

Efecto agudo del programa Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jugadores de fútbol de categoría juvenil

Acute effect of the Knäkontroll program on several parameters of physical performance in youth soccer players

Guillermo López-Carrillo¹
Francisco Javier Robles-Palazón²

1. Entrenador personal en SANO. Murcia.
2. Grupo de Investigación Aparato Locomotor y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Murcia "Campus Mare Nostrum".

Resumen

El fútbol es un deporte que, por la alta exigencia física que requiere, lleva asociado un elevado riesgo de lesión. Dada la magnitud del problema, los investigadores han optado por diseñar estrategias preventivas que ayuden a minimizar la incidencia de lesión en este deporte. Estas estrategias se han organizado como programas de calentamiento previo a la participación en el deporte. Sin embargo, la evidencia sobre el efecto agudo de estas intervenciones sobre parámetros del rendimiento físico es escasa. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar el efecto agudo del programa Knäkontroll (nivel B) sobre parámetros del rendimiento físico en jugadores de fútbol de categoría juvenil. Para ello, se utilizó un diseño cuasi-experimental pre-test y post-test, empleando la estabilidad dinámica de la extremidad inferior (Y-Balance Test), la cinemática de la caída en salto vertical (Tuck Jump Assessment [TJA]), el rango de movimiento articular de la dorsiflexión de tobillo (ROM-Sport), la distancia de salto horizontal unilateral (Single-Legged Hop Tests), y la altura de salto vertical unilateral (Single Leg Countermovement Jump [SLCMJ]) como principales medidas del rendimiento físico. Los resultados mostraron un incremento significativo del rendimiento para todas las variables tras la implementación del programa Knäkontroll, a excepción de la altura en el SLCMJ y la cinemática en el TJA. En conclusión, el programa Knäkontroll se presenta como una estrategia adecuada para su aplicación como calentamiento previo a la práctica del fútbol. No obstante, la inclusión de ejercicios (o variantes) adicionales que trabajen el componente pliométrico podría contribuir a la mejora del desempeño en el salto vertical.

Palabras clave: Adolescente; prevención; riesgo de lesión; calentamiento; neuromuscular.

Abstract

Soccer is a sport that, due to the high physical demands it requires, entails a high injury risk. Given the magnitude of the problem, researchers have opted to design preventive strategies with the aim of minimizing the incidence of injuries in this sport. These strategies have been structured as warm-up programs. However, evidence on the acute effect of these interventions on parameters of physical performance is scarce. Therefore, the aim of the current study was to assess the acute effect of the Knäkontroll program (level B) on several parameters of physical performance in youth soccer players. A quasi-experimental pre-test and post-test design was used, including the dynamic stability of the lower extremity (Y-Balance Test), the landing kinematics during a vertical jump (Tuck Jump Assessment [TJA]), the ankle dorsiflexion range of motion (ROM-Sport), and the performance of unilateral jumping in the horizontal (Single-Legged Hop Tests) and vertical (Single Leg Countermovement Jump [SLCMJ]) directions as main measures of physical performance. The results showed a significant increase on all physical performance measures after the implementation of the Knäkontroll program, with the exception of the SLCMJ and TJA. In conclusion, the Knäkontroll program may be viewed as a suitable warm-up strategy to be implemented prior to soccer practice. However, the inclusion of additional plyometric exercises might contribute to improve the players' performance in vertical jumping skills.

Keywords: Adolescent; prevention; injury risk; warm-up; neuromuscular.

*Autor de correspondencia: Guillermo López-Carrillo; guillermolc96@gmail.com

Recibido: 12 de junio de 2021
Aceptado: 20 de julio de 2021
Publicado: 01 de diciembre de 2021

Como citar (APA): López-Carrillo, G., & Robles-Palazón, F. J. (2021). Efecto agudo del programa Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jugadores de fútbol de categoría juvenil. *JUMP*, (4), 33-44. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.4>

Introducción

El fútbol es uno de los deportes más populares en el mundo (Mufty et al., 2015). En 2006, según la Encuesta de Fútbol denominada "Big Count 2006" y realizada por la Fédération Internationale de Football Association (FIFA), un total de 265 millones de personas practicaban este deporte de forma reglada en todo el mundo. Esta cifra alcanzaba los 270 millones incluyendo entrenadores, asesores y empleados del club, lo que significa que el cuatro por ciento de la población mundial participaba activamente en el fútbol (FIFA, 2006).

