

Programas de entrenamiento y efectos sobre la prevención de lesiones en deportistas femeninas

Especialización en Programación y Evaluación del Ejercicio

Trabajo integrador final

Fecha: **2020**

Director programa: Casas Adrian

Estudiante: Aponte Salamanca Nicolás <profenicoaponte@gmail.com>

Resumen

La población de deportistas femeninas es caracterizada, por una mayor prevalencia de lesiones en ligamento cruzado anterior (LCA) en comparación con los hombres, esto debido a sus características hormonales y antropométricas, por esta razón conocer y saber aplicar programas de entrenamiento neuromuscular y otras estrategias que disminuyan el %de lesiones en LCA contribuyen a una mejora en el rendimiento en el campo de juego ,además de aumentar la participación deportiva de las deportistas y reducir costos hospitalarios. **Objetivo:** La presente revisión trata de conocer el efecto de diferentes programas de entrenamiento neuromuscular y otras estrategias enfocadas a la prevención de lesión en ligamento cruzado anterior (LCA) en mujeres de deportes colectivos. **Materiales y métodos:** En los estudios incluidos en esta revisión (12 artículos), se analiza el impacto de programas de entrenamiento neuromuscular, enfocándolos en obtener una visión global de las investigaciones realizadas hasta el momento, se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, PeDro y EBSCO, teniendo en cuenta palabras clave en términos DeCS y MeSH, los cuales aportaron 606 y 228 artículos respectivamente. De acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron los artículos **Resultados:** En las investigaciones observadas se encuentran resultados favorables luego de la implementación de programas como el FIFA 11+ y el PEP program, varios estudios además muestran mejoras sobre componentes de estabilidad en rodilla, Core y fuerza en músculos de miembros inferiores, evidenciando una optimización frente al mecanismo de lesión propio de los deportes colectivos. **Conclusiones:** Esta revisión concluye que los programas de entrenamiento neuromuscular y diferentes estrategias enfocadas a la reducción del riesgo de lesión en LCA pueden tener el potencial para mejorar varios componentes relacionados con la reducción del % de lesiones en LCA de deportistas femeninas, y de esta manera proporcionar un optimo desempeño deportivo y reducir costos hospitalarios a los clubes deportivos.

Palabras clave: Female, injury prevention, cruciate ligament, Prevention program, team sports.

ABSTRACT

The population of female athletes is characterized by a higher prevalence of anterior cruciate ligament (ACL) injuries compared to men, due to their hormonal and anthropometric characteristics, for this reason to know and know how to apply neuromuscular training programs and other strategies that decrease the % of ACL injuries and reduce hospital costs. **Objective:** The present review tries to know the effect of different neuromuscular training programs and other strategies focused on the prevention of anterior cruciate ligament (ACL) injury in women of team sports. **Materials and Methods:** in the studies included in this review (12 articles), the impact of neuromuscular training programs is analyzed, focusing on obtaining a global vision of the research carried out so far, a search was carried out in the PUBMED databases, PeDro and EBSCO taking into account keywords in terms of DeCS and MeSH which contributed 606 and 228 articles respectively. According to the inclusion and exclusion criteria, the articles were selected. **Results:** In the observed investigations, favorable results are found after the implementation of programs such as FIFA 11+ and the PEP program, several studies also show improvements on components of stability in the knee, Core and Strength in lower limb muscles, evidencing an optimization versus the injury mechanism typical of team sports. **Conclusions:** This review concludes that neuromuscular training programs and different strategies focused on reducing the risk of ACL injury may have the potential to improve various components related to reducing the % of ACL injuries in female athletes, and thus provide optimal sports performance and reduce hospital costs for sports clubs.

Keywords: Female, injury prevention, cruciate ligament, Prevention program, team sports.

INDICE

1.Introducción.....	5
2.Objetivos.....	7
3.Metodología.....	8
3.1Diagrama flujo.....	9
4.Marco Teórico.....	10
4.1Anatomía y fisiológica básica de la rodilla.....	10
4.2Epidemiología.....	13
4.3Mecanismo de lesión del LCA.....	14
4.4Factores de riesgo.....	15
4.5Entrenamiento del Core.....	17
4.6Entrenamiento neuromuscular.....	18
4.7FIFA 11+.....	20
5.Resultados.....	21
5.1. Programas de entrenamiento y prevención.....	29
6.Conclusiones.....	32
7.Futuras líneas de investigación.....	33
8.BIBLIOGRAFÍA.....	34

1. INTRODUCCIÓN

El deporte acíclico presenta características propias. Nacleiro (2011) enuncia que los deportes colectivos (futbol, baloncesto, hockey, voleyball, balonmano & etc.) “basan sus acciones en patrones de movimiento muy específicos, que requieren, por ejemplo, cambios de dirección a gran velocidad y el desarrollo de la capacidad para repetir aceleraciones y frenadas bruscas”, dichas características configuran un perfil de rendimiento de los atletas.

Por otro lado Casas(2011) aporta que “las diversas acciones dentro de la competición en los deportes de conjunto, como aceleraciones,frenadas,cambios de dirección, múltiples acciones de reacción y partida,regates,lanzamientos,saltos,acciones defensivas y ofensivas,agarres,bloqueos,caídas,etc.todas ellas con alternancia aleatoria y propia de la circunstancia de la competición y realizadas a alta intensidad imponen una dinámica de carga mecánica y fisiológica, propia de los deportes de conjunto y del ejercicio acíclico e intermitente”. Se debe entender la lógica interna de los deportes colectivos con el fin de comprender dinámicas de entrenamiento y perfil de lesiones.

Debido a factores ambientales y anatómicos, Huston (2000) describe que “las mujeres tienen entre 4 y 6 veces más probabilidades que los hombres de sufrir una ruptura del LCA. Además, las mujeres atletas tienen una mayor incidencia de lesiones de LCA sin contacto. Se cree que esta diferencia es de origen multifactorial”. entonces el deporte femenino se encuentra dentro de un grupo de riesgo significativo, el cual precisa de la implementación de programas de entrenamiento preventivo para reducir el % de lesiones.

La participación de las mujeres en todas las disciplinas deportivas se ha aumentado en los últimos años, tanto amateur como profesional y cada vez más desde edades escolares. Huston (2000) identifica que “los deportes con mayor incidencia de lesiones de LCA en mujeres son futbol, basquetbol, voleibol, handbol,

rugby y atletismo”. la preparación física de esta población pasa a ser significativa con el objetivo de aumentar el rendimiento y longevidad deportiva.

Las lesiones del LCA se producen comúnmente durante la práctica de actividades deportivas. Yu B & col (2002) encuentran que “su incidencia se ha estimado en 1 de cada 3000 personas al año dentro de la población general de los estados unidos” además de encontrar datos importantes en cuanto al mecanismo de lesión “alrededor del 70% de las rupturas del LCA son el resultado de lesiones sin contacto de la rodilla, como puede ser detenerse en forma súbita, hacer giros, pivote en una pierna o aterrizar después de un salto, el otro 30% es el resultado de un contacto de la rodilla con otro jugador o con otro objeto”

La preocupación por reducir el % de ruptura de LCA ha motivado a la estructuración de programas de entrenamiento ,entre los cuales se encuentran el FIFA 11+ y el PEP program,Holly & col(2017) revisaron la efectividad del FIFA 11 + en 1525 jugadores concluyendo que “con una correcta implementación de este programa ,se tiene el potencial para disminuir la tasa de lesiones de LCA en jugadores de futbol competitivos” por otro lado Vescovi & Vanheest (2010) observaron la efectividad del PEP program en una población de 58 jugadoras de futbol adolescentes encontrando lo siguiente “programas de prevención de lesiones del LCA diseñados como una rutina de calentamiento estructurada parece carecer de los estímulos necesarios para mejorar el rendimiento deportivo” sin embargo es una herramienta complementaria para reducir el % de lesión del LCA.

Esta revisión sistemática hace evidente que la implementación de programas de entrenamiento para la prevención de lesiones de LCA, permite disminuir el costo sanitario que conlleva una lesión de este tipo, aportando de este modo a la comunidad deportiva femenina una herramienta importante dentro de su preparación física.

