.			
	Abdominales (giros rusos).		30 seg.		60 seg.		90 seg.		
	Abdominales (Plancha).		30 seg.		60 seg.		90 seg.		
	Abdominales (patadas de bicicleta).		30 seg.		60 seg.		90 seg.		
	Patadas con banda de resistencia del flexor de la cadera.		20 rep.		40 rep.		60 rep.		
	Steamboats (Flexión de cadera).		30 seg.			60 seg.			
	Patadas con bandas de resistencia para abductores de cadera.		20 rep.		40 rep.		60 rep.		
Caminata lateral con banda de Resistencia.		30 seg.			60 seg.				

ESTIRAMIENTO	Isquiotibiales.	Sentarse en el suelo, extender completamente una pierna, doblar la otra y con la espalda derecho tomar con las manos las puntas de los dedos o las piernas.
	Banda iliotibial.	Sentarse en el suelo, doble la rodilla derecha y coloque el pie derecho en el suelo. Coloque el pie y el tobillo izquierdos sobre el muslo derecho, justo por encima de la rodilla. Colocar ambas manos en el piso por detrás. (Repetir con la otra pierna).
	Cuádriceps.	Desde una posición de pie, tome un pie o un tobillo y levántelo detrás del cuerpo suavemente.
	Flexor de cadera.	Comience en posición de estocada con la rodilla delantera ligeramente flexionada y el pie trasero con el talón levemente levantado. Presionar caderas hacia adelante y mantener el torso erguido.
	Gastrocnemio.	Comience en una posición de estocada larga con la rodilla delantera ligeramente doblada. Colocar ambas manos en la parte delantera del muslo e incline el cuerpo hacia adelante mientras mantiene recta la pierna trasera.
	Deltoides.	De pie o sentado, cruzar el brazo izquierdo sobre el cuerpo, colocando el codo cerca del pecho. Sujetar el brazo por el codo y presionar suavemente hacia adentro.
	Tríceps, dorsal ancho.	De pie o sentado, extender el brazo derecho por encima de la cabeza. Doblar el codo detrás de la cabeza y llevar la palma de la mano hacia el centro de la parte superior de la espalda.
	Pectoral, bíceps.	De pie, juntar las manos detrás de la espalda. Con los hombros y el cuello relajados, extender los codos y mantener el pecho abierto levantando las manos.
	Espalda baja.	Arrodillarse en el suelo con las manos cerca de las nalgas. Inclínarse hacia adelante con los brazos completamente extendidos llegando al piso. Bajar la cabeza entre los brazos.

Cuadro N° 10: Programa Sportmetrics. <sup>47</sup> Noyes FR, Barber-Westin S. ACL injuries in the female athlete: Causes, impacts, and conditioning programs. ACL Injuries in the Female Athlete: Causes, Impacts, and Conditioning Programs. 2012. 1–534 p. rep. (repeticiones) – seg. (segundos).

## VIII. RESUMEN DE RESULTADOS

A partir de los diez artículos analizados anteriormente, se identificaron 10 programas preventivos aplicados para la lesión de LCA, cuyos nombres se mencionan a continuación: Knäkontroll, Spormetrics, Prevent Injury and Enhance Performance (PEP), HarmoKnee, Knee Injury Prevention Program (KIPP), FIFA 11, FIFA 11+, Acceleration Frappier, Knee Ligament Injury Prevention (KLIP) y el programa de Entrenamiento Neuromuscular (NMT).

Los ejercicios utilizados en los programas fueron variados y se centraron principalmente en el calentamiento dinámico, equilibrio, fuerza, flexibilidad, estabilidad del core, carrera y agilidad. Además, cabe aclarar que en su mayoría no precisan de materiales para ser llevados a cabo, y cumplen un tiempo estimado entre 15 y 25 minutos para completarse.