En España, datos publicados por el Consejo Superior de Deportes (2016) revelan alrededor de 942674 licencias federativas de fútbol (95,3% licencias masculinas; 4,7% licencias femeninas), lo que se traduce en un aumento del 11,4% desde 2011 (834458). Atendiendo a los datos por Comunidades Autónomas, en primer lugar, está Cataluña que cuenta con 164572 licencias, seguida de Andalucía con 148255 licencias y Madrid con 105771 licencias. Por otra parte, la Región de Murcia presenta un total de 25923 licencias.

Como consecuencia de este incremento de la práctica del fútbol entre la población juvenil, el riesgo de sufrir una lesión deportiva también ha aumentado en los últimos años. A pesar de que el fútbol ha demostrado numerosos beneficios sobre el estado de salud de los niños y adolescentes (estimulación del aparato músculo esquelético, adaptaciones cardiorrespiratorias y metabólicas o aumento del rendimiento académico, entre otros [Krustrup et al., 2010; Larruskain et al., 2018]), las altas demandas físicas de este deporte colocan a sus practicantes en una situación de mayor riesgo para sufrir una lesión en comparación con sus iguales no deportistas (Maffulli et al., 2010). En ocasiones, estas lesiones pueden mermar a nivel físico y psicológico la calidad de vida del practicante (Abenza et al., 2010), e incluso desencadenar, en algunos casos, al abandono de la práctica deportiva del joven jugador (Drawer & Fuller, 2002).

Ahora bien, ¿qué se entiende por lesión deportiva? Algunos autores definen el término de lesión deportiva como "la pérdida de tiempo de partido" (Orchard & Hoskins, 2007) o "daño tisular que se produce como resultado de la

práctica o de la participación en deportes o ejercicios físicos" (Bahr & Maehlum, 2007). La Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como "daño o alteración a los tejidos producida por un agente o evento". Sin embargo, y dado que los autores recogen la definición en diferentes direcciones, el máximo órgano federativo del mundo del fútbol, como es la FIFA, definió el término de lesión deportiva desde el punto de vista futbolístico como "cualquier dolencia física que padece un futbolista y que se ha producido por un partido de fútbol o un entrenamiento, con independencia de que necesite atención médica y del tiempo que tarde en volver a jugar" (Fuller et al., 2006).

Según Hawkins & Fuller (1999) la mayoría de las lesiones se asocian con la parte dominante del propio deporte, siendo la extremidad inferior donde se producen la mayoría de las lesiones en el fútbol, con porcentajes que oscilan entre el 63% y el 93% del total de lesiones. En niños y adolescentes jugadores de fútbol, las zonas corporales que albergan el mayor número de lesiones son el tobillo, la rodilla y el muslo (Llana-Belloch et al., 2010). Los esguinces de tobillo representan alrededor del 12,4% del total de lesiones y a nivel de rodilla alrededor del 30%, lo que da como resultado que las lesiones más frecuentes sean las ligamentosas (tobillo y rodilla) con alrededor del 39,9% de lesiones en jóvenes de entre 18 y 29 años (Herrero et al., 2014). Además, un estudio realizado por Zahinos et al. (2010) demostró que el mecanismo de lesión más frecuente se produce sin contacto (70% de lesiones), consecuencia de desaceleraciones bruscas con la rodilla bloqueada en extensión, cambios de dirección, o caídas después de un salto. El exceso de valgo dinámico de rodilla también ha sido propuesto como uno de los principales mecanismos que podría incrementar el riesgo de sufrir una lesión en esta articulación (Yu & Garrett, 2007).

