



**Robles-Palazón, F. J.; Cejudo, A.; Ayala, F.; Sainz de Baranda, P. (2019).** Características de las estrategias de prevención de lesiones en niños y adolescentes deportistas. Revisión sistemática. *Journal of Sport and Health Research*. 11(1):1-16.

## Review

# REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE PROGRAMAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR EN JÓVENES DEPORTISTAS

## A SYSTEMATIC REVIEW ABOUT LOWER EXTREMITY INJURIES PREVENTION PROGRAMS FOR YOUNG ATHLETES

Robles-Palazón, F. J.<sup>1</sup>; Cejudo, A.<sup>1</sup>; Ayala, F.<sup>2</sup>; Sainz de Baranda, P.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>*Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.*

<sup>2</sup>*Centro de Investigación del Deporte. Universidad Miguel Hernández de Elche.*

---

Correspondence to:  
**Francisco Javier Robles-Palazón**  
 Facultad de Ciencias del Deporte.  
 Universidad de Murcia.  
 Email: franciscojavier.robles1@gmail.com

---

*Edited by: D.A.A. Scientific Section  
 Martos (Spain)*



Received: 21/02/2017  
 Accepted: 28/05/2018



## RESUMEN

A pesar de los importantes beneficios derivados de la práctica de actividad física y deportiva de manera regular, las altas demandas físicas del deporte colocan a sus practicantes en una situación más vulnerable para sufrir una lesión. En los últimos años se han publicado numerosas estrategias que intentan reducir la incidencia lesional en jóvenes deportistas. Por tanto, el objetivo principal de esta revisión es presentar, analizar y comparar los distintos programas de prevención de lesiones publicados hasta el momento en función de su objetivo, población, volumen y tipo de ejercicios, así como su eficacia. La identificación de los estudios publicados sobre esta temática se realizó durante el mes de marzo de 2016 a través de una búsqueda sistemática en las bases de datos electrónicas PubMed, MEDLINE y Web of Science. La lectura exhaustiva de los artículos reportó 14 programas. La mayoría de los programas fueron multicomponentes, tuvieron por objetivo las lesiones de rodilla ( $n = 10$ ) y estuvieron dirigidos a jugadores de fútbol (78%), y a adolescentes (71%). Solo la mitad proporcionó niveles de progresión. La duración total osciló entre 10 y 25 min, con una frecuencia semanal de 2-3 sesiones, y una media de 14 ejercicios por programa. Los programas FIFA 11+ Kids, FIFA 11+, Knäkontroll y Neuromuscular Training Program podrían ser los más recomendables para su utilización en la práctica deportiva habitual.

**Palabras clave:** lesiones, rodilla, FIFA 11+, fuerza, flexibilidad, neuromuscular.

## ABSTRACT

Despite of the important benefits derived from regular physical and sport activity, the high physical demands of sport place its practitioners in a more vulnerable situation to suffer an injury. In recent years, numerous strategies have been published that seek to reduce the incidence of injury in young athletes. Therefore, the principal aim of this review is showing, analyzing and comparing the different injuries prevention programs published until nowadays in relation with their objective, population, volume, type of exercises and efficacy. The identification of the published studies about this subject was realized in March 2016 by a systematic search in the electronic databases PubMed, MEDLINE and Web of Science. The exhaustive reading of these articles reported 14 programs. The majority of the programs were multicomponent, had as objective the prevention of knee injuries ( $n = 10$ ) and were destined for soccer players (78%), and adolescents (71%). Only the half of the programs organized their exercises by levels of progression. The whole duration changed between 10 and 25 min, with 2-3 sessions weekly, and the average number of exercises by program was 14. The FIFA 11+ Kids, FIFA 11+, Knäkontroll and Neuromuscular Training Program could be the best programs to use in the common sport practice.

**Keywords:** injuries, knee, FIFA 11+, strength, flexibility, neuromuscular.



## INTRODUCCIÓN

La práctica de actividad física y deportiva de manera regular presenta importantes beneficios, tanto a nivel físico como psicológico y cognitivo, sobre el estado de salud de los niños y adolescentes (mejora del sistema cardiovascular y respiratorio, de la densidad mineral ósea, reducción del riesgo de sufrir numerosas enfermedades como hipercolesterolemia, obesidad o depresión, etc. [Janssen & Leblanc, 2010]). Del mismo modo, la práctica deportiva ha demostrado ser un elemento fundamental para la ruptura con los estilos de vida poco saludables; la participación en actividades deportivas a edades tempranas se ha relacionado con la mejora del gasto calórico, de los patrones alimentarios y con el incremento del tiempo alejado de los medios de entretenimiento, así como con el posterior aumento de los niveles de práctica en etapas adultas (Merkel, 2013). Por ello, se ha recomendado el inicio de la práctica deportiva durante la infancia.

Sin embargo, y a pesar de estos numerosos beneficios, las altas demandas físicas de la práctica deportiva colocan a sus practicantes en una situación más vulnerable para sufrir una lesión en comparación con sus iguales no deportistas (Maffulli, Longo, Gougoulías, Loppini, & Denaro, 2010). Esta situación de vulnerabilidad se hace aún más patente durante la etapa madurativa, en la que los desajustes en el control motor propios de un rápido crecimiento desproporcionado del individuo incrementa el riesgo de lesión (Bastos, Vanderlei, Vanderlei, Júnior, & Pastre, 2013). En este sentido, las lesiones podrían contrarrestar los efectos positivos de la participación deportiva debido a las numerosas consecuencias que se derivan de algunas de ellas: (1) dificultad a la hora de recuperar su funcionalidad normal a corto plazo (atrofia muscular, inestabilidad articular y dolor permanente); (2) enfermedades crónicas degenerativas a largo plazo (Lohmander, Englund, Dahl, & Roos, 2007); (3) la prolongada duración de los síntomas (Wright et al., 2007); (4) la elevada tasa de recaídas (Noya & Sillero, 2012); (5) el abandono prematuro de la práctica deportiva (LaBella, Hennrikus, & Hewett, 2014); o (6) las alarmantes cifras económicas que presenta este fenómeno lesional (Knowles et al., 2007).

Dada la gran magnitud de este problema, en los últimos años ha existido una clara necesidad de

desarrollar e implantar medidas preventivas destinadas a evitar y/o reducir el número y el impacto de las lesiones sobre los jóvenes deportistas. Desde el ámbito de las Ciencias del Deporte, se ha intentado dar solución a esta problemática a través de la publicación de numerosos programas de prevención de lesiones y ensayos controlados aleatorios para demostrar la eficacia de los mismos. La mayoría de estos programas se ha centrado en la prevención de lesiones de la extremidad inferior (las más frecuentes [Hootman, Dick, & Agel, 2007]), han estado dirigidos a deportes colectivos que presentan una alta incidencia del ciclo estiramiento-acortamiento (fútbol, baloncesto, balonmano, etc.), y se han planteado como programas de calentamiento con el objetivo de facilitar su integración en la práctica deportiva regular (O'Brien, Donaldson, & Finch, 2016).