2. OBJETIVOS

- Recopilar estudios sobre los efectos del entrenamiento en la prevención de lesiones en ligamento cruzado anterior en deporte colectivo femenino.
- Identificar los contenidos a tener en cuenta para la programación del entrenamiento preventivo.
- Proporcionar información sobre el impacto de la aplicación de programas de entrenamiento preventivo en lesiones de ligamento cruzado anterior
- Ayudar a la actualización de información sobre programas de entrenamiento preventivo en deporte femenino

3. METODOLOGIA

Para la realización de la revisión se buscaron investigaciones previamente publicadas sobre el tema que proporcionaran evidencia científica sobre programas de entrenamiento preventivo en deporte colectivo femenino, teniendo en cuenta la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas²⁴. Los criterios de inclusión y exclusión que fueron empleados para la selección de los artículos fueron:

Criterios de inclusión

- Estudios experimentales de control aleatorizado y no aleatorizado.
- Protocolos aplicados en equipos
- mujeres físicamente activos o deportistas.
- Artículos en español e inglés, publicados del 2010 al 2020

Criterios de exclusión

- Artículos no disponibles.
- Revisiones sistemáticas.
- Actas de congresos o simposios.

Las bases de datos scopus y pubmed, debido a la relevancia científica de sus artículos y la aplicación al deporte. Para conseguir los artículos completos se utilizaron otras páginas como: researchgate o Google académico ya que cuenta con un amplio repositorio documental para recolectar la información necesaria frente a los artículos utilizados.

En el desarrollo de la búsqueda de artículos se usaron las palabras clave: “female” (femenino), “injury prevention” (prevención lesiones), “prevention program in team sports” (Programas de prevención en deportes colectivos), “cruciate ligament” y “knee” (Rodilla).

Esta búsqueda dio como resultado, 80 artículos en Scopus y 67 en PubMed. Después de efectuar esta primera búsqueda se analizaron los trabajos encontrados.

En todos los estudios seleccionados se implementó algún tipo de intervención en búsqueda de reducir el % de lesiones en LCA. La muestra final de estudios analizados de la presente revisión fue de [n=12] artículos, tal y como se muestra en la figura 1.

La información obtenida de esta revisión se ha dividido en apartados de acuerdo con los parámetros medidos en las diferentes investigaciones.

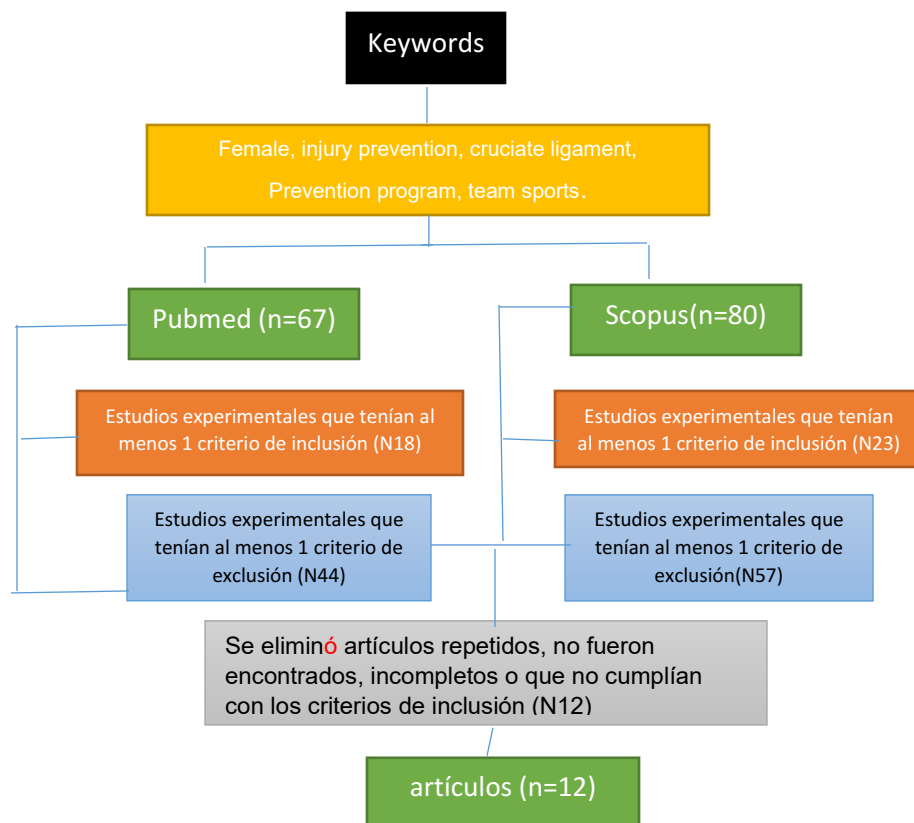


Figura 1. Diagrama flujo selección de trabajos científicos para la revisión científica

4. MARCO TEORICO

4.1 ANATOMIA Y BIOMECANICA DE RODILLA

La rodilla es la articulación que une el fémur con la tibia, pero, debido a la diferente dirección de las diáfisis de ambos huesos, dicha unión forma un ángulo obtuso, abierto lateralmente, de entre 170° y 175°, llamado valgo fisiológico. La disminución de dicho ángulo se conoce como genu valgo, mientras que su aumento y, sobre todo, su inversión, es la condición conocida como genu varo. Vistos de perfil, fémur y tibia se encuentran en alineación, salvo en ciertas circunstancias –conocidas como genu recurvatum– en las que existe un ángulo obtuso de alrededor de 175° abierto hacia adelante. La rodilla es la mayor y la más compleja de las articulaciones del cuerpo humano.¹⁴

Desde un punto de vista funcional ha de conjugar dos objetivos casi excluyentes entre sí, como son la gran estabilidad y resistencia al peso que tiene que soportar y la movilidad suficiente para trasladarlo. Desde un punto de vista estructural, la rodilla está constituida por dos articulaciones reunidas por una cápsula común: la femorotibial –dividida, a su vez, en un compartimiento interno y otro externo– y la femororrotuliana, situada en la parte anterior del complejo articular. ¹⁴

BIOMECANICA

En la articulación de la rodilla se pueden realizar movimientos en dos planos, llamándose de flexo extensión los que se desarrollan en el plano sagital y de rotación los que tienen lugar en un plano frontal. Éstos son los movimientos principales, pero debido a la plasticidad articular y sólo de forma pasiva, la rodilla puede permitir movimientos de muy escasa amplitud en el plano frontal. Los movimientos más aparentes de la rodilla son los de flexo extensión y durante los mismos los cóndilos femorales ruedan y se deslizan a la vez sobre las glenoides tibiales, de tal manera que el eje en torno al cual se realizan, dispuesto transversalmente entre ambos epicóndilos, varía constantemente de posición y de dirección. Durante la flexión los cóndilos femorales tienden a desplazarse hacia

atrás, pero lo hace más el externo, con lo que el eje mecánico rota lateralmente (en el sentido de las agujas del reloj en la rodilla derecha). Durante la extensión sucede lo contrario; los cóndilos ruedan hacia delante y rueda más el externo que el interno, por lo que el eje bicondíleo se desplaza hacia delante y rota medialmente. Éste es el motivo por el que actualmente existe la tendencia a hablar de centros instantáneos de rotación. Partiendo de la posición anatómica.¹⁴

Los movimientos de la articulación de la rodilla están controlados por una serie de factores limitantes de distinta naturaleza. La flexión está limitada, por un lado, por la distensión del cuádriceps; por otro, por el contacto y mutua compresión de las partes blandas situadas en la región posterior del muslo y de la pierna; y por la captación de las partes posteriores de los meniscos entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales. La disposición espacial de las fibras que integran los ligamentos cruzados hace que el LCP se halle en tensión tanto en máxima flexión como en posiciones intermedias. El movimiento de extensión está limitado por la distensión de los músculos flexores, la captación de las partes anteriores de los meniscos entre los cóndilos femorales y los platillos tibiales, la tensión progresiva a la que se ven sometidas las estructuras fibrosas de la pared posterior de la cápsula y la tracción ejercida sobre los ligamentos colaterales, ya que se encuentran por detrás del eje de flexo extensión. Además, el LCA se halla tenso en extensión máxima, representando uno de sus frenos. Ambos ligamentos cruzados tienen un papel importantísimo en el desarrollo de los movimientos de flexo extensión, puesto que el LCA es el responsable del deslizamiento hacia delante de los cóndilos, limitando su traslación posterior a causa del rodamiento, mientras que el LCP es el responsable del deslizamiento de aquéllos hacia atrás y limita su traslación anterior. ¹⁴