Acerca de los estudios que se enfocaron en intentar reducir la tasa de lesión del LCA (ver tabla 1), es loable destacar el artículo de Markus Walden et al,<sup>33</sup> en el cual luego de aplicar el programa Knäkontroll, mediante dos sesiones de entrenamiento a la semana por temporada, redujo en un 64% la tasa general de lesión del LCA, en jugadoras de clubes regionales de Suecia, y un 83%, en aquellas jugadoras que realizaron en promedio al menos una sesión de intervención a la semana. Cabe aclarar que, en ambos resultados, se consideraron las lesiones de LCA con y sin contacto. Aún así, en el análisis exploratorio sin contacto, si bien no se encontraron efectos significativos, ciertamente no se puede dejar de lado que, cinco de las lesiones del LCA, ocurrieron durante el entrenamiento de fútbol, todas de naturaleza sin contacto y sucedieron en el grupo de control. Esto sugiere que las lesiones sin contacto durante el entrenamiento podrían prevenirse.

En la revisión de Francisco J. Robles et al,<sup>38</sup> quien analizó 8 artículos, concluyó que los programas Hamoknee, Knäkontroll, PEP y KIPP, mostraron resultados positivos en términos de reducción de la incidencia lesional.

Por otra parte, Frank Noyes et al,<sup>35</sup> luego de evaluar 8 artículos, destacó tres programas (Sportmetrics, PEP y KIPP). Como resultado, concluyó que el número de atletas que se necesitaron entrenar para prevenir una lesión del LCA, fué entre 70 y 98, y la reducción del riesgo relativo osciló entre el 75% y el 100%.

En el artículo de Blanca Romero et al,<sup>39</sup> tras revisar 19 estudios, señaló que los programas Acceleration Frappier, PEP, KIPP, FIFA 11, Kanakontroll y Hamoknee, mostraron ser eficaces en la disminución de la frecuencia lesional del LCA entre un 36% y 80%.

Por su parte, Laurel A. Donnell et al,<sup>36</sup> incluyó 24 artículos y obtuvo una reducción estadísticamente significativa del 27% en la tasa de lesiones de rodilla en general y del 51%

en la tasa de lesiones del LCA en particular, luego de evaluar los programas FIFA 11, Aceleration Frappier, PEP, KIPP, Kanakontroll, Hamoknee y Sportsmetrics.

Finalmente, Kay M Crossley et al,<sup>40</sup> en su revisión de 12 artículos, destacó los programas Aceleration Frappier, PEP, KIPP, FIFA 11 y Kanakontroll, al obtener una reducción significativa del 45% en lesiones del LCA.

Conviene precisar, que contrariamente a los resultados alcanzados por los estudios mencionados anteriormente, los programas KLIP y FIFA 11 +, no consiguieron reducir la incidencia lesional del LCA en el grupo intervención. El primero fue aplicado por Pfeiffer y col. en el año 2006,<sup>48 39 38</sup> en cuyo estudio no consiguieron disminuir la incidencia lesional del LCA en el grupo de intervención comparado con el grupo control. En cuanto al segundo, estudiado por Soligard et al., en el 2008 y Steffen et al., en el 2013,<sup>49 50 38</sup> si bien demostró efectos positivos sobre la tasa de incidencia lesional de rodilla en mujeres jóvenes futbolistas, no precisaron datos favorables al LCA.

Los diversos análisis realizados por los autores, determinaron reducciones significativas en las lesiones del LCA. Sin embargo, es necesario destacar que los diseños de los estudios fueron variables, en cuanto a la frecuencia, duración, cálculo de los datos de exposición, forma en que se llevó a cabo, controló y supervisó el entrenamiento, entre otros factores.

Respecto a los factores de riesgo que se pretenden controlar, es preciso señalar los programas Spormetrics y FIFA 11+, que centran sus entrenamientos en mejorar los índices neuromusculares y factores de riesgo biomecánicos, más precisamente en lo que respecta a la alineación de las extremidades inferiores, desde un valgo a una alineación más neutral, mediante ejercicios de salto. En otras palabras, buscan disminuir el pico en valgo de la rodilla, durante el aterrizaje<sup>34 37</sup>. Además, el programa FIFA 11+, tiene en cuenta otras variables cinemáticas y cinéticas asociadas, como la combinación de aducción y rotación interna de la cadera, rotación externa tibial y eversión del tobillo; ya que juntos, pueden crear un "valgo dinámico de rodilla" y aumentar así el riesgo de lesiones del LCA<sup>37 42</sup>. En esta misma línea, cabe resaltar que, el programa Harmoknee, basa su entrenamiento en obtener una mayor estabilidad dinámica global de la extremidad inferior, control de la rodilla durante acciones de salto y caída, fuerza excéntrica y rango de movimiento articular, entre otros. De modo similar, los programas Knäkontroll y KIPP, también fundamentan sus entrenamientos en mejorar el control de la correcta alineación de la rodilla y evitar el valgo, a través de una adecuada amortiguación al realizar movimientos de salto<sup>38 39</sup>.