Sin embargo, recientes estudios epidemiológicos advierten de que las elevadas tasas y severidad de las lesiones en deportistas jóvenes no se han reducido en las últimas décadas a pesar de estos grandes esfuerzos científicos y económicos (Beachy & Rauh, 2014; Hootman et al., 2007). Deportes como el fútbol siguen presentando llamativas ratios que alcanzan hasta las 37,6 lesiones por cada 1000h de competición (Brink et al., 2010); y es que, a pesar de las continuas publicaciones, los datos en cuanto a implantación y fidelidad de programas preventivos no han sido favorables. Lindblom, Waldén, Carlford, & Hägglund (2014) observaron una baja fidelidad en la realización de protocolos preventivos, incluso en aquellos entrenadores que habían adoptado programas de prevención efectivos (Knäkontroll, SISU Idrottsböcker, Suecia, 2005) tras su participación en estudios de intervención (Waldén et al., 2012). Así, los estudios muestran una baja fidelidad de los entrenadores a la hora de llevar a cabo protocolos preventivos, realizando la mayoría de ellos (74-77%) modificaciones sobre la propuesta inicial y/o no implementando el programa regularmente a lo largo de toda la temporada (52-60%). Por tanto, aunque los datos de adopción y mantenimiento de los programas puedan ser positivos, las numerosas modificaciones del contenido y de la frecuencia de aplicación de los programas podrían alterar los efectos que se derivan de su rigurosa implementación sobre la reducción de lesiones (Silvers-Granelli, Bizzini, Arundale,



Mandelbaum, & Snyder-Mackler, 2018; Steib, Rahlf, Pfeifer, & Zech, 2017), explicando así las elevadas tasas de incidencia que continúan produciéndose en el deporte.

Mientras que la efectividad de los programas de prevención publicados ha sido recogida en varias revisiones sistemáticas y meta-análisis (Herman, Barton, Malliaras, & Morrissey, 2012; Lauersen, Bertelsen, & Andersen, 2014; Rössler et al., 2014; Sadigursky et al., 2017), no existe ninguna revisión (desde el conocimiento de los autores) que describa las principales características de estos programas y que permita, por tanto, conocer las posibles similitudes y diferencias entre las distintas propuestas, aportando así una visión global a los profesionales de esta área y ayudando a la comprensión de los bajos niveles de implantación y fidelidad que podrían tener estas medidas en la práctica regular de actividades deportivas. Por todo ello, el objetivo principal de esta revisión es presentar, analizar y comparar los distintos programas de prevención de lesiones publicados hasta el momento en función de su objetivo, población, volumen y tipo de ejercicios, así como su eficacia.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Estrategia de búsqueda y selección de estudios

La identificación de los estudios publicados sobre esta temática hasta la fecha se realizó a través de una búsqueda sistemática en las bases de datos

electrónicas PubMed, MEDLINE (en OVIDSP) y Web of Science. Para ello, se utilizaron los siguientes términos de búsqueda: (control OR prevention) AND (training OR program\* OR warm-up) AND (sport injur\* OR athlet\* injur\*) AND (child\* OR adolescent OR youth); y los resultados solo se filtraron en función del idioma, incluyendo únicamente aquellos artículos publicados en inglés y español. Además, se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos obtenidos con el objetivo de localizar otros estudios potencialmente relevantes para su revisión. La búsqueda finalizó el 16 de marzo de 2016.

El proceso de búsqueda y selección de los artículos se realizó, inicialmente, por un único investigador, quien determinó si los títulos y/o resúmenes de los resultados reportados por las bases de datos cumplían los criterios de inclusión y exclusión establecidos (Tabla 1). En esta fase, los artículos encontrados fueron categorizados como: (a) aptos; (b) dudosos; y (c) no aptos. En el caso de los artículos etiquetados como dudosos, se procedió a la lectura y análisis del texto completo con el fin de su categorización como “apto” o “no apto”. La opinión de un investigador experto fue solicitada para los casos en los cuales el investigador principal no fue capaz de determinar con claridad la clasificación de “apto” o “no apto”. Una vez identificados todos los artículos potencialmente seleccionables para su inclusión en la presente revisión, se procedió a la obtención y lectura del texto completo.

**Tabla 1.** Criterios empleados para determinar la elegibilidad de los estudios científicos.

<b>Criterios de inclusión</b>	
1.	Estudios que proponen un nuevo calentamiento/programa cuyo objetivo es la prevención de lesiones en extremidades inferiores
2.	El programa demuestra efectos crónicos positivos sobre la prevención de lesiones
3.	El programa está dirigido o ha sido utilizado en jóvenes deportistas (< 19 años)
4.	El programa está destinado a la prevención de lesiones en deportes colectivos de balón
5.	El programa puede ser implementado en el terreno de juego del propio deporte y no utiliza equipamiento especial
6.	Se trata de un programa funcional, que puede ser integrado en la práctica regular del deporte
<b>Criterios de exclusión</b>	
1.	Estudios que proponen calentamientos/programas con objetivos distintos a la prevención primaria de lesiones (ej. rehabilitación, rendimiento...)
2.	El programa se desarrolla en sesiones complementarias o no se incorpora a las sesiones habituales de entrenamiento y/o competición (duración > 30 min)
3.	Artículos publicados en idiomas distintos al inglés o español
4.	Artículos publicados en revistas que no cuentan con un sistema de revisión por pares
5.	Resúmenes, comunicaciones y/o datos no publicados



### Extracción de datos

Todos los datos relevantes fueron extraídos, registrados y analizados en todos los artículos por el mismo investigador. Estos datos incluyeron el tipo de programa, objetivo, deporte, edad, niveles de aplicación, contenidos, duración y eficacia, entre otros. Aquellos artículos que no especificaron explícitamente alguna de las variables recibieron la categorización en dicha sección de “no aporta” (NA), no siendo eliminados del proceso de análisis por este hecho.

### RESULTADOS

Un total de 13 artículos cumplieron con los criterios de inclusión establecidos y, por tanto, fueron seleccionados para el análisis (Figura 1). La lectura exhaustiva de estos artículos reportó, a su vez, 14 programas distintos cuyo objetivo es la prevención primaria de lesiones en la extremidad inferior en jóvenes deportistas.