La rotación de la rodilla no puede realizarse con la articulación extendida. Ello se debe a la tensión a la que están sometidos tanto los ligamentos cruzados como los ligamentos colaterales. Sólo cuando la rodilla se flexiona la distensión de las estructuras citadas permite los movimientos de rotación. Los principales factores limitantes de la rotación externa son los ligamentos colaterales. Éstos se

tensan simultáneamente, pero en sentido contrario, ya que, debido a la distinta oblicuidad de sus fascículos (hacia abajo y adelante para el colateral interno y hacia abajo y atrás para el colateral externo), al rotar externamente la tibia bajo el fémur, la inserción tibial del colateral interno se desplaza todavía más hacia delante, mientras que la inserción del colateral externo, peroneal, se desplaza aún más hacia atrás, con lo que ambos ligamentos se tensan. También se opone a la rotación externa la distensión de los músculos rotadores internos (semitendinoso y semimembranoso), pero sobre todo el músculo poplíteo, debido a la disposición más transversal de sus fibras. La rotación interna está limitada fundamentalmente por los ligamentos cruzados, puesto que a medida que la rotación progresa va aumentando su mutuo enrollamiento y, en consecuencia, su grado de tensión. ¹⁴

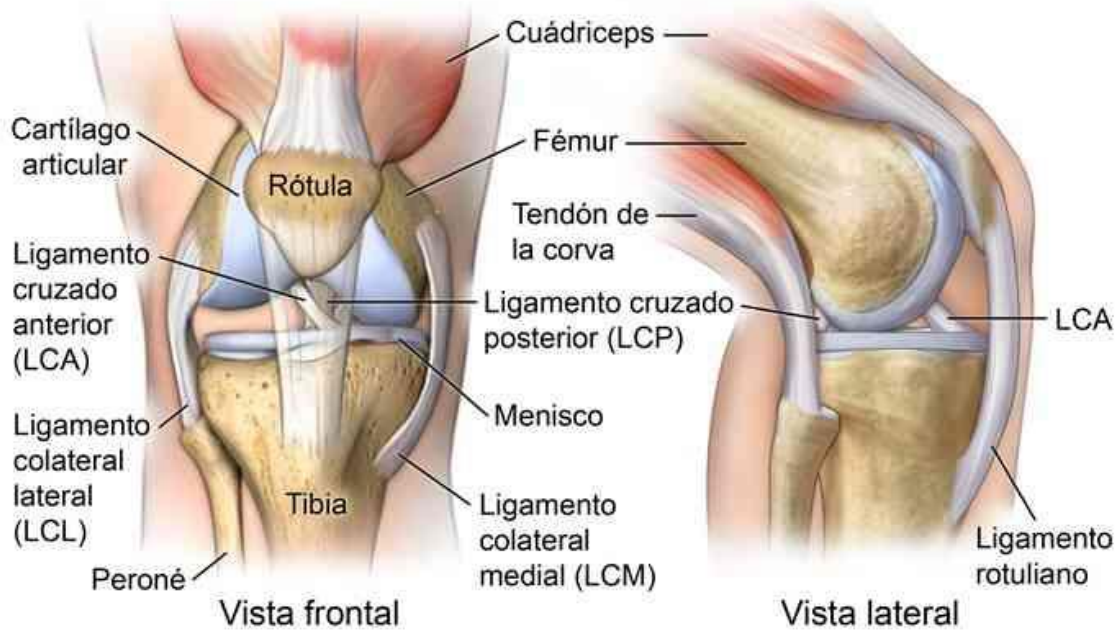


Figura 1 Anatomía de la rodilla (14)

4.2 EPIDEMIOLOGIA

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) se producen comúnmente durante la práctica de actividades deportivas .su incidencia se ha estimado en 1 de cada 3000 personas al año dentro de la población general de los estados unidos. Alrededor del 70% de las rupturas del LCA son el resultado de lesiones sin contacto de la rodilla, es decir, suceden realizando actividades como detenerse en forma súbita, hacer giros, pivote en una pierna o aterrizar después de un salto. El otro 30% es el resultado de un contacto de la rodilla con otro jugador o con otro objeto.¹³

Las lesiones de LCA son comunes en atletas y a menudo requieren cirugía, seguido de una extensiva recuperación, se estima que la incidencia de lesiones de LCA en el fútbol esta entre un rango de 0,06 a 3,7 por cada 1000 horas de juego activo (training and games)⁴. Varios estudios han puesto de manifiesto el mayor riesgo de lesiones de rodilla en mujeres futbolistas y especialmente del (LCA)^{17,18}, siendo este ultimo de 2 a 4 veces superior en el sexo femenino. El LCA está constituido por dos fascículos: el anteromedial y el posterolateral. El primero de ellos aporta estabilidad anteroposterior a la rodilla, y el segundo evita la inestabilidad rotatoria. Las roturas del LCA condicionan un tiempo de baja deportiva prolongado: alrededor de 6-9 meses independientemente de la técnica quirúrgica utilizada ¹⁹. Dos consecuencias a tener en cuenta tras una lesión de este tipo son, por un lado, el riesgo aumentado de padecer una nueva lesión, y por otro, la aparición a largo plazo de procesos degenerativos de tipo artrósico en la rodilla lesionada.

Por lesión del LCA se entiende la rotura total o parcial del LCA que incapacita a la futbolista para la práctica deportiva. El diagnóstico de la lesión se baso inicialmente en la constatación de una inestabilidad anterior con o sin inestabilidad rotatoria y comprobada posteriormente mediante resonancia magnetica¹⁹.

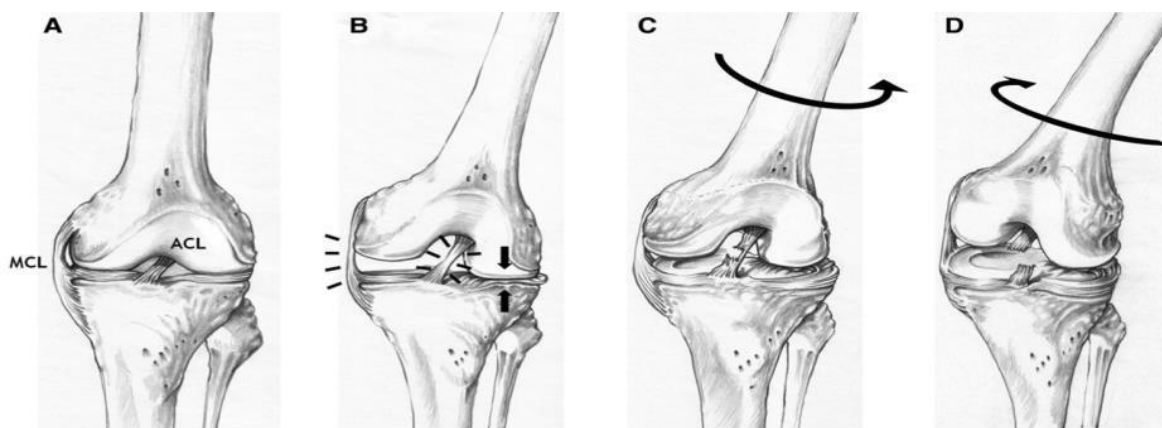


Figura 2 Ruptura Ligamento Cruzado Anterior (14)

4.3 MECANISMO DE LESIÓN LCA

Es importante conocer la forma en la cual se produce la lesión, posibilitando de esta forma la conformación de programas enfocados a su prevención. Un estudio realizado por el Fútbol Club Barcelona [19](#) registraron las lesiones de LCA durante 3 temporadas, se encontró que se produjeron por un mecanismo indirecto, que se produce sin que exista un traumatismo directo con otro jugador y en el que se observa un fallo en los elementos estabilizadores de la rodilla, en el mismo se encontró 11 roturas del LCA: 4 en la temporada 2007-2008 (todas ellas en partidos), 3 en la 2008-2009 (2 en entrenamientos y 1 en un partido) y 4 en la 2009-2010 (2 en entrenamientos y 2 en partidos).

Por otro lado, varios estudios en los cuales se realizaron video análisis de lesiones por no contacto sugiere una combinación de aducción de cadera y rotación interna, valgo de rodilla, rotación externa de tibia & eversión de tobillo, juntos crean “valgo dinámico de rodilla” y incrementan el riesgo de lesiones de LCA. [20,21,22](#)

Además de esto las lesiones de LCA ocurren en situaciones de no contacto cuando el jugador realiza movimientos rápidos de corte lateral, anteriormente hemos encontrado un mayor riesgo de lesiones del LCA sin contacto entre atletas femeninas mostrando una combinación de electromiografía reducida preactividad en el músculo isquiotibial, medial junto con un aumento preactividad del músculo cuádriceps, además se encontró que un excesivo Angulo en valgo de rodilla y momentos marcados de valgo durante un drop jump fueron los principales predictores de riesgo de lesión del LCA sin contacto.