Por otro lado, el programa NMT plantea estrategias de activación neuromuscular, para mejorar la conciencia corporal y el control motor en la cadera, rodillas y tobillos. En este

sentido apunta, por un lado, a disminuir la preactividad de VL (vasto lateral) – ST (semitendinoso), es decir, hacia el dominio de los Isquiotibiales, de modo tal que genere un aumento en la preactividad de este último, agonista del LCA durante el movimiento de corte lateral. Y por el otro, es dirigido a disminuir el ángulo en valgo de la articulación de la rodilla <sup>41</sup>.

En resumen, se logró reconocer que los programas en su mayoría, están dirigidos a disminuir principalmente el valgo de rodilla durante el aterrizaje. Dado que, se cree que una alineación en valgo de las extremidades inferiores al caer de un salto, es un factor de riesgo potencial para una futura lesión del LCA sin contacto.

De acuerdo con la escala Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford <sup>51</sup>, (ver tabla 2 ), los diez artículos seleccionados, presentaron un nivel de evidencia 2b - (B), entre ellos se encuentran los estudios de Frank Noyes “ (EE.UU 2014) - Laurel A. Donnell “( EE.UU 2015) - Blanca Romero” (España 2017) – Francisco J. Robles “ (España 2017) - Kay M Crossley “(Australia 2020) - Markus Walden “ (Suecia 2012) - Frank Noyes “ (EE.UU 2013) - Mette K. Zebis“(Dinamarca 2015) - Celeste Dix“(EE.UU 2021) y Julie A. Thompson “( EE.UU 2016). De manera que, la valoración de la evidencia mencionada, representa un grado de “Recomendación favorable”. (Ver tabla 3).

**Tabla 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES ESTUDIOS QUE ANALIZARON LA EFICACIA DE LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE LESIONES DE LCA**

Estudio	Programas destacados	Participantes	Edades/ Contexto	Frecuencia	Horas Exposición	Lesiones LCA	Con/Sin contacto	Resultados más significativos
<b>Markus Walden 2012</b>	Knäkontrol	Total 4564 jugadoras de fútbol	(12-17 años) Clubes regionales Suecia	2 veces por semana	Total: 278.298 horas	21 total - 7 (0,28%) Intervención y 14 (0,67%) control	Con y sin contacto	Se redujo la tasa general de lesión del LCA, en jugadoras de fútbol adolescentes en un 64% y 83%, en 3270 jugadoras que realizaron en promedio al menos una sesión de intervención a la semana.
					Intervención 149.214 horas control 129.084 horas			
<b>Francisco J. Robles 2017 Revisión 8 artículos</b>	Hamoknee	1506 jugadoras de fútbol - (intervención 777 - control 729)	Escuela secundaria Condados Suecia (13- 19 años)	1-2 veces por semana	Intervención/ control: 1000 horas	0,04 % Intervención y 0,20% control	Sin contacto	Se concluyó que los programas mostraron resultados positivos en términos de reducción de la incidencia lesional.
	Knäkontrol	*	*	*	*	*	*	
	PEP (1)	5703 Jugadoras de fútbol - (1885 intervención y 3818 control).	Clubes Sur california (14-18 años)	3 veces por semana	Intervención/ control: 1000 horas	Intervención vs control Primera Temporada (0.05 vs 0.47) Segunda Temporada (0.13 vs 0.51)	Sin contacto	
	KIPP	Total 1492 - (237 intervención - 755 control) - (fútbol y baloncesto)	Escuela Secundaria Chicago (16-22 años)	2 veces por semana	Intervención/control: 1000 horas	Intervención 0.10 y control 0,46	Sin contacto	
<b>Frank Noyes 2014 Revisión 8 artículos</b>	Sportsmetrics	Total 830 - (290 jugadoras de fútbol - 97 intervención y 193 control)	Escuela secundaria Ohio (14-18 años)	3 veces por semana	No especificado	0 intervención y 5 control	Sin contacto	El número de atletas que se necesitaron entrenar para prevenir una lesión del LCA en estos 3 estudios osciló entre 70 y 98, y la reducción del riesgo relativo osciló entre el 75% y el 100%
	PEP (1)	*	*	*	*	*	*	
	KIPP	*	*	*	*	*	*	