Dada su severidad, la lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla ha sido una de las lesiones más estudiadas desde el ámbito de las Ciencias del Deporte. Esta lesión puede incapacitar al futbolista de forma inmediata, necesitando un largo período de recuperación de entre 9 y 12 meses (Romero-Moraleda et al., 2017). El LCA es uno de los ligamentos de estabilización más importantes de la articulación de rodilla. Se lesiona habitualmente en deportes

donde predominan los cambios de ritmo y de dirección, acciones que continuamente se producen en la práctica del fútbol. Según [Dingenen y Gokeler \(2017\)](#) existe una posibilidad de recaída tras una intervención quirúrgica de LCA de un 15%. Pero en jóvenes menores de 25 años y con un elevado nivel deportivo, la posibilidad de recaída se eleva hasta un 23%.

Dada la magnitud del problema que supone el fenómeno de la lesión deportiva para los jóvenes deportistas, se hace necesario establecer estrategias preventivas eficaces que ayuden a minimizar la incidencia y la severidad de estas lesiones en el fútbol base. En los últimos años, se han publicado numerosos programas preventivos destinados a ser utilizados como calentamiento previo a la práctica deportiva ([Robles-Palazón y Sainz de Baranda, 2017](#)). Estos protocolos han demostrado ser eficaces en la reducción de la incidencia de lesiones del miembro inferior (e.g., FIFA 11+ [[Soligard et al., 2008](#)], FIFA 11+Kids [[Rössler et al., 2018](#)]), en general, y en la reducción de las lesiones de rodilla (e.g., Harmoknee [[Kiani et al., 2010](#)], KIPP [[LaBella et al., 2011](#)], PEP [[Mandelbaum et al., 2005](#)]), en particular. Entre estos últimos destinados a la reducción de la incidencia de lesiones de rodilla destaca el programa Knäk kontroll (SISU Idrottsböcker®, Sweden, 2005), un protocolo que ha demostrado ser capaz de reducir hasta el 64% de las lesiones de LCA en el deporte ([Waldén et al., 2012](#)).

Así, los programas parecen disfrutar de una clara evidencia científica que respalda su utilización a largo plazo para reducir el riesgo de lesión en el deporte juvenil ([Mayo et al., 2014](#)). Sin embargo, un buen calentamiento también debe influir positivamente en las principales medidas de rendimiento físico (sprint, saltos, rango de movimiento, etc.) ([Ayala et al., 2017](#)). En este sentido, y a pesar de haber sido propuestos como calentamientos pre-participación al deporte, apenas se encuentran publicaciones científicas que demuestren una mejora en la predisposición del individuo hacia la posterior práctica del deporte tras la aplicación de estos protocolos, y aquellas publicaciones existentes se han centrado en el estudio del efecto agudo (post ejercicio) de programas más generalistas (destinados a cualquier tipo de lesión) como el FIFA 11+ ([Ayala et al., 2017](#); [Bizzini et al., 2013](#); [Robles-Palazón et al., 2016](#)). Por tanto, una vez

evaluados y comprobados los efectos positivos sobre la reducción del riesgo de lesión, se hace necesario el estudio de los efectos inmediatos de la intervención con los nuevos programas incorporados para así determinar en qué parte de la sesión de entrenamiento se debe incluir la aplicación de estos protocolos preventivos. El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto agudo del programa Knäk kontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jóvenes jugadores de fútbol de categoría juvenil.

Método

Participantes

Un total de 15 jóvenes jugadores pertenecientes a una escuela de fútbol de la Región de Murcia participaron en este estudio. Todos los jugadores competían en la categoría Juvenil Nacional (7) y la categoría Segunda Juvenil (8) de la Región de Murcia durante la temporada 2017/2018 y participaban de manera regular en el deporte (3-4 sesiones de entrenamiento semanales, además del partido en competición) ([Tabla 1](#)).

Tabla 1. Datos demográficos de la muestra (N = 14)

	M	DT	MIN	MAX
Altura (cm)	173,29	± 7,45	161,40	190,50
Peso (kg)	70,69	± 9,14	55,80	82,90
Edad (años)	17,63	± ,97	16,28	19,05
Maduración (años post-PVC)	2,77	± ,86	1,62	4,36

cm: centímetros; kg: kilogramos; PVC: Pico Velocidad de Crecimiento.

Como criterios de exclusión se establecieron: (1) presentar o haber presentado algún tipo de lesión puntual o que afecte al desarrollo del estudio (lesiones ligamentosas de tobillo, rodilla, desgarros o rupturas) en el momento de las valoraciones o durante los 3 meses anteriores al estudio, y (2) no asistir a la sesión de valoración/intervención.