4.4 FACTORES DE RIESGO

Se ha estimado que las mujeres deportistas tienen entre 4 y 6 veces más probabilidades que los hombres de sufrir una ruptura del LCA. Además, las mujeres atletas tienen una mayor incidencia de lesiones de LCA sin contacto. Se cree que esta diferencia es de origen multifactorial.¹³

Los factores de riesgo que se han estudiado para sufrir una ruptura del LCA se han catalogado en: ambientales, anatómicos, hormonales y biomecánicos.¹³

Ambientales: Existe evidencia de una relación directa entre la fricción que genera la superficie en que se practica un deporte y las lesiones del LCA sin contacto. La fricción entre los materiales, la temperatura de las superficies y el diseño de las suelas pudieran ser un factor de riesgo para las rupturas del LCA sin existir evidencia de que incrementen la incidencia de las lesiones sin contacto en mujeres.¹³

Anatómicos: Las diferencias anatómicas entre hombres y mujeres pudieran ser un factor que contribuya a un incremento en el riesgo de lesión del LCA.

Shelbourne & colaboradores ²⁵ estudiaron el ancho de la escotadura intercondílea en mujeres, encontrando menores dimensiones que en hombres. Sin embargo su estudio no demostró diferencias de género en el riesgo de ruptura de LCA, por otro lado Muneta & colaboradores ²⁵ encontraron que el área transversal del LCA es significativamente mayor en hombres, lo que sugiere que un menor diámetro del LCA en mujeres puede ser un factor de riesgo para ruptura.

El Angulo Q, cuyo valor normal es de 8° a 17° es consistentemente mayor en las mujeres. Este aumento se atribuye a que, en promedio, la pelvis de la mujer es más ancha y el fémur más corto (figura 3). Al existir un ángulo Q elevado

aumenta el estrés medial sobre los ligamentos de la rodilla. La población de atletas con lesión del LCA tiene un ángulo Q aumentado en relación con los atletas no lesionados.¹³

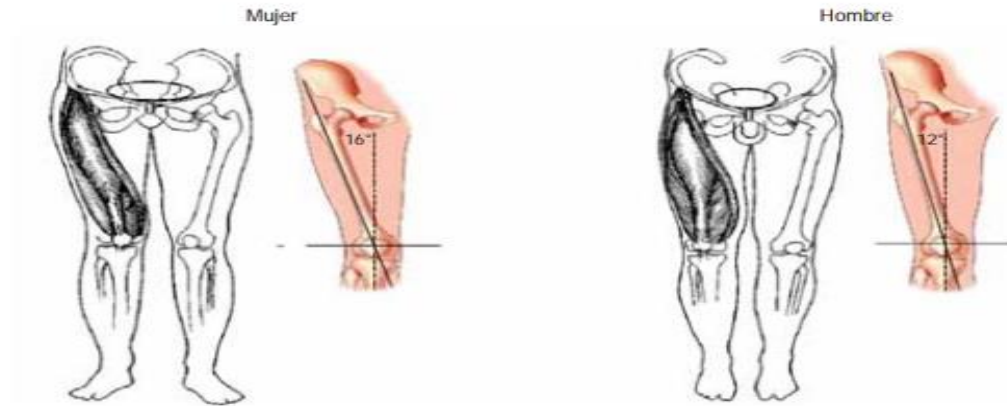


Figura 3 Diferencias en la pelvis y longitud del fémur entre hombres y mujeres que condicionan la diferencia en el ángulo Q (13)

Como se enunció anteriormente las mujeres tienen mayor tendencia a sufrir una ruptura de LCA, comparando con atletas hombres, las mujeres adolescentes muestran mejores fuerzas de aterrizaje y mejor vuelo durante los saltos, esta ventaja es posible durante la pubertad, mientras que después de la adolescencia es mayor el riesgo de lesión, la incidencia de lesión de LCA empieza a aumentarse entre los 10 a 12 años, niños y niñas de 10 años mostraron un pequeño riesgo en el patrón de movimiento durante los saltos, los cuales incluyen menor flexión de rodilla y incremento de valgo de rodilla.⁴

4.5 ENTRENAMIENTO DEL CORE

Se propone una progresión para el entrenamiento del Core 16, en la cual se busca aumentar la fuerza del pilar importante en todas las acciones de aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección.

1.Realizar correctamente las planchas en cada una de sus posiciones.	
2.comenzar con los rollout con apoyo de rodillas, con pelotas de estabilidad, que actúan como una rueda gigante	
3.Luego pasar al rollout con Wheel en apoyo de rodilla y/o suspendido con TRX	
4.Knee UP con dos piernas	
5.Rollout con barra	
6.Rollout con pelota en apoyo de pies	
7.Pike con pelota de estabilidad	
8.Knee up en TRX con apoyo de codos	
9.Knee up en TRX con codos extendidos	
10.Pike en TRX	

Tabla 1. Progresión entrenamiento del core Boyle M (6)

La importancia del entrenamiento del Core radica en la estabilidad que debe tener el núcleo en todas las acciones de aterrizajes, cambios de dirección, frenos y aceleraciones, observadas comúnmente en los deportes colectivos.

Siguiendo esta guía y entendiendo el mecanismo lesional propuesto por Silvers & col (2007), la implementación de esta progresión propuesta por Boyle (2016), podría impactar positivamente sobre la reducción del % de lesión en LCA.

4.6 ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR

El desarrollo de programas de entrenamiento para prevención de rupturas de LCA incluyen ejercicios que desarrollan el desempeño neuromuscular, la propiocepción en los momentos de flexión de las rodillas y el balance corporal durante el salto, aterrizaje, correr y girar.¹³

El entrenamiento neuromuscular es un método que desarrolla la capacidad del atleta de procesar y utilizar la información sensorial para coordinar y controlar la fuerza muscular con el fin de dar mayor estabilidad a las articulaciones.¹³

Diferentes autores observados en el presente estudio, como Emery (2012), Walden (2012), Hagglund (2013), Aerts (2015), Zebis (2015), & Achenbach (2017) aplican programas de entrenamiento neuromuscular buscando la prevención de lesiones en población femenina de deportes colectivos.

Titulo / autor	Descripción programa	Características programa
Programa de calentamiento neuromuscular Walden (2012)	Cada ejercicio está dividido en 4 niveles de dificultad consiste principalmente en	Seis ejercicios 1. sentadilla con una pierna. 2. Levantamiento pélvico 3. sentadilla a dos piernas 4. El banco

	Control de rodilla & estabilidad del Core	5. La estocada 6. Técnica de salto aterrizaje
Programa de entrenamiento neuromuscular específico de fútbol Emery (2012)	Consiste en ejercicios de: *Estiramiento dinámico *Fuerza excéntrica *Agilidad *Salto y equilibrio	Ejercicio de isquiotibial, estocadas caminando, estabilidad del Core, salto a una pierna, foco en la alineación de rodilla, ejercicios de equilibrio.
Programa entrenamiento neuromuscular Hagglund (2013)	Efecto preventivo de 15 minutos de aplicación del programa.	Se aplica lo utilizado por Walden (2012) & Emery (2010)
Programa de prevención Aerts (2015)	Apunta a mejorar la técnica de aterrizaje durante 3 meses.	Primer mes: Ejercicios focalizados en técnicas básicas de sentadilla, estocadas y saltos lado a lado. Segundo mes: Ejercicios fundamentales como saltos con una pierna en cuclillas y se entrenaron saltos en terrenos inestables. Tercer mes: Ejercicios como saltos máximos y carrera con movimiento de corte
Programa de entrenamiento neuromuscular Zebis(2015)	Incluye niveles de dificultad progresiva. El enfoque principal de los ejercicios fue mejorar el cuerpo conciencia y control motor en la cadera,	Movilidad articular, propiocepción, propiocepción con carretilla, antirrotación con banda, ejercicios de carrera, Técnica correcta de aterrizaje, saltos unipodales, contactos con compañero, técnica

	rodillas y tobillos al estar de pie, correr, hacer cortes laterales, saltar y aterrizar.	específica, fortalecimiento y activación específica del hombro.
Ejercicios neuromusculares Achenbach (2017)	El programa consistió en 15 minutos de 2 a 3 veces por semana, durante 10 a 12 semanas en pretemporada y una vez por semana en periodo competitivo	5 ejercicios con 3 pasos de dificultad incluyen ejercicios de salto, ejercicios de aterrizaje, propiocepción, pliometría y ejercicios de fuerza en cuádriceps, isquiotibiales y Core.