<b>Blanca Romero 2017 Revisión 19 artículos</b>	Aceleration Frappier	Total 300 - (42 intervención -258 control)	Escuela Secundaria Ohio (14 - 18 años)	3 veces por semana	No especificado	Intervención 2,4% y control 3,1%	Con y sin contacto	Blanca Romero: Los programas, mostraron ser eficaces en la disminución de la frecuencia lesional del LCA entre un 36% y 80%,
	FIFA 11	Total 2020 - (1073 intervención -947 control)	Clubes regionales Noruega (13-17 años)	1 - 2 veces por semana	Intervención/control: 1000 horas	Intervención 0,07% y control 0,8%	Con y sin contacto	
	PEP (1)	*	*	*	*	*	*	
	KIPP	*	*	*	*	*	*	
	Kanakontroll	*	*	*	*	*	*	
	Hamoknee	*	*	*	*	*	*	
<b>Laurel A. Donnell 2015 Revisión 24 artículos</b>	FIFA 11	*	*	*	*	*	*	Reducción estadísticamente significativa del 27% en la tasa de lesiones de rodilla y una reducción del 51% en la tasa de lesiones del LCA específicamente
	Aceleration Frappier	*	*	*	*	*	*	
	PEP (1)	*	*	*	*	*	*	
	PEP (2)	Total 1435 - (583 intervención -852 control)	Universitario Asociación nacional de atletas colegiados EE.UU (14-18 años)	3 veces por semana	Intervención/ control: 1000 horas	Intervención 0,057% y control 0,189%	Sin contacto	
	KIPP	*	*	*	*	*	*	
	Kanakontroll	*	*	*	*	*	*	
	Hamoknee	*	*	*	*	*	*	
	Sportsmetrics	*	*	*	*	*	*	
<b>Kay M Crossley 2020 Revisión 12 artículos</b>	Aceleration Frappier	*	*	*	*	*	*	Reducción significativa del 45% en lesiones del LCA, con un total de 8973 jugadoras entrenadas
	PEP (2)	*	*	*	*	*	*	
	KIPP	*	*	*	*	*	*	
	Kanakontroll	*	*	*	*	*	*	
	FIFA 11	*	*	*	*	*	*	
* Ya descripto anteriormente en el cuadro								
PEP (1) aplicación en Clubes de Fútbol								
PEP (2) aplicación en Universidad								

Tabla 2: Niveles de evidencia (CEBM)	
Nivel de Evidencia	Tipo de Estudio
1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad.
1b	Ensayo clínico aleatorizado con intervalos de confianza estrecho.
1c	Práctica clínica ("todos o ninguno").
2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad.
2b	Estudio de cohortes o ensayo clínico aleatorizado de baja calidad.
2c	"Outcomes research", estudios ecológicos.
3a	Revisión sistemática de estudios caso-control, con homogeneidad,
3b	Estudio caso-control.
4	Serie de casos o estudios de cohorte y caso-control de baja calidad.
5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, "bench research" o "first principles".

Tabla 3 : Evaluación metodológica de los estudios incluidos, escala Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford

Estudio	Característica	Fuente	Nivel Evidencia	Grado recomendación
Markus Walden (2012)	Ensayo controlado aleatorio por conglomerados.	Estudios de cohortes y ensayo clínico aleatorio de baja calidad	2b	(B) Recomendación Favorable
Frank Noyes (2013)	Ensayo clínico no controlado.			
Frank Noyes (2014)	Revisión sistemática (8 artículos): Estudios de cohorte prospectivos (4). Ensayo clínico aleatorizado controlado (4).			
Laurel A. Donnell (2015)	Revisión sistemática y Metaanálisis (24 artículos): Ensayo controlado aleatorio (13). Ensayo clínico aleatorizado (1). Estudio de cohorte prospectivo (8). Estudio prospectivo transversal (2)			
Mette K. Zebis (2015)	Ensayo controlado aleatorio.			
Blanca Romero (2017)	Revisión sistemática (19 artículos): Ensayo aleatorizado controlado (6). Ensayos clínicos aleatorizados (4). Estudios de cohorte prospectivos (4). Estudio prospectivo experimental (4). Estudio controlado en laboratorio (1)			
Francisco J. Robles (2017)	Revisión sistemática (8 artículos): Ensayo aleatorio controlado (5). Estudio de cohorte prospectivo (3).			
Kay M Crossley (2020)	Revisión sistemática y Metaanálisis (12 artículos). Ensayo aleatorio controlado (11). Ensayo clínico aleatorio (1).			
Celeste Dix (2021)	Ensayo controlado aleatorio.			
Julie A. Thompson (2016)	Ensayo clínico controlado.			

## **IX. CONCLUSION**

El avance alcanzado por el fútbol femenino en todo el mundo en los últimos años, ha permitido difundir información referida a las lesiones ocasionadas en esta población específica y, además, ha aumentado exponencialmente la aplicación de distintos programas preventivos que tienen por objetivo intentar disminuir las lesiones de rodilla en general y del LCA en particular.

Tras el análisis de la literatura científica, se obtuvo nivel de evidencia 2b, “recomendación favorable”, para la aplicación de los programas que intentan reducir la tasa de lesión en las mujeres futbolistas. Los resultados de los estudios que incluyeron mujeres futbolistas en sus evaluaciones, determinaron reducciones significativas en las lesiones del LCA. Se demostró que los mayores porcentajes de efectividad se dieron en rangos menores de 20 años, dato importante debido a que, en esta edad por desajustes del control motor y del estado puberal, estaría indicada la aplicación de los programas preventivos. No obstante, sería interesante contar con nuevas investigaciones que permitan tener mayor homogeneidad en sus estudios, respecto a factores como: la frecuencia de aplicación de los programas, el tiempo de exposición, tanto en partidos como en entrenamientos, lesiones producidas con o sin contacto, igualdad de cantidad en muestra control e intervención, entre otros. Para así lograr resultados aún más representativos.

Es preciso señalar que los programas en su mayoría enfatizan el entrenamiento neuromuscular y propioceptivo, con el fin de mejorar el control de la correcta alineación de la rodilla y evitar el valgo, a través de una adecuada amortiguación al realizar movimientos de salto. Además, tienen como características en común, que son programas multicomponentes, que incluyen ejercicios de equilibrio, fuerza, agilidad, carga, core, con tiempo estimado de entre 20 - 25 minutos. Son de fácil aplicación, ya que en general no requieren de materiales adicionales, lo que facilita su implementación de manera regular en el deporte e incluso pueden utilizarse como una entrada en calor previa al inicio del entrenamiento o competencia.

En virtud de lo expuesto y como ya se mencionó con anterioridad, los programas presentados en esta revisión bibliográfica, determinaron resultados positivos en términos de reducción de la incidencia lesional del LCA en el fútbol femenino amateur. Por lo tanto, podrían ser utilizados por los distintos profesionales en su práctica habitual como medida preventiva, en conjunto con la supervisión e indicación de

kinesiólogos/as. En este sentido, es de vital importancia incrementar la divulgación de las distintas propuestas desarrolladas por los programas, en clubes de barrio, escuelas, universidades y/o establecimientos donde se practique fútbol en forma amateur, a fin de contener los factores de riesgo y minimizar las lesiones de LCA.