Finalmente, y de acuerdo a estos criterios de exclusión, un total de 14 jugadores de fútbol terminaron el estudio (nacional juvenil: $n = 6$; segunda juvenil: $n = 8$).

Semanas previas al comienzo del estudio se informó tanto a deportistas, entrenadores y padres o tutores legales del desarrollo del estudio. Se explicó la metodología y el protocolo

de intervención, así como posibles riesgos. Todos los participantes y/o sus padres o tutores legales firmaron un consentimiento informado antes del inicio de la investigación.

Procedimiento

El presente estudio presentó un diseño cuasi-experimental pre-test y post-test, con un grupo intervención y una sesión previa de familiarización que permitió evaluar el sesgo de variabilidad inter-sesión de las pruebas de valoración.

Tras la sesión de familiarización, se organizó a los jugadores en pequeños grupos (4-5 participantes) para la aplicación del programa. Las sesiones experimentales quedaron estructuradas de la siguiente manera: en primer lugar, se llevaron a cabo las valoraciones pre-test para las 5 pruebas de valoración establecidas, a continuación se realizó el programa de intervención (precedido por una breve activación de 5 minutos basada en carrera continua), y finalmente se valoraron los efectos agudos del programa mediante las valoraciones post-test. Para evitar la posible pérdida de los efectos derivados de la intervención, todas las valoraciones post-test fueron realizadas durante los 45 minutos posteriores a la implementación del programa (Ayala et al., 2017). En cada una de las sesiones de valoración se repitieron las pruebas siguiendo el mismo orden de ejecución (Figura 1).

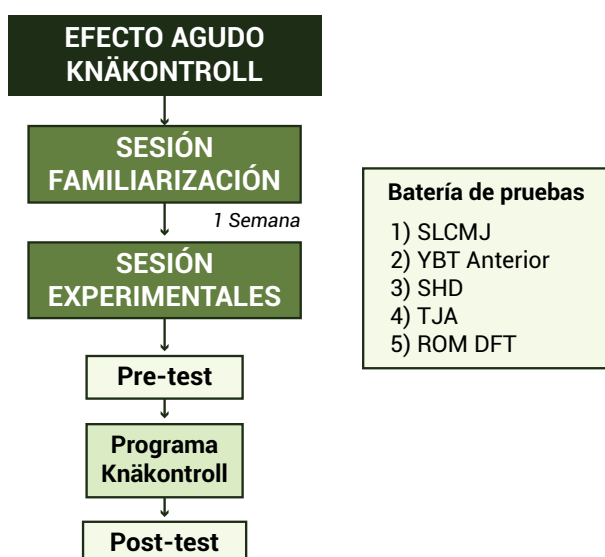


Figura 1. Estructura del estudio. SLCMJ: Single Leg Countermovement Jump; YBT: Y-Balance Test; SHD: Single Hop for Distance; TJA: Tuck Jump Assessment; ROM DFT: Rango de movimiento de la dorsiflexión de tobillo.

Tanto las pruebas de valoración como la intervención fueron ejecutadas bajo la supervisión de los investigadores, quienes alentaron y corrigieron verbalmente a los participantes, favoreciendo la concentración, el esfuerzo y la ejecución de todos y cada uno de los ejercicios.