Tabla 2. Resumen contenidos programas de entrenamiento neuromuscular

Observando detalladamente los contenidos de los programas de entrenamiento neuromuscular, se observa que el énfasis se encuentra en el fortalecimiento de cuádriceps, isquiotibial, Core, además de estimular la propiocepción y enseñar la técnica correcta de aterrizaje.

4.7 FIFA 11+

Las lesiones en el fútbol ocurren por contacto y no contacto, las últimas tienen un 70% de incidencia según varios estudios, la FIFA en compañía con el centro de investigación F-MARC proponen un programa de prevención de lesiones el "11+", el cual puede reducir entre un 30-50 % las lesiones.

La FIFA decide implementar este programa alrededor del mundo en la copa del mundo Sudáfrica 2010, el programa de desarrollo fue utilizado para educar entrenadores, técnicos, árbitros y staff técnicos, en diferentes estudios científicos se observa que los equipos que implementan el "11+" en su entrada en calor muestran una reducción significativa en la tasa de lesiones tanto para

entrenamientos como partidos en comparación con una entrada en calor convencional.

Equipos que realizan continuamente el “11+” dos veces por semana, muestran un 37% menos de lesión durante entrenamientos y un 29% menos durante partidos, además se observa que las lesiones severas se reducen hasta un 50%. este estudio fue publicado en la British medical journal en 2008.

Un estudio realizado por Taghizadeh & col (2019) en jugadoras del ShahrDari Bam de la super liga de futbol, en el cual el principal objetivo fue validar el efecto del programa de prevención de lesiones FIFA 11+ sobre el equilibrio dinámico y la fuerza isométrica de la rodilla. [26](#)

La aplicación se realizó en 30 jugadoras durante 8 semanas con una frecuencia de 2 días y una duración de 20-25 minutos ,se encontró que el programa ayuda a incrementar significativamente la fuerza en flexión y extensión de rodilla y el equilibrio dinámico en direcciones posteriores y postero lateral, se concluye que el FIFA 11 + tiene efectos sobre la fuerza muscular y equilibrio dinámico en direcciones posterior y postero lateral sobre jugadoras de futbol profesional, debido a que incluye movimientos específicos de futbol, además de ejercicios de pliometría ,fuerza y equilibrio. Esto es un factor preventivo en las lesiones de extremidades inferiores porque incrementa la fuerza de rodilla. [26](#)

5.RESULTADOS

Después de realizar una revisión de las investigaciones de programas para prevención de lesión en LCA ,se observó que la aplicación de estímulos neuromusculares, estabilidad del Core ,mejora de la técnica de aterrizaje, pueden ayudar a disminuir el % de lesión en LCA,como también un alto grado de cumplimiento en la asistencia a los programas por parte de los atletas, sin embargo se observó que no tienen una incidencia significativa sobre el rendimiento de las deportistas, por esto se sugiere la implementación de

estrategias de prevención de lesión durante la fase inicial del entrenamiento combinando también trabajo de fuerza en miembros inferiores y estabilidad del Core en la fase central.

Titulo	Autor/año	Variable	Resultado	conclusión
Prevención de lesiones agudas de rodilla en mujeres adolescentes jugadoras de fútbol	Walden et al., 2012	<p>Colección de información durante la temporada competitiva por parte de los fisioterapeutas.</p> <p>Vigilancia de lesiones por medio de cuestionarios, este cuestionario incluía nombre, seguridad social, antropometría, menarquia, lesiones agudas previas, quejas actuales de rodilla, antecedentes familiares de lesión de LCA</p> <p>Los entrenadores del grupo experimental documentaban la ejecución del programa de calentamiento en los jugadores.</p>	<p>Siete jugadores (0.28%) en el grupo de intervención y 14 (0.67%) en el grupo control tuvo una lesión del ligamento cruzado anterior</p> <p>Se observo una reducción del 64% en la lesión del LCA en el grupo experimental</p> <p>La diferencia de tasa absoluta fue -0.07(intervalo de confianza del 95%-0.13 a 0.001) por 1000 horas de juego a favor del grupo de intervención. No se observaron reducciones significativas de la tasa de resultados secundarios.</p>	<p>El programa de calentamiento neuromuscular reduce significativamente la tasa de lesión del ligamento cruzado anterior en jugadoras de futbol adolescentes, sin embargo, la diferencia de tasa absoluta no alcanzo diferencias significativas, posiblemente al pequeño número de eventos.</p>
¿El programa FIFA 11+ de prevención de lesiones reduce la ¿incidencia de lesión de LCA en jugadoras de futbol femenino?	Holly et al,2017	<p>Registro en base de datos, del cumplimiento del programa, lesiones específicas, lesiones de LCA y pérdida de tiempo por la lesión.</p> <p>El preparador físico registro y controlo la colección de los datos de las lesiones.</p>	<p>El riesgo de lesión del LCA fue menor en los equipos, que implementaron el FIFA 11 + en comparación de los equipos que no lo realizaron,1,1% (3 de 19) grupo intervención y 2,4% (16 de 19) de riesgo relativo en grupo control.</p> <p>Existieron menores lesiones por contacto de LCA en los futbolistas que usaron el FIFA 11+ en comparación con los que no 0,35% (1 de 7) grupo intervención versus 0,90%(6 de 7) grupo control.</p> <p>Existieron menores lesiones por no contacto en LCA en jugadores</p>	<p>Con una correcta implementación de este programa, se tiene el potencial para disminuir la tasa de lesiones de LCA en jugadoras de futbol competitivo.</p> <p>Además, esto también puede mejorar el desarrollo y la difusión de la prevención de lesiones y puede mitigar el riesgo para los atletas que utilizan el programa</p>

			<p>que realizaron el FIFA 11 + comparado con los que no 0,70%(2 de 12)grupo intervención versus 1,5%(10 de 12) grupo control.</p> <p>Comparando entre césped natural y césped sintético se encontró que en césped natural el grupo intervención tuvo un riesgo relativo de lesión de 0,7%(2 de 9) versus grupo control 1,05%(7 de 9) por otro lado en césped sintético el grupo intervención tuvo 0,35%(1 de 10) en comparación con el grupo control 1,35%(9 de 10).</p>	<p>consistentemente. Se necesitan más estudios para analizar la rentabilidad de la implementación del programa y analizar la eficacia de FIFA 11</p>
<p>Efecto de 3 meses de un programa de prevención en la técnica de salto y aterrizaje en basquetbol</p>	<p>Aerts et al.,2015</p>	<p>La técnica de salto y aterrizaje se determinó en todos los atletas registrando la misma con el sistema JLS, pre y post intervención.</p>	<p>Después del programa de prevención, los atletas del grupo intervención, aterrizaron en una posición significativamente menos erguida que los del grupo control ($p < 0,05$), esto fue presentado por una mejora significativa en la flexión máxima de cadera y rodilla, rango de movimiento activo de cadera y rodilla. Otro descubrimiento importante en la post intervención fue que el valgo de rodilla durante el aterrizaje disminuyo significativa ($p < 0,05$) en el grupo intervención comparado con el grupo control, además el grupo control mejoro significativamente ($p < 0,05$) los puntajes en el sistema JLS entre el pre y postintervención.</p>	<p>Desalineaciones como la posición en valgo y la flexión insuficiente de la rodilla y cadera, previamente identificadas como posibles factores de riesgo de lesiones en las extremidades inferiores, mejoraron significativamente después de la finalización del programa de prevención. El sistema JLS puede ayudar a identificar estos desajustes</p>
<p>Efectos biomecánicos de una lesión.</p>	<p>Thompson et al.,2016</p>	<p>Los datos de captura de movimiento de pre y posttemporada fueron recolectados durante tareas de corte planificado de antemano,</p>	<p>Los atletas del grupo de intervención redujeron el momento pico en valgo de la rodilla en comparación con el grupo de control durante el</p>	<p>El programa F-MARC 11 puede ser efectivo para mejorar algunos factores de riesgo de una lesión de</p>