## X. REFERENCIAS

1. Del Coso J, Herrero H, Salinero JJ. Injuries in Spanish female soccer players. *J Sport Heal Sci.* 2018 Apr 1;7(2):183–90.
2. Trainers NA. The female ACL: Why is it more prone to injury? *J Orthop.* 2016;13(2):A1–4.
3. Romero Rodríguez DTFJ. Prevención de lesiones en el deporte. *Médica Pan. Madrid;* 2011. 3,11,57,165.
4. Walker B. La anatomía de las lesiones deportivas. Paidotribo. Barcelona; 2017. 2,182.
5. Crossley KM, Patterson BE, Culvenor AG, Bruder AM, Mosler AB, Mentiplay BF. Making football safer for women : a systematic review analysis of injury prevention programmes in 11 773 female football ( soccer ) players. 2020;(2):1–12.
6. Latarjet, Michel; Ruiz Liard A. Anatomía Humana. *Médica Pan. Vol. 148.* Buenos Aires: 2019; 148–162 p.
7. Kapandji A. Fisiología Articular. 6th ed. Madrid; 2012.
8. Villadot A. Lecciones Básicas de Biomecánica del Aparato Locomotor. Springer. 2004. 1–342 p.
9. Ayala-Mejías JD, García-Estrada GA, Alcocer Pérez-España L. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta ortopédica Mex.* 2014;28(1):57–67.
10. DeMorat G, Weinhold P, Blackburn T, Chudik S, Garrett W. Aggressive Quadriceps Loading Can Induce Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2004;32(2):477–83.
11. Álvarez DR, Gómez DG, Pastrana DAP. Actualización bibliográfica del mecanismo de lesión sin contacto del LCA. *Sport Med Rehabil.* 2018;25:50,58.
12. Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: Knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med.* 2010;38(11):2218–25.
13. Quatman CE, Quatman-Yates CC, Hewett TE. A “plane” explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: A systematic review. *Sport Med.* 2010;40(9):729–46.
14. Ireland ML. Anterior cruciate ligament injury in female athletes: epidemiology. *J Athl Train* [Internet]. 1999;34(2):150–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16558558><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1322904>
15. Hashemi J, Breighner R, Chandrashekar N, Hardy DM, Chaudhari AM, Shultz SJ, et al. Hip extension, knee flexion paradox: A new mechanism for non-contact ACL injury. *J Biomech* [Internet]. 2011;44(4):577–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2010.11.013>
16. Koga H, Nakamae A, Shima Y, Bahr R, Krosshaug T. Hip and Ankle Kinematics

- in Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Situations: Video Analysis Using Model-Based Image Matching. *Am J Sports Med.* 2018;46(2):333–40.
17. Gupta AS, Pierpoint LA, Comstock RD, Saper MG. Sex-Based Differences in Anterior Cruciate Ligament Injuries Among United States High School Soccer Players: An Epidemiological Study. *Orthop J Sport Med.* 2020 May 1;8(5).
  18. Acevedo RJ, Rivera-Vega A, Miranda G, Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: Identification of risk factors and prevention strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2014;13(3):186–91.
  19. Gornitzky AL, Lott A, Yellin JL, Fabricant PD, Lawrence JT, Ganley TJ. Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 44, *American Journal of Sports Medicine.* SAGE Publications Inc.; 2016. p. 2716–23.
  20. 2018-19 HIGH SCHOOL ATHLETICS PARTICIPATION SURVEY Conducted By THE NATIONAL FEDERATION OF STATE HIGH SCHOOL ASSOCIATIONS Based on Competition at the High School Level in the 2018-19 School Year SPORT BOYS GIRLS COMBINED (Number of states reporting for boys/girls) Schools Participants Schools Participants Participants.
  21. Beynnon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, et al. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* 2014 Aug 1;42(8):1806–12.
  22. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *J Athl Train.* 2013;48(6):810–7.
  23. Stanley LE, Kerr ZY, Dompier TP, Padua DA. Sex differences in the incidence of anterior cruciate ligament, medial collateral ligament, and meniscal injuries in collegiate and high school sports: 2009-2010 through 2013-2014. *Am J Sports Med.* 2016 Jun 1;44(6):1565–72.
  24. Tafani R, Chiesa G, Caminati R, Gaspio N. FACTORES DE RIESGO Y DETERMINANTES DE LA SALUD. Vol. 4, *Revista de Salud Pública.* 2013.
  25. África D. Lluna Llorens, Bárbara Sánchez Sabater, Isabel Medrano Morte, Elena M. García García, Sara Sánchez López JFAG. Rotura del ligamento cruzado anterior en la mujer deportista: factores de riesgo y programas de prevención. Murcia; 2017.
  26. Somerson JS, Isby IJ, Hagen MS, Kweon CY, Gee AO. The menstrual cycle may affect anterior knee laxity and the rate of anterior cruciate ligament rupture a systematic review and meta-analysis. *JBSJ Rev.* 2019;7(9):1–11.
  27. Beynnon BD, Johnson RJ, Braun S, Sargent M, Bernstein IM, Skelly JM, et al. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: A case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med.* 2006;34(5):757–64.
  28. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynnon BD, DeMaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: A review of the Hunt Valley II Meeting, January 2005. *Am J Sports Med.*

2006;34(9):1512–32.