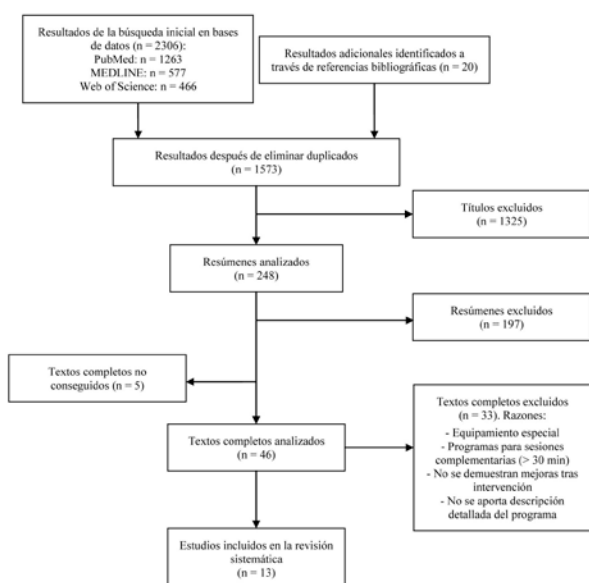


Figura 1. Proceso de identificación y selección de los programas de prevención de lesiones deportivas.

### Características generales de los programas seleccionados

La Tabla 2 presenta una descripción general de los programas, incluyendo el nombre, el tipo de intervención, la lesión objetivo, el deporte, la edad de los participantes, los niveles de progresión, la frecuencia de aplicación, el número de ejercicios y la duración total de su implementación. De los 14 programas incluidos, 10 tuvieron por objetivo principal la prevención de lesiones de la articulación de la rodilla, señalando 9 de ellos específicamente la prevención de la lesión de ligamento cruzado anterior (LCA).

En cuanto a la población, el 78% de los programas estuvieron dirigidos a jugadores de fútbol, y el 71% a edades comprendidas entre 13-18 años. La mitad de los programas (50%) proporcionó una subdivisión de sus ejercicios por niveles de progresión utilizando, principalmente, como criterio de estratificación la semana de aplicación del programa (57%). Por otro lado, la duración total de la implementación osciló entre los 10 y 25 min, mientras que la frecuencia de aplicación del programa más repetida fue de 2-3 sesiones por semana.

El número medio de ejercicios por programa se situó en 14 ejercicios. Sin embargo, se encontró una amplia variabilidad entre programas; mientras que Waldén et al. (2012) utilizaron tan solo 6 ejercicios, LaBella et al. (2011) plantearon hasta un total de 41 ejercicios en su tercera semana de aplicación. Los valores medios para el volumen de cada uno de los ejercicios y/o bloques de ejercicios no pudieron ser cuantificados debido a la heterogeneidad de las unidades de medida utilizadas en cada uno de los programas.

**Tabla 2.** Características generales de los programas seleccionados (n = 14)

Referencia	Programa	Tipo	Objetivo	Deporte	Edad (años ± DS)	Niveles	Frecuencia (días/sem)	Ej	Duración (min)
Celebrini et al. (2012)	Core-PAC	Multi	LCA	Fútbol	14-16	1	2	9	20
DiStefano et al. (2010)	Traditional ACL Injury Prevention Program	Multi	LCA	Fútbol	10 ± 1	1	3	17	12-14
DiStefano et al. (2009)	Generalized injury prevention program exercises	Multi	LCA	Fútbol	10-17	1	3-4	11	10-15
Kiani et al. (2010)	HarmoKnee	Multi	Rodilla	Fútbol	13-19	1	1-2 <sup>1</sup>	21	20-25
LaBella et al. (2011)	KIPP	Multi	MMII	Fútbol y Baloncesto	16	4	3	39*	20
Lim et al. (2009)	SIPTP	Multi	LCA	Baloncesto	15-17	1	NA	24	20
Mandelbaum et al. (2005)	PEP	Multi	LCA	Fútbol	14-18	1	3	19	20
Otsuki et al. (2014)	Injury Prevention Training Program	Multi	LCA	Baloncesto	13,1 ± 0.8	1	3	9	20
Pfile et al. (2013)	Plyometric Training Program	Esp	MMII (LCA)	Fútbol y Lacrosse	14,8 ± 0.8	2	3	7	20
Pfile et al. (2013)	Core Stability Training Program	Esp	MMII (LCA)	Fútbol y Lacrosse	14,8 ± 0.8	2	3	7	20
Rössler et al. (2016)	FIFA 11+ Kids	Multi	Rendimiento o motor	Fútbol	7-12	3	2	7	15
Soligard et al. (2008)	FIFA 11+	Multi	MMII	Fútbol	13-17	3	2	15	20
Waldén et al. (2012)	Knäkontroll, SISU Idrottsböcker©	Multi	Rodilla (LCA)	Fútbol	12-17	4	2	6	10-15
Zech et al. (2014)	Neuromuscular Training Program	Multi	MMII	Hockey hierba	14,9 ± 3	3	2	11	20

Nota. DS: desviación estándar; sem: semana; Ej: ejercicios; min: minutos; Multi: multicomponente; Esp: específico; MMII: miembros inferiores; LCA: ligamento cruzado anterior; <sup>1</sup>: 2 días/semana en pretemporada y 1 día/semana en temporada; <sup>2</sup>: 15 sesiones consecutivas y después 1 día/semana; \*: media de todos los niveles de aplicación que presenta el programa.

### Tipos de ejercicios

La mayoría de los programas de prevención analizados (86%) presentó un tipo de intervención multicomponente. De los distintos contenidos incluidos, los ejercicios de salto y pliometría, y los de fuerza fueron los más frecuentes (presentes en todos los programas multicomponente [n = 12]), mientras que la flexibilidad (42%) y las habilidades específicas

del deporte (8%) fueron los contenidos menos empleados (Tabla 3). Del mismo modo, la fuerza y la pliometría fueron la base de los programas específicos publicados por Pfile et al. (2013). Además, todos los programas hicieron referencia al mantenimiento de la correcta alineación de las extremidades inferiores durante la ejecución de sus ejercicios, prestando especial atención a los ejercicios de fuerza y, sobre todo, pliometría (técnica de caída).

**Tabla 3.** Distribución de los contenidos utilizados por los programas de prevención de lesiones.

Contenidos	Programas multicomponente (n = 12)	Porcentaje de multicomponente (n = 12)	Programas en total (n = 14)	Porcentaje del total (n = 14)
Carrera	10	83%	10	71%
Flexibilidad	5	42%	5	36%
Fuerza	12	100%	13	93%
Pliometría y ejercicios de salto	12	100%	13	93%
Equilibrio	7	58%	7	50%
Agilidad y cambios de dirección	7	58%	7	50%
Habilidades específicas del deporte	1	8%	1	7%





Los programas que incluyeron ejercicios de flexibilidad ( $n = 5$ ) utilizaron preferentemente técnicas de estiramientos estáticos (30 segundos por pierna y/o lado [ $n = 4$ ]), y focalizaron la atención en

los principales grupos musculares de la extremidad inferior: gemelos, cuádriceps, aductores, flexores de cadera e isquiosurales (Tabla 4).

**Tabla 4.** Descripción de los procedimientos utilizados por los programas de prevención para el entrenamiento de la flexibilidad.