<p>programa de prevención en preadolescentes atletas de fútbol femenino</p>		<p>corte no anticipado, salto con dos piernas y salto con una sola pierna. Los ángulos y momentos de las articulaciones de las extremidades inferiores se estimaron utilizando OpenSim, un sistema de modelado biomecánico.</p>	<p>salto a dos piernas. No se encontraron diferencias significativas en el cambio en el momento pico en valgo de la rodilla entre los grupos para cualquier otra actividad. Análisis adicionales revelaron una mejora en el momento máximo de eversión del tobillo después del entrenamiento. durante el corte preplanificado (P = .015), el corte no anticipado (P = .004) y el salto a dos piernas (P = .016) en comparación con el grupo de control. Otros factores de riesgo secundarios no mejoraron significativamente después del entrenamiento, aunque mejoró el ángulo máximo en valgo de la rodilla. en el grupo de control en comparación con el grupo de intervención durante el corte no anticipado (P = .018).</p>	<p>ligamento cruzado anterior durante un salto a dos piernas en preadolescentes, sobre todo reduciendo el momento pico en valgo de la rodilla.</p>
<p>El entrenamiento con vibraciones de todo el cuerpo mejora la flexibilidad y el perfil de fuerza de la rodilla, flexores y relación de fuerza de isquiotibiales a cuádriceps en mujeres</p>	<p>Karatrantou et al.,2012</p>	<p>Se observaron los picos isocinéticos y isométricos, además del esfuerzo de torsión de los extensores y flexores de rodilla, Relación isquiotibial / cuádriceps "funcional", flexibilidad y rendimiento del salto vertical, además se observó la retención de las ganancias de rendimiento 21 días después de WBVT.</p>	<p>Los valores de las variables controladas fueron mayores en proporción a los previos del entrenamiento en el grupo intervención (p<0.05), Sin embargo, permanecieron sin cambios en el grupo control. Los valores post entrenamiento fueron mayores en el Grupo intervención en comparación con el grupo control (p<0.05). 21 días siguiendo WBVT, los valores post-entrenamiento ya no eran significativamente diferentes a los valores previos al entrenamiento. Un término corto del WBVT</p>	<p>La aplicación corta del programa WBVT mejora flexibilidad, el perfil de fuerza de los flexores de rodilla y la relación funcional entre isquiotibiales y cuádriceps en mujeres activas, entrenadores y fisioterapeutas deberían considerar este tipo de entrenamiento como un ejercicio efectivo para mejorar la</p>

			program no tuvo efecto sobre los perfiles de fuerza en extensores de rodilla y rendimiento de salto vertical	asimetría de fuerza de los músculos recíprocos en la articulación de la rodilla
Efectos de la formación en prevención basada en evidencias factores de riesgo neuromusculares y biomecánicos para la lesión del LCA en atletas adolescentes	Zebis et al.,2015	Los jugadores fueron testeados mientras realizaban un movimiento de corte lateral al inicio del estudio y seguimiento a las 12 semanas, utilizando electromiografía de superficie y análisis de movimiento tridimensional. se calculó amplitud del vasto lateral, semitendinoso y bíceps femoral 10 ms antes del contacto inicial, normalizado a la amplitud máxima de electromiografía registrada durante contracción isométrica voluntaria máxima y vasto lateral /semitendinoso diferencia proactividad en electromiografía durante 10 ms antes del contacto del pie. se midió el máximo momento de la rodilla en valgo articular y Angulo valgo de la rodilla antes del contacto inicial.	Hubo una diferencia entre los grupos en seguimiento en la preactividad del valgo lateral y semitendinoso (43% de diferencia entre grupos; en el contacto inicial del 95%:32% a 55%) No se observaron diferencias entre los grupos para las variables cinemática y cinética.	Un programa de prevención de lesiones de 12 semanas en conjunto con entrenamientos y partidos en adolescentes futbolistas alteraron el patrón del músculo agonista-antagonista Preactividad durante el corte lateral. Esto puede representar una estrategia más de protección motor para el ACL.
La efectividad de una estrategia de prevención neuromuscular para reducir las lesiones en el fútbol juvenil.	Emery et al.,2010	Se realizo una vigilancia de lesiones mediante un cuestionario medico de referencia, evaluación de referencia ,datos de exposición diaria y formas de reporte de lesiones previamente validadas en comunidad de futbolistas adolescentes, estos incluían altura,peso,pierna dominante basada en la pierna que patea y el tiempo con ojos cerrados en el test de balance unipodal AIREX	Hubo un total de 129 lesiones,50 en el grupo de entrenamiento (n=380) y 79 en el grupo control (n=364). El rango de lesión en grupo de entrenamiento fue de 2.08 lesiones/1000 horas de juego, y en el grupo control 3.35 lesiones/1000 horas de juego. En el grupo entrenamiento ,46 jugadores sufrieron una lesión, y 2 jugadores tuvieron 2 lesiones. Por otro lado, en el grupo control,63 jugadores sufrieron una	Un programa de entrenamiento neuromuscular protege de todas las lesiones y lesiones de aparición aguda en adolescentes futbolistas.

		<p>BALANCE PAD.</p> <p>A cada equipo se le asignó un equipo designado para registrar toda la exposición de participación diaria datos en una hoja de exposición semanal para cada juego y práctica. En caso de lesión futbolística, el jugador recibió un El número de identificación de la lesión que también se incluyó en la finalización del calentamiento de 15 minutos también se registró en el WES.</p> <p>Se entregó un diario de casa a cada participante del estudio para registrar finalización semanal del programa de entrenamiento en casa.</p>	<p>lesion,5 jugadores sufrieron 2 lesiones, y 2 jugadores sufrieron 3 lesiones.</p> <p>La exposición a horas de entrenamiento para el grupo entrenamiento fue de 24051(n=380), y para el grupo control de 23597 (n=364)</p> <p>la comparación de las tasas de lesiones por tipo de lesión según el análisis de regresión de Poisson, asociada con el estudio de grupo y significancia de covariantes se resumen con 95%,hubo una reducción del 38% en todas las lesiones en el grupo de entrenamiento en comparación con el grupo control y una reducción del 43% en las lesiones de inicio agudo.</p>	
<p>Efectos de la perturbación o el entrenamiento pliométrico en el control del núcleo y Carga de la articulación de la rodilla en mujeres durante los movimientos laterales.</p>	<p>Weltin et al.,2016</p>	<p>Medición de la cinemática del tronco, la pelvis y los momentos de la articulación de la rodilla, durante los saltos laterales reactivos y maniobras de corte no anticipadas antes y después de 4 semanas, se comparó entre grupos.</p>	<p>La rotación del tronco lejos del nuevo movimiento, la reducción se redujo ($p<0.001$), mientras que la rotación de la pelvis hacia la nueva dirección se incrementó ($p=0,006$) después del programa PPT. además, hubo una disminución de los momentos de extensión de la rodilla. ($p=0,028$) y momentos de rotación interna de la rodilla ($p<0,001$) se informaron después de ambos entrenamientos. Además, el PPT redujo la rotación del tronco en 7.2° durante esquejes no anticipados.</p>	<p>4 semanas del programa de entrenamiento PPT mejora el control del Core con una reducción de la rotación de tronco y reduce los momentos de extensión en la articulación durante saltos reactivos laterales, durante el entrenamiento, deberían introducirse perturbaciones para mejorar el control del núcleo durante movimientos atléticos dinámicos, posiblemente reduciendo el riesgo</p>