Evaluación de los parámetros del rendimiento físico

Estabilidad dinámica de la extremidad inferior

Para evaluar la estabilidad dinámica global de la extremidad inferior se utilizó el Y-Balance Test (Gribble et al., 2016). Aunque la prueba original está estructurada en tres partes en función de la dirección del movimiento (anterior, posteromedial y posterolateral), en el presente estudio se evaluó únicamente el rendimiento del ejecutante para la distancia anterior, siguiendo la metodología empleada en recientes investigaciones (Read et al., 2020). Para ello, el deportista se colocó en apoyo unipodal sobre el cajón principal del Y-Balance test kit™ (Move2Perform, Evansville, IN), con el extremo distal del pie apoyado sobre la línea de partida. Posteriormente, el participante intentó alcanzar la mayor distancia posible desplazando el cajón anterior con la pierna libre, siempre realizando movimientos controlados, con el pie en continuo contacto con el cajón desplazado y manteniendo las manos en la cadera durante todo el recorrido. Una vez alcanzada la mayor distancia posible, se exigió al participante retomar la posición de inicio sin perder el equilibrio. El incumplimiento de alguno de estos criterios conllevó una valoración de "nulo" para el intento evaluado. Se alternó el orden de ejecución entre pierna dominante y no dominante, y se registraron un total de 3 repeticiones válidas para cada extremidad. Los valores obtenidos fueron normalizados para cada uno de los participantes en función de su longitud de pierna. La longitud de la pierna fue determinada como la distancia entre la espina ilíaca antero-superior y la parte distal del maléolo medial del tobillo con el participante en posición decúbito supino (Gribble et al., 2016). La media de los 3 intentos normalizados para la longitud de la pierna fue utilizada durante el posterior análisis estadístico.

Cinemática de la caída tras un salto

La cinemática de la caída tras un salto fue evaluada mediante el Tuck Jump Assessment (TJA) test, propuesto por Myer et al. (2008). Para iniciar la prueba, el participante se colocó en posición atlética con los pies separados a la anchura de los hombros. A continuación, se le animó a que realizara un salto con contramovimiento y siguiera con saltos verticales repetidos tan altos como fuera posible llevando las rodillas al pecho. Se indicó a los jugadores que aterrizaran en el mismo sitio, minimizando el tiempo de contacto con el suelo entre saltos. Los jugadores ejecutaron saltos continuados durante los 10 segundos de duración del test.

El análisis de la cinemática de la caída en el TJA se realizó por medio de video-análisis en 2 dimensiones. Para ello, se colocó una cámara de alta velocidad (Panasonic Lumix DMC-FZ200, Japan) en el plano frontal. Posteriormente, el desplazamiento de la rodilla en el plano frontal en el momento de máxima flexión fue evaluado para cada aterrizaje y en ambas piernas mediante el programa de libre uso Kinovea (0.8.15, USA), siguiendo el procedimiento descrito por Robles-Palazón et al. (2021). Valores > 0 fueron indicativos de valgo de rodilla, mientras que los valores $< 0^\circ$ denotaron varo de la rodilla. La media de las puntuaciones obtenidas fue utilizada para el análisis estadístico.

Rango de movimiento articular

El rango de movimiento pasivo máximo de la articulación del tobillo (dorsiflexión de tobillo con rodilla extendida) de la pierna dominante y no dominante fue evaluado según el procedimiento ROM-Sport, descrito por Cejudo et al. (2019, 2020). Los deportistas realizaron 2 intentos máximos para completar la prueba de valoración de manera alterna para cada pierna. Cuando se observó una diferencia mayor del 5% entre el valor de cada par de intentos, un tercer intento fue realizado, seleccionando el valor medio para el posterior análisis estadístico. Como instrumento de medida se utilizó un inclinómetro ISOMED Unilevel con varilla extensible telescópica. Se dejó un descanso de 10 s entre cada uno de los dos intentos máximos.

Distancia de salto horizontal

La batería de pruebas conocida como Single-Legged Hop Tests fue empleada para la

valoración de la fuerza funcional y estabilidad dinámica de la extremidad inferior (Noyes et al., 1991; Logerstedt et al., 2012). Esta batería está compuesta por: (1) salto unipodal (Single Hop for Distance), (2) triple salto (Triple Hop for Distance), (3) triple salto cruzado (Crossover Hop for Distance), y tiempo en recorrer 6 metros (Timed Hop Test). De todos ellos, para este estudio se seleccionó únicamente el salto único unipodal (Single Hop for Distance [SHD]) para la medición del rendimiento del deportista en la aplicación de fuerza horizontal.