Referencia	Técnica	Protocolo	Nº de ejercicios	Grupos musculares
DiStefano et al. (2010)	Estática	30 s/pierna	3	Gemelos, cuádriceps, aductores y flexores de cadera
DiStefano et al. (2009)	Estática	30 s/pierna	5	Gemelos, cuádriceps, isquiosurales, aductores y flexores de cadera
Kiani et al. (2010)	Dinámica	4 s/pierna	6	Gemelos, cuádriceps, isquiosurales, aductores, y flexores y extensores de cadera
Lim et al. (2009)	Estática	30 s/pierna	5	Gemelos, cuádriceps, isquiosurales, aductores y flexores de cadera
Mandelbaum et al. (2005)	Estática	30 s/pierna	5	Gemelos, cuádriceps, isquiosurales, aductores y flexores de cadera

Nota. nº: número; s: segundos; rep: repeticiones.

Por otra parte, la Tabla 5 describe el tipo de ejercicios utilizados por aquellos programas que diferenciaron en un bloque específico el contenido de la fuerza. La mayoría de estos ejercicios estuvieron dirigidos al fortalecimiento de la musculatura de las extremidades inferiores y del tronco. La posición ocupada por el bloque de fuerza con respecto al resto de contenidos varió en cada uno de los programas.

Un análisis más detallado del resto de contenidos (pliometría, equilibrio, agilidad, etc.) no pudo ser realizado debido a la gran variabilidad de los ejercicios empleados por los distintos programas, así como a la generalidad con la que se describen los mismos.

**Tabla 5.** Distribución y número de ejercicios de fuerza en los programas que presentan este contenido en un bloque específico.

Referencia	Bloques de contenidos	Nº ejercicios EEII	Nº ejercicios Core	Nº ejercicios EESS	Total
DiStefano et al. (2010)	Fuerza EEII; Fuerza Core; Flexibilidad; Pliometría; Equilibrio; Agilidad	3	1	-	4
Kiani et al. (2010)	Calentamiento; Activación muscular; Equilibrio; Fuerza; Estabilidad del Core	3	3	-	6
LaBella et al. (2011)	Carrera; Movilidad dinámica; Fuerza; Pliometría; Agilidad	3 <sup>1</sup>	3 <sup>1</sup>	1 <sup>1</sup>	7
		4 <sup>2</sup>	4 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	9
		6 <sup>3</sup>	4 <sup>3</sup>	1 <sup>3</sup>	11
		5 <sup>4</sup>	4 <sup>4</sup>	1 <sup>4</sup>	10
Lim et al. (2009)	Calentamiento; Estiramientos; Fuerza; Pliometría; Agilidad; Vuelta a la calma	3	2*	-	5
Mandelbaum et al. (2005)	Calentamiento; Estiramientos; Fuerza; Pliometría; Agilidad	3	-	-	3
Soligard et al. (2008)	Carrera; Fuerza, Pliometría y equilibrio; Carrera	2 <sup>1,2,3</sup>	2 <sup>1,2,3</sup>	-	4

nº: número; EEII: extremidades inferiores; EESS: extremidades superiores; <sup>1</sup>: primer nivel (semana) de aplicación; <sup>2</sup>: segundo nivel (semana) de aplicación; <sup>3</sup>: tercer nivel (semana) de aplicación; <sup>4</sup>: cuarto nivel (semana) de aplicación.



### Eficacia de los programas de prevención presentados

Todos los programas de prevención incluidos en esta revisión han presentado posibles efectos positivos sobre la prevención de lesiones, ya sea en términos de reducción total de la lesión objetivo tras el periodo de intervención ( $n = 5$ ) o de mejora de los principales parámetros neuromusculares del rendimiento motor cuyo déficit ha sido asociado al incremento del riesgo de sufrir dicha lesión ( $n = 9$ ).

La Tabla 6 muestra los efectos de los programas sobre la ratio de incidencia de la lesión objetivo. En ella, se pueden evidenciar amplias mejoras que alcanzan, en el peor de los casos, hasta un tercio de reducción de la lesión objetivo (Soligard et al., 2008). Programas destinados a la disminución de la incidencia de una lesión específica, como el PEP (Mandelbaum et al., 2005) o el HarmoKnee (Kiani et al., 2010) con la lesión de LCA, han presentado porcentajes de reducción cercanos al 80%.

**Tabla 6.** Eficacia de los programas de prevención sobre la reducción de la incidencia de la lesión objetivo.

Referencia	Duración de intervención	Ratio de incidencia grupo intervención <sup>1</sup>	Ratio de incidencia grupo control <sup>1</sup>	Riesgo relativo	Reducción de la lesión objetivo (%)
Kiani et al. (2010)	1 temporada	0,04	0,20	0,229	77% <sup>2</sup>
LaBella et al. (2011)	3 meses	1,57	3,23	0,486	51%
Mandelbaum et al. (2005)	2 temporadas	0,09	0,49	0,181	82%
Soligard et al. (2008)	1 temporada	2,49	3,48	0,714	29% <sup>3</sup>
Waldén et al. (2012)	1 temporada	0,05	0,11	0,433	57% <sup>4</sup>

<sup>1</sup>: ratio basado en lesiones por cada 1000h de exposición del deportista; <sup>2</sup>: 90% de reducción de lesiones de rodilla sin contacto; <sup>3</sup>: 45% de reducción de lesiones de rodilla; <sup>4</sup>: 6% de reducción de todas las lesiones de rodilla.

El análisis de la eficacia de los programas de prevención mediante la valoración de los efectos que su aplicación provoca sobre determinados parámetros del rendimiento motor ha sido superior a la valoración de la incidencia sobre la lesión objetivo (Tabla 7). En este sentido, se observan mejoras derivadas de la aplicación de programas durante tan

solo 4 semanas (cinemática de la caída tras acciones de salto [Celebrini et al., 2012; Pfile et al., 2013]). No obstante, los efectos positivos sobre los distintos parámetros evaluados parecen incrementar a medida que se prolonga en el tiempo la implementación de estos programas.