				de lesiones de ligamento cruzado anterior.
Los ejercicios neuromusculares previenen lesiones graves de rodilla en adolescentes jugadores de balonmano del equipo	Achenbach, et al.,2017	<p>Registro de la información personal y antropométrica en un cuestionario estandarizado al inicio de la temporada.</p> <p>Los entrenadores registraron las lesiones presentes tanto en entrenamientos como juegos, las mismas fueron categorizadas en 5 categorías de severidad. la incidencia de lesión fue calculada por 1000 horas de exposición del equipo a juego y entrenamientos.</p>	<p>La exposición general del equipo en juegos y entrenamientos fue de 44.207 horas y 158,4 horas por jugador.</p> <p>sesenta y ocho (24%) de los 279 jugadores sostuvieron 82 lesiones que resultan en una incidencia general de lesiones de 1,85 por 1000 horas de exposición al balón mano.</p> <p>Los jugadores sub 18 tuvieron una mayor exposición por jugador que los jugadores sub 16 226,9 H vs 146,8 H, pero la misma incidencia de lesiones de 1,85 vs 1,86 por cada 1000 H</p> <p>La comparación de incidencia de lesión entre los 2 sexos fue de 1.91 por 1000 h en hombres y 1,78 en mujeres</p> <p>La incidencia de lesión fue de 1,0 por 1000 h en entrenamiento y 8,2 en partidos</p> <p>Las lesiones severas de rodilla ocurrieron significativamente más en el grupo control (incidencia de lesión 0,33/1000 h) en comparación con el grupo intervención (incidencia de lesión 0,04/1000h)</p>	<p>Ejercicios neuromusculares frecuentes previenen lesión severa de rodilla en adolescentes jugadoras de balonmano y por lo tanto debe incluirse en la rutina práctica, así como en la educación de los entrenadores de equipo.</p>
Efectos de un programa de prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior sobre el	Vescovi et al.,2010	<p>Se evaluó en la 6 y 12 semana el sprint lineal y salto contra movimiento (CMJ) además de dos pruebas de agilidad.</p> <p>Los entrenadores registraron la</p>	<p>Los principales hallazgos de este estudio demuestran que las mejoras en los tiempos de sprint lineal para 27,3 y 36,6 m son pequeños (<0,10 s) y limitado a las primeras 6 semanas como se indica</p>	<p>Programas de prevención de lesiones del LCA diseñados como una rutina de calentamiento estructurada parece carecer de los</p>

rendimiento en jugadoras de fútbol adolescentes		asistencia a los entrenamientos durante el estudio.	mediante un retorno a los valores de referencia durante los últimos 6 semanas en el grupo PEP. El grupo PEP no mostró cambio en la altura de CMJ después de 6 o 12 semanas mientras CON mostró una disminución en el rendimiento de CMJ de aproximadamente un 9% después de 12 semanas. se observo una disminución del 2-4% en el rendimiento de la agilidad en ambos grupos después de 12 semanas.	estímulos necesarios para mejorar el rendimiento deportivo. Se evidencia que el PEP program tiene una mínima incidencia sobre el rendimiento en jugadoras de futbol adolescentes
Efecto de una nueva estrategia de movimiento en la disminución del riesgo de LCA Factores en las jugadoras de fútbol adolescentes	Celebrini et al., 2014	Se observo el Angulo máximo de flexión de rodilla y momentos de abducción durante una tarea de salto lateral (SH).	El grupo Core-PAC aumentó los ángulos máximos de flexión durante la tarea SH [diferencia media = 6,2 grados; Intervalo de confianza del 95% (CI), 1,9-10,5 grados; tamaño del efecto = 1.01; P = 0.034] después de las 6 semanas del programa de calentamiento sin recordatorio. Además, el Core-PAC grupo demostró mayores ángulos de flexión de la rodilla para el corte lateral (diferencia media = 8,5 grados; IC del 95%, 4,8-12,2 grados; ES = 2,02; P = 0,001) y SH (diferencia media = 10,0 grados; 95% CI, 5,7-14,3 grados; ES = 1,66; P = 0,001) tarea después de un recordatorio. No se encontraron cambios en los momentos de abducción.	Los resultados de este estudio sugieren que el Core-PAC puede ser un método para modificar movimientos específicos de fútbol de alto riesgo y puede implementarse dentro de un calentamiento. Los resultados deben interpretarse con precaución debido a el pequeño tamaño de la muestra.

<p>Cumplimiento superior de un entrenamiento neuromuscular está asociado con menos lesiones del LCA y menos lesiones agudas de rodilla en mujeres adolescentes jugadores de fútbol</p>	<p>Hägglund,et al.,2013</p>	<p>Se registraron las lesiones de rodilla por equipos y jugador, el cumplimiento al programa fue registrado por los entrenadores en un formulario de asistencia</p>	<p>jugadoras con un alto cumplimiento tenían un 88% de reducción en la lesión del ligamento cruzado anterior tasa de lesiones (RR 0,12; IC del 95%: 0,01 a 0,85), mientras que en el grupo control el % no tuvo diferencia significativa en relación con el grupo de bajo cumplimiento, (RR 0,77; IC del 95%: 0,27 a 2,21). Este subestudio comprendió 184 equipos (121 clubes) con 2471 jugadores del grupo de intervención y 157 equipos (109 clubes) con 2085 jugadores en el grupo de control. En total, 47 lesiones agudas en 46 jugadores (7 lesiones de LCA en 7 jugadores) en el grupo de intervención y 47 lesiones agudas de rodilla en 44 jugadores (14 LCA lesiones en 14 jugadores) en el grupo control. La asistencia de los jugadores a los entrenamientos fue del 71% en ambos grupos.</p>	<p>Jugadoras con alto cumplimiento del programa NMT habían reducido significativamente la tasa de lesión del LCA en comparación con jugadores con bajo cumplimiento.</p>
--	-----------------------------	---	--	--

Tabla 3. Resultados de los estudios incluidos en la revisión

5.1 PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO Y PREVENCIÓN

En los deportes colectivos existen diferentes programas enfocados a la prevención de lesiones, en los principales y más conocidos se encuentran el FIFA 11+ y el PEP program ,además de diferentes programas enfocados al aprendizaje y mejora de la técnica de aterrizaje ,también existen otros enfocados en al entrenamiento neuromuscular,Emery & col (2010) 7 ,aplico un programa de

entrenamiento neuromuscular en 380 jugadoras de futbol juvenil 3 veces durante 6 semanas concluyendo que “un programa de entrenamiento neuromuscular protege de todas las lesiones y de aparición aguda en adolescentes futbolistas”.

Se aplico el PEP program en jugadoras adolescentes de futbol con una duración de 12 semanas por parte de Vescovi & col (2010) [10](#), en el cual se observa, que, si bien una entrada en calor aplicando el PEP program ayudaba en la reducción de la tasa de lesiones en LCA, el autor argumenta que “programas de prevención de lesiones del LCA diseñados como una rutina de calentamiento, parece carecer de los estímulos necesarios para mejorar el rendimiento deportivo”

Por otro lado, Walden & col (2012) [1](#), realizaron la aplicación de un programa de entrenamiento neuromuscular durante la entrada en calor con una duración de 15 minutos enfocado en la estabilidad central, equilibrio y alineación adecuada de la rodilla, realizado 2 veces por semana a lo largo de la temporada en 2479 jugadoras adolescentes en el cual observaron que “el programa de entrenamiento neuromuscular reduce significativamente la tasa de lesión del ligamento cruzado anterior”.

Se aplico durante 16 semanas el programa WBVT mediante entrenamiento con vibraciones en todo el cuerpo Karatrantou & col (2012) [5](#), encontrando que “mejora la flexibilidad, el perfil de fuerza de los flexores de rodilla y la relación funcional entre isquiotibiales y cuádriceps en mujeres activas”.

El programa neuro muscular training (NMT) se aplicó en 2471 mujeres adolescentes de futbol, en el cual se observó el cumplimiento por equipo y jugador. Hagglund & col (2013) [12](#), indican que “jugadoras con alto cumplimiento del programa NMT habían reducido significativamente la tasa de lesión del LCA”

Se sugiere por parte de Celebrini & col (2014) [11](#), que “la estrategia de movimiento CORE-PAC puede ser un método para modificar movimientos específicos de futbol de alto riesgo” en este estudio se estudiaron 20 jugadoras aplicando una rutina de calentamiento durante 6 semanas, en el cual se observó el

Angulo máximo de flexión de rodilla y momentos de abducción durante una tarea de salto lateral.

Se aplicó un programa de prevención de lesiones en la entrada en calor con una frecuencia de 3 días en 12 semanas, a 20 atletas adolescentes por parte de Zebis & col (2015) [6](#), el cual encontró que “un programa de prevención de lesiones, alteraron el patrón del músculo agonista-antagonista preactividad durante el corte lateral. Esto puede representar una estrategia más de protección motor para el ACL”

El efecto de 3 meses de un programa de prevención en la técnica de salto y aterrizaje en basketbol fue estudiado por Aerts & col (2015) [3](#), en 58 mujeres adolescentes, los autores observaron que luego de la aplicación del programa existió “mejora de las desalineaciones como la posición en valgo y la flexión insuficiente de la rodilla y cadera” de esta manera impactando positivamente sobre los principales factores de riesgo para la lesión de LCA.

Thompson & col (2016) [4](#), realizaron la aplicación del FIFA 11+ durante 15 sesiones 2 veces por semana en 28 jugadoras preadolescentes luego de esto observaron que “puede tener una efectividad para mejorar algunos factores de riesgo de una lesión de ligamento cruzado anterior durante un salto a dos piernas, sobre todo reduciendo el momento pico en valgo de la rodilla”.