Para la valoración de la distancia, se utilizó una cinta métrica estándar. El participante se situó en la línea de inicio de la cinta (sin rebasarla) en posición unipodal y realizó un salto único, aterrizando con la misma pierna de partida. En la fase de aterrizaje, se requirió al participante que aguantara en posición unipodal durante 2 s antes de apoyar la pierna no ejecutora. Durante la ejecución de la prueba se permitió el libre movimiento de brazos. El examinador valoró la distancia desde la línea de salida hasta el apoyo en el aterrizaje tras el salto, utilizando el talón de la pierna ejecutora como punto de referencia para esta última. El intento fue considerado nulo si: (1) el participante no lograba aterrizar de manera estable durante la fase de caída (e.g., incluía pequeños saltos o rebotes, desplazaba pierna posición de pierna ejecutora tras la caída), (2) el participante perdía el equilibrio en la fase de caída previo a guardar la posición al menos 2 segundos, y (3) si, por cualquier circunstancia, al realizar el salto la cinta métrica se desplazaba y/o perdía su longitud lineal. Durante la valoración, se alternó el orden de ejecución entre piernas dominante y no dominante, y se registró un total de 3 repeticiones válidas. La media de estas 3 repeticiones fue utilizada para el análisis estadístico.

Altura de salto vertical

La altura de salto vertical fue valorada mediante la prueba de salto unilateral con contramovimiento (Single Leg Countermovement Jump [SLCMJ]). Para ello, el deportista se situó sobre una plataforma Chronojump (Chronojump Bosco System, España) en apoyo unipodal y ejecutó un CMJ con manos sobre la cadera. El orden de ejecución alternó pierna dominante y no dominante. Un total de 3 intentos válidos fueron evaluados, utilizando la media de todas

las repeticiones para el posterior análisis estadístico.

Intervención

Tras el análisis de las características de los participantes y de los ejercicios propuestos por los distintos niveles de dificultad del programa Knäkontroll (SISU Idrottsböcker®, Sweden, 2005), se decidió seleccionar el nivel B como modelo de intervención. En la **Tabla 2** se muestra la traducción al español de este programa de calentamiento neuromuscular propuesto por **Waldén et al. (2012)**.

Se realizaron 3 series de 10 repeticiones (3 x 10) por cada ejercicio. El ejercicio (4) tuvo una duración de 30 s. Los descansos fueron de 10 s entre repeticiones y 30 s entre series/cambio de ejercicio. Tras el ejercicio (5) se descansó 40 s por fatiga hasta dar comienzo con el último ejercicio (6). Todos los ejercicios fueron realizados en el terreno de juego, con botas de fútbol.

Análisis estadístico

La distribución normal de los datos fue analizada a través de la prueba Shapiro-Wilk, demostrando una distribución no normal para algunas de las variables de estudio (SHD y TJA). Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables cuantitativas, que incluía la media y su correspondiente desviación típica. La fiabilidad inter-sesión de cada una de las variables analizadas fue calculada empleando los resultados obtenidos en la primera sesión y en el pre-test de la sesión experimental mediante el cálculo del índice de correlación intraclase (ICC_{2k}). La prueba no paramétrica de Wilcoxon fue empleada para observar la existencia de diferencias significativas entre el resultado pre-test y el post-test para cada una de las variables. El análisis estadístico fue realizado mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences, v. 16.0, para Windows; SPSS Inc, Chicago) con un nivel de significación del 95% ($p < 0,05$).

Tabla 2. Descripción de ejercicios y duración del programa Knäkontroll.