**Tabla 7.** Eficacia de los programas de prevención sobre parámetros neuromusculares del rendimiento motor.

Referencia	Duración de intervención	Parámetros evaluados	Mejora	No mejora
Celebrini et al. (2012)	4 semanas	Flexión y abducción de rodilla en acciones de corte y salto lateral	↑Flexión y ↓abducción de rodilla	-
DiStefano et al. (2010)	9 semanas	Salto vertical (CMJ) y equilibrio funcional (TTS)	Salto vertical y equilibrio funcional	-
DiStefano et al. (2009)	1 temporada	Cinemática de la caída tras un salto (LESS)	↑Flexión de rodilla y tronco al inicio del contacto, ↑desplazamiento de flexión de rodilla, y ↓puntuación LESS total	Rotación externa del pie, posición de pies estrecha al inicio del contacto y desplazamiento de valgo de rodilla
Lim et al. (2009)	8 semanas	Fuerza (test isocinético concéntrico), flexibilidad (rodilla, cadera y tobillo) y factores de riesgo biomecánicos de la lesión de LCA (salto vertical, flexión, rotación interna y valgo dinámico de rodillas, distancia inter-rodillas, H/Q ratio, y torque máxima extensión de rodilla)	Fuerza, flexibilidad (↑flexión de rodilla) y factores biomecánicos (↑flexión de rodilla y distancia inter-rodillas, ↓valgo dinámico),	Flexibilidad (flexión de cadera y dorsiflexión de tobillo) y factores biomecánicos (salto vertical, rotación interna de rodillas, H/Q ratio y torque máxima extensión de rodilla)





Otsuki et al. (2014)	6 meses	Valgo dinámico, flexión y probabilidad de momento de abducción de rodilla en la caída tras un salto (DVJ)	↓Valgo dinámico, ↑flexión y ↓probabilidad de momento de abducción de rodilla en la caída tras un salto	-
Pfile et al. (2013) <sup>1</sup>	4 semanas	Cinemática y cinética de la caída tras un salto (DVJ)	Rodilla (↓rotación interna de rodilla, ↓momento de flexión y abducción)	Rodilla (flexión), cadera y tronco
Pfile et al. (2013) <sup>2</sup>	4 semanas	Cinemática y cinética de la caída tras un salto (DVJ)	Cadera (↓momento de rotación interna)	Rodilla, cadera (flexión) y tronco
Rössler et al. (2015)	10 semanas	Equilibrio estático (SLS) y dinámico (Y-Balance), salto vertical (DVJ y CMJ), salto horizontal, velocidad, agilidad y técnica con balón (slalom y wall-volley test)	Equilibrio dinámico, salto vertical y horizontal, agilidad y técnica con balón	Equilibrio estático y velocidad
Zech et al. (2014)	10 semanas	Equilibrio estático (BESS), dinámico (SEBT) y funcional (TTS)	Equilibrio estático	Equilibrio dinámico y funcional

<sup>1</sup>: Plyometric Training Program; <sup>2</sup>: Core Stability Training Program; ↑: incremento; ↓: reducción; LESS: landing error scoring system; SLS: single leg stance; DVJ: drop vertical jump; CMJ: countermovement jump; BESS: balance error scoring system; SEBT: star excursion balance test; TTS: time to stabilization; LCA: ligamento cruzado anterior; H/Q: hamstrings/quadriceps.

## DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión fue presentar, analizar y comparar los distintos programas de prevención de lesiones publicados hasta el momento en función de su objetivo, población, volumen, tipo de ejercicios y eficacia. En total, 14 programas (extraídos de 13 estudios distintos) fueron incluidos para su análisis.

La mayoría de los programas (n = 10) han sido diseñados con el objetivo de prevenir la ratio lesional de la articulación de la rodilla y, específicamente, del LCA (n = 9). La elevada incidencia que han presentado las lesiones de esta articulación en el fútbol (Swenson et al., 2013), uno de los deportes con mayor repercusión en este ámbito de investigación (n = 10), podría explicar los grandes esfuerzos que desde la Medicina y las Ciencias del Deporte se están realizando para su prevención. La ruptura de LCA, a pesar de no ser de las lesiones más recurrentes, es una de las lesiones más severas (Wright et al., 2007), de ahí que la reducción de su prevalencia haya sido uno de los principales objetivos de estudio.

Igualmente, todas las medidas preventivas (excepto las propuestas de DiStefano et al., 2010 y Rössler et al., 2016) han estado dirigidas a deportistas pre-adolescentes, adolescentes y jóvenes adultos, prestando especial atención a las edades próximas al

pico de velocidad de crecimiento (PVC). Sin embargo, hay que tener en consideración que aunque esta sea la etapa en la que los practicantes son más vulnerables a sufrir lesiones, un reciente estudio epidemiológico en niños futbolistas ha demostrado la incidencia de lesiones también a edades más tempranas (Rössler, Junge, Chomiak, Dvorak, & Faude, 2016). Por tanto, la aplicación de programas preventivos desde los primeros años de participación en la práctica deportiva podría ayudar a mejorar el rendimiento motor de los niños y contribuir así a la reducción del riesgo de lesión.

Además, el amplio rango de edad que engloba la mayoría de los programas analizados podría requerir una estratificación por niveles de progresión de los ejercicios, volúmenes e intensidades propuestos. Se han encontrado hasta 7 programas destinados a jóvenes deportistas que presentan una diferencia de edad mayor o igual a 3 años, de los cuales únicamente 4 programas (Rössler et al., 2016; Soligard et al., 2008; Waldén et al., 2012; Zech et al., 2014) han subdividido sus propuestas en niveles de progresión. De este modo, participantes con notables diferencias en su desarrollo y rendimiento motor recibirán idénticas cargas de entrenamiento en aquellos programas que no exista ningún tipo de distinción por nivel, influyendo muy posiblemente en la magnitud de los efectos obtenidos tras su implementación.



En este sentido, y aunque los diferentes parámetros utilizados inter e intra-programas para la cuantificación de volúmenes de los ejercicios no permitieron obtener valores medios concluyentes, el control de esta variable en un programa de prevención de lesiones se hace imprescindible. Si bien la implementación sistemática de un programa puede disminuir el riesgo de lesión de los deportistas (Herman et al., 2012; Rössler et al., 2014), la aplicación de volúmenes e intensidades inadecuados podría incrementar el riesgo de lesión por sobreuso (Myer et al., 2011). Esta idea refuerza la necesidad de individualizar más aún las medidas de prevención presentadas en la literatura, utilizando como criterios de progresión tanto el desarrollo motor de los participantes como la fase de aplicación del programa. Del mismo modo, y para que la implementación sistemática a largo plazo de estos programas siga proporcionando los efectos positivos que han sido demostrados en ensayos controlados aleatorios previos, los entrenadores y preparadores físicos deberían periodizar, monitorizar y adaptar las cargas de las medidas preventivas empleadas de acuerdo al contexto de aplicación.

En el diseño de un programa destinado a ser utilizado como calentamiento previo a la práctica deportiva también se debe tener en cuenta la duración total de su implementación. Además de prevenir lesiones, el calentamiento tiene por objetivo la mejora del rendimiento deportivo, por lo que una excesiva duración de su implementación podría incrementar los niveles de fatiga y, por tanto, repercutir negativamente en el posterior rendimiento del deportista. En esta línea, estudios previos han demostrado mayores efectos positivos sobre el rendimiento deportivo con la aplicación de programas de calentamiento de corta duración (12-16 min (Zois, Bishop, Ball, & Aughey, 2011)) que con rutinas de calentamiento de duración superior a 20 min (Gabbett, Sheppard, Pritchard-Peschek, Leveritt, & Aldred, 2008). En cuanto al efecto sobre la reducción de la incidencia lesional, el reciente meta-análisis de Steib, Rahlf, Pfeifer, & Zech, (2017) ha mostrado que la aplicación de programas preventivos de 10-15 minutos de duración es suficiente para lograr una reducción del 45% del riesgo de lesión. Sin embargo, tan solo 4 programas de los 14 incluidos en esta revisión cumplen con este criterio de duración.