Se observó el efecto de la perturbación y/o entrenamiento pliométrico en el control del núcleo y carga de la articulación de la rodilla en mujeres durante los movimientos laterales por parte de Weltin & col (2016) [8](#), la aplicación del mismo fue de 4 semanas con una frecuencia de 3 días en 24 mujeres, los autores observaron que “el programa de entrenamiento mejora el control del Core con una reducción de la rotación de tronco y reduce los momentos de extensión de la articulación durante saltos reactivos laterales” por otro lado los autores argumentan que la implementación del mismo durante los entrenamientos sería importante debido a que “introducir perturbaciones para mejorar el control del núcleo durante movimientos atléticos dinámicos, reduce posiblemente el riesgo de lesiones de LCA.”

Por otro lado, Holly & col (2017) ², aplicaron el FIFA 11 + antes de partidos y entrenamientos en 675 jugadoras encontrando que “con una correcta implementación se tiene el potencial para disminuir la tasa de lesiones de LCA”.

Por último, Achenbach & col (2017) ⁹, realizaron una intervención por una temporada en 279 jugadoras adolescentes de balón mano, se aplicó un programa de prevención mediante ejercicios neuromusculares, al final del estudio se encontró que “ejercicios neuromusculares frecuentes previenen lesión severa de rodilla en adolescentes jugadoras de balón mano, y por lo tanto debería incluirse en la rutina práctica, así como en la educación de los entrenadores de equipo.”

6. Conclusiones

Después de realizar una revisión de los estudios elegidos (n=12) de programas de entrenamiento enfocados a la reducción del % de lesión en LCA se concluye lo siguiente:

1. Se sugiere que la aplicación de programas de entrenamiento neuromuscular puede ayudar a reducir el % de riesgo de lesión en LCA en mujeres deportistas de deportes colectivos.
2. Los programas de entrenamiento neuromuscular se realizan durante la entrada en calor con una duración entre los 15 y 20 minutos, al parecer reducen el riesgo de lesión en LCA sin embargo no parecen aumentar el rendimiento del deportista.
3. Un programa enfocado en el entrenamiento pliométrico sobre el control del núcleo (core), mejora el control con una reducción de la rotación de tronco y reduce los momentos de extensión de la articulación durante saltos reactivos laterales.
4. Programas de entrenamiento como el FIFA 11+ y el PEP PROGRAM muestran mejoras en los factores de riesgo de LCA, sobre todo reduciendo el momento pico en valgo de la rodilla.
5. Un programa de prevención en la técnica de salto y aterrizaje, mejora las desalineaciones como la posición en valgo y la flexión insuficiente de la rodilla y

cadencia, de esta manera impactando positivamente sobre los principales factores de riesgo para la lesión de LCA.

6. Tener en cuenta que la implementación de programas de entrenamiento y estrategias enfocadas a la reducción del % de lesión en LCA deberían contar con una fase de familiarización por parte del deportista y del cuerpo técnico, además su cumplimiento influirá sobre el porcentaje de lesión en LCA.

7. Futuras líneas de investigación

El foco de las investigaciones futuras debe centrarse sobre la articulación entre los programas de entrenamiento y estrategias para la reducción de lesión en LCA y la estructura de trabajo de la preparación física de los diferentes clubes, implementando herramientas de evaluación que permitan evidenciar elementos como déficit bilateral, niveles de fuerza en músculos de miembros inferiores, estabilidad del Core y articulaciones, con el objetivo de desarrollar programas individualizados e institucionalizados que permitan atacar las demandas del contexto, además de esto considerar las demandas específicas de cada deporte colectivo así como las diferentes posiciones de juego.

8. Bibliografia

1. Walden, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hagglund, M., (2012) Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomized controlled trial. *BMJ*
2. Holly, J., Granelli, S., Bizzini, M., Arundale, A., Mandelbaum, B., Mackler, L.S (2017) Does the FIFA 11+ injury prevention program reduce the incidence of ACL injury in male soccer players?. *Clinical Orthopaedics and Related Research*.
3. Aerts, I., Cumps, E., Verhagen, E., Wuyts, B., Van de gucht, S., & Meeusen, R., (2015) The effect of a 3 month prevention program on the jump-landing technique in basketball: randomized controlled trial. *JOURNAL OF SPORT REHABILITATION*.
4. Thompson, J., Tran, A., Gatewood, C., Shultz, R., Slider, A., Delp, S., & Jason, L. (2016) Biomechanical Effects of an injury prevention program in preadolescent female soccer athletes. *The American journal of sports medicine*
5. Karantrantou, K., Gerodimos, V., Dipla, K., & Zafeiridis, A., (2013) Whole-body vibration training improves flexibility, strength profile of knee flexors, and hamstrings to quadriceps strength ratio in females. *Journal of science and medicine in sport*
6. Zebis, M., Andersen, L., Brandt, M., Myklebust, G., Bencke, J., Lauridsen, H., Bandholm, T., Thorborg, K., Holmich, P., Aagaard, P. (2015) Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomized controlled trial. *British journal sports medicine*.
7. Emery, C., & Meeuwisse, W., (2012) The Effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British journal sports medicine*.

8. Weltin, E., Gollhofer, A., & Mornieux, G (2016) Effects of perturbation or plyometric training on core control and knee joint loading in women during lateral movements, *Scandinavian journal of medicine & science in sports*.

9. Achenbach, L., Krutsch, V., Weber, J., Nerlich, M., Luig, P., Loose, O., Angele, P., Krutsch, W. (2017) Neuromuscular exercises prevent severe knee injury in adolescent team handball players. *Knee surg sports traumatol arthrosc*.

10. Vescovi, J., & VanHeest, L (2010) Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*.

11. Celebrini, R., Eng, J., Miller, W., Ekegren, C., Johnston, J., Depew, T., & MacIntyre. (2012) Effect of a novel movement strategy in decreasing ACL risk factors in female adolescent soccer players: A randomized controlled trial. *Clinical journal sports medicine*.

12. Hagglund, M., Atroshi, I., Wagner, P., & Walden, M (2013) Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute . *British journal sports medicine*

13. Alanis, L., Zamora, P., & Cruz, A. (2012) Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. *Anales medicos Asociación medica Centro ABC*.

14. Domenech, G., Moreno, M., Fernandez, M., Capel, A., & Domenech, P. (2019) Anatomía y biomecánica de la articulación de rodilla. *Departamento de ciencias morfológicas. Facultad de medicina. Universidad de Murcia*.

15. Naclerio, F., (2011) ENTRENAMIENTO DEPORTIVO fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes. EDITORIAL MEDICA PANAMERICANA.

16. Boyle, M., (2014) New functional training for sports. Second edition. *Human kinetics*.

17. De Loes M, Dahlstedt LJ, Thomee R.(2000) A 7-year study on risks and costs of knee injuries in male and female youth participants in 12 sports. Scand J Med Sci Sports.
18. Soderman K, Pietila T, Alfredson H, Werner S. (2002)Anterior cruciate ligament injuries in young females playing soccer at senior levels. Scand J Med Sci Sports.
- 19.Yanguas J,Til L,& Cortés C.(2011) Lesion del ligamento cruzado anterior en futbol femenino.Estudio epidemiologico de tres temporadas.Consell catala de'l Esport.
- 20.Boden BP,Torg JS ,Knowles SB,Hewett TE. (2009) Video analysis of anterior cruciate ligament injury:abnormalities in hip and ankle kinematics.Am J sports med.
- 21.Hewett TE.Myer GD,Ford KR,(2006)Anterior Cruciate ligament injuries in female athletes,part 1:mechanisms and risk factors.Am J Sports Med.
- 22.Hewett TE,Torg JS.Boden BP (2009) Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes:lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism.Br J sports med.
23. Hutton B,Catalá F,& Moher D.(2016) La extension de la declaración PRISMA para revisions sistemáticas que incorporan metaanálisis en red.Elsevier
- 24.Shelbourne K,Davis T,Klootwyk T(1986) The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears.Am J sports med.
- 25.Muneta T,Takahud K,Yamamoto H.(1985)Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament.Am J sports med.

26. Taghizadeh K, Ebrahimi A, Hashemi S. (2019) The effect of FIFA 11 + injury prevention program on dynamic balance and knee isometric strength of female players in soccer super league. *middle east journal of family medicine*.