Ejercicio	Instrucciones	Repetición/Intensidad
(1) Sentadilla Unipodal	Movimiento lento con giro suave, pelvis horizontal y pie no protector en la parte frontal del cuerpo con leve flexión	
Nivel A	Manos en la cintura	3 x 8-15 reps
Nivel B	Mantenga la pelota sobre la cabeza con los brazos rectos	3 x 8-15 reps
Nivel C	Manos en la cadera; imaginar un reloj y marcar sobre el suelo las 12, 2, 4 y 6 en punto con el pie no ejecutor	3 x 5 reps
Nivel D	Sosteniendo un balón con las manos, bajar hasta tocar el suelo y subir en diagonal hasta levantar balón por encima de la cabeza con brazos estirados hacia el lado contralateral	3 x 8-15 reps
En pareja	Compañero presiona lateralmente con el balón la pierna libre del ejecutante de la tarea	3 x 5-10 reps
(2) Puente lumbar dinámico	Posición supina; levantar la pelvis del suelo mientras se mantiene recta	
Nivel A	Bipodal con manos cruzadas en el pecho	3 x 8-15 reps
Nivel B	Unipodal con manos agarrando pierna libre flexionada a 90°	3 x 8-15 reps
Nivel C	Unipodal pie ejecutor apoyado sobre un talón, pierna libre flexionada a 90° y manos apoyadas en el suelo	3 x 8-15 reps
Nivel D	Unipodal, alternando pierna de apoyo manteniendo brazos en el suelo con codos a 90°	3 x 8-15 reps
En pareja	Compañero agarra el talón del pie mientras que el ejecutante de la tarea utiliza este apoyo para levantar la pelvis del suelo	3 x 8-15 reps
(3) Sentadilla bipodal	Movimiento lento con giro suave, espalda recta y pies separados a la altura de los hombros con suelas en contacto con el suelo	
Nivel A	Sosteniendo balón con brazos estirados en frente del cuerpo	3 x 8-15 reps
Nivel B	Manos en cadera	3 x 8-15 reps
Nivel C	Sosteniendo un balón por encima de la cabeza con brazos estirados	3 x 8-15 reps
Nivel D	Igual que el nivel C pero terminando el movimiento en posición inicial apoyando únicamente el tercio distal del pie (elevando talones)	3 x 8-15 reps
En pareja	Compañero situado a 1 metro de distancia y en dirección opuesta al ejecutante; sostener un balón entre los dos utilizando una mano cada uno y llevando la otra mano apoyada en la cadera. Presionar el balón cuando se realiza la flexión para la sentadilla.	3 x 8-15 reps

Tabla 2. Descripción de ejercicios y duración del programa Knäkontroll (Continuación).

(4) Plancha frontal	Levantar el cuerpo y mantenerlo en línea recta	
Nivel A	Apoyando antebrazos y rodillas	15 – 30 s
Nivel B	Apoyando antebrazos y pies	15 – 30 s
Nivel C	Apoyando antebrazos y moviendo lateralmente el apoyo de los pies de manera alterna hasta volver a posición inicial	15 – 30 s
Nivel D	Plancha lateral dinámica	5 – 10 reps
En pareja	Carretilla	15 – 30 s
(5) Zancada	Hacer un paso profundo focalizando el gesto de elevación de rodilla y aterrizaje suave; la rodilla de la pierna no ejecutora no debe tocar el suelo	
Nivel A	Manos en la cadera	3 x 8-15 reps
Nivel B	Sosteniendo un balón con brazos estirados en frente del cuerpo, realizar zancada con rotación del tronco llevando balón hacia el lado de la pierna ejecutora	3 x 8-15 reps
Nivel C	Sosteniendo un balón por encima de la cabeza con brazos estirados	3 x 8-15 reps
Nivel D	Sosteniendo un balón con brazos estirados en frente del cuerpo, realizar zancadas laterales	3 x 8-15 reps
En pareja	Lanzar el balón al compañero situado a 5-10 metros cuando se realiza la zancada	3 x 8-15 reps
(6) Salto/ Caída	Salto con aterrizaje suave; permanecer brevemente en la posición de caída	
Nivel A	Saltos unipodales antero-posterior con manos en la cadera	3 x 8-15 reps
Nivel B	Saltos unipodales laterales alternando pierna ejecutora en cada repetición; manos en la espalda	3 x 8-15 reps
Nivel C	Dar pequeños pasos en el sitio y realizar salto horizontal unipodal aterrizando con pierna contralateral	3 x 5 reps
Nivel D	Igual que el nivel C pero realizando cambio de dirección de 90° antes de ejecutar el salto; alternar lados	3 x 5 reps
En pareja	Compañero situado a 5 metros lanza el balón para que el ejecutante realice salto bipodal, remate de cabeza y caiga sobre sus dos piernas	3 x 8-15 reps

Resultados

La **Tabla 3** muestra los resultados de fiabilidad obtenidos para cada una de las variables analizadas. Como demuestran los datos del ICC, se obtuvo una fiabilidad de al menos moderada para todas las variables.