El 86% de los programas seleccionados presentaron un tipo de intervención multicomponente. Estas intervenciones que engloban varios contenidos parecen ser las más razonables ya que previene no solo en número, sino también una mayor variedad de las lesiones que acontecen en el deporte (Rössler et al., 2014). Igualmente, el entrenamiento de diferentes contenidos ayudará a optimizar el posterior rendimiento de los participantes en competición, por lo que los programas multicomponentes parecen ser los más adecuados para su implementación en la práctica deportiva.

Como se ha mostrado en los resultados, los ejercicios de fuerza y pliometría han sido los más populares entre los programas de prevención de lesiones, apoyados quizás en las evidencias científicas existentes que demuestran la relevancia de ambos contenidos en la disminución del riesgo de lesión (Lauersen et al., 2014; Read, Oliver, De Ste Croix, Myer, & Lloyd, 2016). Por un lado, los ejercicios de fuerza han estado destinados al fortalecimiento de las extremidades inferiores y del tronco, principalmente. El trabajo de la musculatura del tronco (o del core) ha incluido, además, ejercicios de estabilidad en programas como el Knäk kontroll, SISU Idrottsböcker© (Waldén et al., 2012). Sin embargo, hay que tener en cuenta que algunos de los ejercicios propuestos por Kiani et al., (2010) y Pfile et al., (2013) bajo el nombre de “estabilidad del core” realmente no se corresponden con la definición de este concepto (Vera-García et al., 2015). Debido a la ambigüedad con la que se ha utilizado este término, se optó por no realizar una categoría adicional para diferenciar este tipo de ejercicios en el apartado de resultados. Por otro lado, es en el contenido de saltos y pliometría en el que los autores ponen un mayor énfasis en la ejecución correcta de los ejercicios con el objetivo de controlar la alineación de las extremidades durante todos los movimientos y, especialmente, en las caídas tras un salto.

Los contenidos que, en cambio, han estado presentes en menos de la mitad de los programas de esta revisión han sido la flexibilidad y las habilidades específicas del deporte. Aunque parece existir cierta controversia en cuanto a la relación de las limitaciones de flexibilidad y el incremento de la probabilidad de sufrir lesiones (Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanopoulos, & Vagenas, 2011; van



Beijsterveldt, van de Port, Vereijken, & Backx, 2013; Whittaker, Small, Maffey, & Emery, 2015), la introducción de ejercicios de estiramientos como parte de los programas de prevención podría ayudar a la reducción de la incidencia de lesiones en el deporte debido no solo a su influencia directa como factor de riesgo asociado a una lesión, sino también por sus efectos positivos sobre otros factores (Dill, Begalle, Frank, Zinder, & Padua, 2014; Fong, Blackburn, Norcross, McGrath, & Padua, 2011). De los 5 programas que presentaron ejercicios para el trabajo de la flexibilidad en esta revisión, 4 utilizaron una rutina de estiramientos estáticos (30 segundos por pierna o lado [DiStefano et al., 2009; DiStefano et al., 2010; Lim et al., 2009, Mandelbaum et al., 2005]), mientras que solo Kiani et al. (2010) utilizaron técnicas de estiramientos dinámicos. Si bien la aplicación sistemática de todas las técnicas de estiramientos ha demostrado mejoras crónicas en la flexibilidad (Ayala, Sainz de Baranda, & Cejudo, 2012), los resultados obtenidos en estudios previos recomiendan la utilización de técnicas de estiramientos dinámicos en detrimento de los estáticos antes de la práctica deportiva por su superior efecto sobre distintas acciones del rendimiento deportivo (sprint [Ayala & Sainz de Baranda, 2010; Fletcher & Jones, 2004], salto vertical y salto horizontal (Thompsen, Kackley, Palumbo, & Faigenbaum, 2007)]).

Además, la inclusión de ejercicios adicionales que trabajen habilidades específicas del deporte al que va destinado el programa podría contrarrestar la baja fidelidad que los entrenadores han demostrado hacia su implementación de manera sistemática en la práctica deportiva (Lindblom et al., 2014), más aún si el objetivo de los programas es su utilización como calentamiento previo a la competición. Esta ha sido una de las razones repetidas por varios entrenadores de jóvenes jugadores de fútbol profesional a la hora de explicar las diferentes modificaciones realizadas de los ejercicios propuestos por el programa FIFA 11+ en el reciente estudio publicado por (O'Brien, Young, & Finch, 2016). Entre las razones otorgadas por los entrenadores en este artículo también se encontraron la continua necesidad de variación de los ejercicios aplicados, de progresión tanto en la carga como en la complejidad de las tareas propuestas y de individualización del protocolo a las características del deportista y del contexto, lo que refuerza la

dificultad expresada en los diversos estudios para prolongar en el tiempo la implementación de un mismo programa de prevención. Quizás, el diseño de propuestas más abiertas en las que se haga partícipe al entrenador de la elección de algunos de los ejercicios del programa también podría ayudar a incrementar las tasas de implementación y fidelidad que han presentado varios de los programas ya publicados. Así, los protocolos de prevención podrían diferenciar un reducido bloque de ejercicios esenciales que no deberían ser modificados por su importancia sobre el efecto total del programa (O'Brien et al., 2016) y proponer otros bloques de contenidos más generales que permitan la realización de pequeñas modificaciones, variantes y progresiones, personalizando cada profesional la propuesta de prevención a las características de sus deportistas, del contexto y del momento de aplicación.

Finalmente, atendiendo al apartado de eficacia, todos los programas de prevención incluidos en esta revisión han presentado posibles efectos positivos sobre la prevención de lesiones, ya sea en términos de reducción total de la lesión objetivo tras el periodo de intervención ( $n = 5$ ) o de mejora de los principales parámetros neuromusculares del rendimiento motor cuyo déficit ha sido asociado al incremento del riesgo de sufrir dicha lesión ( $n = 9$ ). Existe una ligera tendencia hacia el incremento de la reducción de lesiones en aquellos estudios que utilizan fases de intervención de mayor duración (Mandelbaum et al., 2005; Kiani et al., 2010; Waldén et al., 2012) en comparación con estudios que implementan sus estrategias de prevención durante fases de intervención más limitadas (LaBella et al., 2011). No obstante, la aplicación de programas durante tan solo 4 semanas ha demostrado mejoras en varios parámetros neuromusculares del rendimiento motor (especialmente relacionados con la cinemática de la caída tras un salto [Celebrini et al., 2012; Pfile et al., 2013]). Por tanto, a la hora de seleccionar el programa más adecuado (de entre los incluidos en la presente revisión) para llevar a cabo con nuestros deportistas debemos de tener en cuenta otras variables, también importantes, más allá de la eficacia que se deriva de su aplicación.