29. Ruedl G, Ploner P, Linortner I, Schranz A, Fink C, Sommersacher R, et al. Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2009;17(9):1065–9.
30. Slauterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ, Xu KT, Starch DW, et al. The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2002;37(3):275–8.
31. Martin D, Timmins K, Cowie C, Alty J, Mehta R, Tang A, et al. Injury Incidence Across the Menstrual Cycle in International Footballers. *Front Sport Act Living.* 2021;3(March):1–7.
32. Adachi N, Nawata K, Maeta M, Kurozawa Y. Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128(5):473–8.
33. 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.* 2012;344(7858):1–11.
34. NOYES FR, BARBER-WESTIN SD, CAMPBELL STTST. A training Program To Improve Neuromuscular and Performance Indices in Female High School Soccer Players Frank. 2013;(January).
35. Noyes FR, Barber-Westin SD. Neuromuscular retraining intervention programs: Do they reduce noncontact anterior cruciate ligament injury rates in adolescent female athletes? *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2014;30(2):245–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2013.10.009>
36. Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN, et al. Effectiveness of knee injury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: A meta-analysis. *PLoS One.* 2015;10(12):1–17.
37. Thompson JA, Tran AA, Gatewood CT, Shultz R, Silder A, Delp SL, et al. Biomechanical Effects of an Injury Prevention Program in Preadolescent Female Soccer Athletes. *Am J Sports Med.* 2016;45(2):294–301.
38. Robles-Palazón F, Sainz de Baranda P. Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *Sport TK-Revista Euroam Ciencias del Deport.* 2017;6(2):115.
39. Romero-Moraleda B, Cuéllar Á, González J, Bastida N, Echarri E, Víctor Paredes JG. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. Vol. 13, RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*; 2017. p. 117–38.
40. Crossley KM, Patterson BE, Culvenor AG, Bruder AM, Mosler AB, Mentiplay BF. Making football safer for women: A systematic review and meta-analysis of injury prevention programmes in 11 773 female football (soccer) players. *British Journal of Sports Medicine.* BMJ Publishing Group; 2020.
41. Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, et

- al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: A randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2016;50(9):552–7.
42. Dix C, Arundale A, Silvers-Granelli H, Marmon A, Zarzycki R, Snyder-Mackler L. Biomechanical changes during a 90° cut in collegiate female soccer players with participation in the 11+. *Int J Sports Phys Ther.* 2021;16(3):671–80.
  43. Becker FG, Cleary M, Team RM, Holtermann H, The D, Agenda N, et al. The FIFA 11. Soccer - Injury - Prevention - Program. *Syria Stud [Internet].* 2015;7(1):37–72.
  44. Irmischer, Harris P et al. Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):703–707.
  45. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: Cluster randomised controlled trial. *Br Med J.* 2005;330(7489):449–52.
  46. Whitver J, Jensen G. Frappier acceleration - sports training. 1990.
  47. Noyes FR, Barber-Westin S. ACL injuries in the female athlete: Causes, impacts, and conditioning programs. *ACL Injuries in the Female Athlete: Causes, Impacts, and Conditioning Programs.* 2012. 1–534 p.
  48. 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. *J Bone Jt Surg.* 2006;88(8):1769–74.
  49. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2009;338(7686):95–9.
  50. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J, et al. La alta adherencia a un programa de prevención de lesiones neuromusculares ( FIFA 11 + ) mejora el equilibrio funcional y reduce el riesgo de lesiones en jugadoras de fútbol juveniles canadienses : un ensayo aleatorizado por grupos. 2013;794–802.
  51. Primo :, Sagunto H De. Niveles de evidencia y grados de recomendación ( I / II ). *Enferm Inflammatoria Intest al día.* 2003;2(2):39–42.