### PRINCIPALES LIMITACIONES

Una de las principales limitaciones de esta revisión es la realización de la búsqueda bibliográfica y la categorización de los artículos encontrados como aptos o no aptos por un único autor. Además, la heterogeneidad de las unidades de medida utilizadas (series, repeticiones, duración, distancia) para la variable volumen, así como la ausencia de una descripción detallada en determinados programas, hizo imposible la exhaustiva comparación entre programas y el cálculo del valor medio para dicha variable.

### CONCLUSIONES

De los 14 programas analizados, 10 tuvieron por objetivo principal la prevención de lesiones de la articulación de la rodilla (9 de ellos de LCA específicamente). El 78% de los programas estuvieron dirigidos a jugadores de fútbol, y el 71% a edades comprendidas entre 13 y 18 años. Tan solo la mitad de los programas proporcionaron una subdivisión de sus ejercicios por niveles de progresión. La duración total de la implementación osciló entre los 10 y 25 min, con una frecuencia semanal de 2-3 sesiones, y el número medio de ejercicios por programa de prevención se situó en 14 ejercicios. En cuanto a los contenidos, el 86% de los programas de prevención analizados presentaron un tipo de intervención multicomponente, en la que los ejercicios de salto y pliometría, y los de fuerza fueron los más frecuentes (100%), mientras que la flexibilidad (42%) y las habilidades específicas del deporte (8%) fueron los contenidos menos empleados. Todos los programas hicieron referencia al mantenimiento de la correcta alineación de las extremidades inferiores durante la ejecución de sus ejercicios.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente revisión, los programas FIFA 11+ Kids (Rössler et al., 2016), FIFA 11+ (Soligard et al., 2008), Knäk kontroll (Waldén et al., 2012) y Neuromuscular Training Program (Zech et al., 2014) podrían ser los programas más recomendables para su utilización por los entrenadores y preparadores físicos en la práctica deportiva habitual, pues se trata de programas multicomponente, que presentan varios niveles de progresión (entre 3 y 4 niveles), cuyo número de ejercicios (entre 6 y 15 ejercicios) y duración (10-20 min) facilita su implementación de manera regular en

el deporte, y, sobre todo, han demostrado ser efectivos. La elección de cada uno de ellos debería realizarse en función de la edad, deporte y lesión objetivo: mientras que para niños jugadores de fútbol la mejor opción sería la utilización del FIFA 11+ Kids, para adolescentes futbolistas se debería optar por el programa FIFA 11+ o el Knäk kontroll dependiendo de si nuestro objetivo es reducir la incidencia lesional de la extremidad inferior en general (FIFA 11+) o más específicamente en la rodilla (Knäk kontroll). Para jugadores adolescentes de hockey hierba, la mejor opción es el Neuromuscular Training Program (Zech et al., 2014) que, además, ha sido la única medida destinada a esta población incluida en esta revisión. Quizás, la inclusión de ejercicios de flexibilidad y de habilidades específicas del deporte en estos programas podría ayudar, no solo a incrementar los beneficios que se derivan de su aplicación, sino también a facilitar la adherencia y fidelidad de los profesionales hacia la implementación de estas eficaces medidas preventivas.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es resultado de un contrato predoctoral de formación del personal investigador (20326/FPI/17) financiado por la Consejería de Empleo, Universidades y Empresa de la CARM, a través de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, y del proyecto I+D "Estudio del riesgo de lesión en jóvenes deportistas a través de redes de inteligencia artificial" (DEP2017-88775-P) del Programa Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ayala, F., & Sainz de Baranda, P. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. (Acute effect of stretching on sprint in honour division soccer players). *Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 6(18), 1–12. <http://doi.org/10.5232/ricyde2010.01801>
2. Ayala, F., Sainz de Baranda, P., & Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: Técnicas de estiramiento. *Revista Andaluza de*





- Medicina Del Deporte*, 5(3), 105–112. [http://doi.org/10.1016/S1888-7546\(12\)70016-3](http://doi.org/10.1016/S1888-7546(12)70016-3)
3. Bastos, F. N., Vanderlei, F. M., Vanderlei, L. C. M., Júnior, J. N., & Pastre, C. M. (2013). Investigation of characteristics and risk factors of sports injuries in young soccer players: a retrospective study. *International Archives of Medicine*, 6(14), 1–6. <http://doi.org/10.1186/1755-7682-6-14>
  4. Beachy, G., & Rauh, M. (2014). Middle school injuries: A 20-year (1988-2008) multisport evaluation. *Journal of Athletic Training*, 49(4), 493–506. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-49.2.19>
  5. Brink, M. S., Visscher, C., Arends, S., Zwerver, J., Post, W. J., & Lemmink, K. A. (2010). Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 44(11), 809–815. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069476>
  6. Celebrini, R. G., Eng, J. J., Miller, W. C., Ekegren, C. L., Johnston, J. D., & MacIntyre, D. L. (2010). The effect of a novel movement strategy in decreasing ACL risk factors in female adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3406–3417. <http://doi.org/doi:10.1519/JSC.0b013e3182472fef>
  7. Dill, K. E., Begalle, R. L., Frank, B. S., Zinder, S. M., & Padua, D. A. (2014). Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, 49(6), 723–732. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.29>
  8. DiStefano, L. J., Padua, D. A., Blackburn, J. T., Garrett, W. E., Guskiewicz, K. M., & Marshall, S. W. (2010). Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 332–342.
  9. DiStefano, L. J., Padua, D. A., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2009). Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(3), 495–505. <http://doi.org/10.1177/0363546508327542>
  10. Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The Effect of Different Warm-Up Stretch Protocols on 20 Meter Sprint Performance in Trained Rugby Union Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 885–888. <http://doi.org/10.1519/14493.1>
  11. Fong, C. M., Blackburn, J. T., Norcross, M. F., McGrath, M., & Padua, D. A. (2011). Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 5–10. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-46.1.5>
  12. Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709–714. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2010.077560>
  13. Gabbett, T., Sheppard, J., Pritchard-Peschek, K., Leveritt, M., & Aldred, M. (2008). Influence of Closed Skill and Open Skill Warm-ups on the Performance of Speed, Change of Direction Speed, Vertical Jump, and Reactive Agility in Team Sport Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1413–1415. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181739ecd>
  14. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181739ecd>
  15. Herman, K., Barton, C., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2012). The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BMC Medicine*, 10(75), 1–12. <http://doi.org/10.1186/1741-7015-10-75>
  16. Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15



- sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311–319.
17. Janssen, I., & Leblanc, A. (2010). Systematic Review of the Health Benefits of Physical Activity and Fitness in School-Aged Children and Youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(40), 1–16. <http://doi.org/10.1201/b18227-14>
  18. Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., Michaëlsson, K., & Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*, 170(1), 43–49. <http://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.289>
  19. Knowles, S. B., Marshall, S. W., Miller, T., Spicer, R., Bowling, J. M., Loomis, D., ... Mueller, F. O. (2007). Cost of injuries from a prospective cohort study of North Carolina high school athletes. *Injury Prevention: Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 13(6), 416–421. <http://doi.org/10.1136/ip.2006.014720>
  20. LaBella, C. R., Hennrikus, W., & Hewett, T. E. (2014). Anterior Cruciate Ligament Injuries: Diagnosis, Treatment, and Prevention. *Pediatrics*, 133(5), 1437–1450. <http://doi.org/10.1542/peds.2014-0623>
  21. LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K.-Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Effect of Neuromuscular Warm-up on Injuries in Female Soccer and Basketball Athletes in Urban Public High Schools: Cluster Randomized Controlled Trial. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 165(11), 1033–1040. <http://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.168>
  22. Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871–877. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
  23. Lim, B.-O., Lee, Y. S., Kim, J. G., An, K. O., Yoo, J., & Kwon, Y. H. (2009). Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(9), 1728–1734. <http://doi.org/10.1177/0363546509334220>
  24. Lindblom, H., Waldén, M., Carlford, S., & Hägglund, M. (2014). Implementation of a neuromuscular training programme in female adolescent football: 3-year follow-up study after a randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 48(19), 1425–1430. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093298>
  25. Lohmander, L. S., Englund, P. M., Dahl, L. L., & Roos, E. M. (2007). The Long-Term Consequence of ACL and Meniscus Injuries: Osteoarthritis. *American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1756–1769. <http://doi.org/10.2340/16501977-0831>
  26. Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulis, N., Loppini, M., & Denaro, V. (2010). Long-term health outcomes of youth sports injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 21–25. <http://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069526>
  27. Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... Garrett, W. J. (2005). Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing the Incidence of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes: 2-year follow up. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1–8. <http://doi.org/10.1177/0363546504272261>
  28. Merkel, D. L. (2013). Youth sport: positive and negative impact on young athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 151–160. <http://doi.org/10.2147/OAJSM.S33556>
  29. Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., & Hewett, T. E. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Current*





- Sports Medicine Reports*, 10(3), 155–166. <http://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31821b1442>
30. Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: Días de baja por lesión. *Apunts Medicina de l'Esport*, 47(176), 115–123. <http://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.10.001>
  31. O'Brien, J., Donaldson, A., & Finch, C. F. (2016). It will take more than an existing exercise programme to prevent injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 264–265. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094841>
  32. O'Brien, J., Young, W., & Finch, C. F. (2016). The use and modification of injury prevention exercises by professional youth soccer teams. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 0, 1–10. <http://doi.org/10.1111/sms.12756>
  33. Otsuki, R., Kuramochi, R., & Fukubayashi, T. (2014). Effect of injury prevention training on knee mechanics in female adolescents during puberty. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(2), 149–156.
  34. Pfile, K. R., Hart, J. M., Herman, D. C., Hertel, J., Kerrigan, D. C., & Ingersoll, C. D. (2013). Different exercise training interventions and drop-landing biomechanics in high school female athletes. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 450–462. <http://doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.06>
  35. Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., & Lloyd, R. S. (2016). Neuromuscular Risk Factors for Knee and Ankle Ligament Injuries in Male Youth Soccer Players. *Sports Medicine*, 1–8. <http://doi.org/10.1007/s40279-016-0479-z>
  36. Rössler, R., Donath, L., Bizzini, M., & Faude, O. (2016). A new injury prevention programme for children's football - FIFA 11+Kids - can improve motor performance: a cluster-randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 549–556. <http://doi.org/10.1080/02640414.2015.1099715>
  37. Rössler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T., & Faude, O. (2014). Exercise-Based Injury Prevention in Child and Adolescent Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 44(12), 1733–1748. <http://doi.org/10.1007/s40279-014-0234-2>
  38. Rössler, R., Junge, A., Chomiak, J., Dvorak, J., & Faude, O. (2016). Soccer Injuries in Players Aged 7 to 12 Years: A Descriptive Epidemiological Study Over 2 Seasons. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(2), 309–317. <http://doi.org/10.1177/0363546515614816>
  39. Sadigursky, D., Braid, J. A., De Lira, D. N. L., Machado, B. A. B., Carneiro, R. J. F., & Colavolpe, P. O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 18.
  40. Silvers-Granelli, H. J., Bizzini, M., Arundale A., Mandelbaum B. R., & Snyder-Mackler, L. (2018). Higher compliance to a neuromuscular injury prevention program improves overall injury rate in male football players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1–9.
  41. Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., ... Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 337, a2469.
  42. Steib, S., Rahlf, A. L., Pfeifer, K., & Zech, A. (2017). Dose-Response Relationship of Neuromuscular Training for Injury Prevention in Youth Athletes: A Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 8, 920.
  43. Swenson, D. M., Collins, C. L., Best, T. M., Flanigan, D. C., Fields, S. K., & Comstock, R. D. (2013). Epidemiology of Knee Injuries among US high school. *American College of Sports Medicine*, 45(3), 462–469. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318277acca>



44. Thompsen, A. G., Kackley, T. E. D., Palumbo, M. A., & Faigenbaum, A. D. (2007). Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1).
45. van Beijsterveldt, A. M. C., van de Port, I. G. L., Vereijken, A. J., & Backx, F. J. G. (2013). Risk Factors for Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Systematic Review of Prospective Studies. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23(3), 253–262. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01487.x>
46. Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 8(2), 79–85. <http://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.004>
47. Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hägglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 344, 1–11. <http://doi.org/10.1136/bmj.e3042>
48. Whittaker, J. L., Small, C., Maffey, L., & Emery, C. A. (2015). Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 49(12), 803–809. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094287>
49. Wright, R. W., Dunn, W. R., Amendola, A., Andrich, J. T., Bergfeld, J., Kaeding, C. C., ... Spindler, K. P. (2007). Risk of tearing the intact anterior cruciate ligament in the contralateral knee and rupturing the anterior cruciate ligament graft during the first 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective MOON cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1131–4. <http://doi.org/10.1177/0363546507301318>
50. Zech, A., Klahn, P., Hoefl, J., zu Eulenburg, C., & Steib, S. (2014). Time course and dimensions of postural control changes following neuromuscular training in youth field hockey athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 114(2), 395–403. <http://doi.org/10.1007/s00421-013-2786-5>
51. Zois, J., Bishop, D. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). High-intensity warm-ups elicit superior performance to a current soccer warm-up routine. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(6), 522–528. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.03.012>