En la **Tabla 4** se presentan los resultados sobre efecto agudo conseguido post-intervención (Knäkontroll) para cada prueba, diferenciando entre pierna dominante y no dominante.

Según los resultados que se muestran en la **Tabla 4**, al analizar la post-intervención (Knäkontroll) se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con respecto al pre-test en Single Hop for Distance dominante ($p = 0,003$) y no dominante ($p = 0,016$), Y-Balance Test Anterior dominante ($p = 0,026$) y no dominante ($p = 0,006$), y ROM de la dorsiflexión de tobillo dominante ($p = 0,001$) y no dominante ($p = 0,003$).

Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto agudo del programa Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jóvenes jugadores de fútbol de categoría juvenil. Los hallazgos principales revelaron mejoras derivadas de la aplicación del programa Knäkontroll como calentamiento previo a la participación en el deporte sobre el rendimiento físico en acciones que requieran la aplicación de fuerza horizontal (SHD), estabilidad dinámica de la extremidad inferior (YBT) y amplitud de rango de movimiento de la dorsiflexión de tobillo (ROM DFT). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para el rendimiento en el salto vertical tras la aplicación del protocolo de intervención.

La dorsiflexión de tobillo tiene una gran importancia en el fútbol. El tobillo es una de las primeras articulaciones en contactar con el

suelo, tratando de absorber la mayor parte de la energía provocada por el impacto generado en actividades que implican flexo-extensión de las extremidades inferiores (e.g., andar, correr, saltar). Al aumentar el nivel de dorsiflexión de tobillo, el suelo ejercería un menor pico de fuerza reactiva y, por tanto, un impacto menor sobre otras articulaciones como la rodilla o la cadera (Gaspar, 2017). Por el contrario, limitaciones en el rango de movimiento del tobillo podrían desencadenar movimientos inadecuados en el resto de articulaciones de la extremidad inferior con el objetivo de compensar los déficits presentados por esta articulación, como podría ser la aparición del valgo dinámico de rodilla (Dingenen et al., 2015). Por ello, el incremento en la dorsiflexión de tobillo evidenciado en el presente trabajo podría parcialmente explicar la reducción en

la probabilidad de sufrir una lesión de rodilla demostrada por el programa Knäkontroll en estudios previos (Waldén et al., 2012). Sin embargo, para promover esta mejora sobre la dorsiflexión de tobillo, el programa Knäkontroll no necesita de ejercicios específicos de flexibilidad. Esta intervención incorpora ejercicios de fuerza, como puede ser la sentadilla unipodal (ejercicio 1), la sentadilla bipodal (ejercicio 3) y la zancada (ejercicio 5), que involucran el trabajo de dorsiflexión de tobillo en acciones que movilizan el peso corporal del deportista. Estos resultados apoyarían los hallazgos de estudios previos donde la aplicación de ejercicios de fuerza muscular ha sido evidenciada como medida efectiva para la mejora del rango de movimiento articular (Afonso et al., 2021; Morton et al., 2011).

Tabla 3. Análisis de la fiabilidad inter-sesión de las medidas realizadas

Medida	N	Sesión 1		Sesión 2		ICC _{2k} (IC 95%)	Valoración
		M	DT	M	DT		
SLCMJ-D (cm)	14	11,43	± 3,83	12,48	± 3,18	,871 (.554 - ,960)	Buena
SLCMJ-ND (cm)	14	12,59	± 3,35	13,39	± 3,36	,751 (.404 - ,912)	Buena
SHD-D (cm)	14	166,51	± 23,82	169,31	± 21,54	,896 (.716 - ,965)	Buena
SHD-ND (cm)	14	172,57	± 18,49	178,29	± 16,83	,819 (.479 - ,940)	Buena
YBT Anterior-D (%)	14	55,32	± 4,60	54,43	± 5,72	,876 (.667 - ,958)	Buena
YBT Anterior-ND (%)	14	54,68	± 4,41	53,43	± 5,70	,800 (.497 - ,931)	Buena
ROM DFT-D (°)	14	36,29	± 5,82	34,57	± 4,26	,712 (.324 - ,896)	Moderada
ROM DFT-ND (°)	14	35,86	± 5,11	34,00	± 3,76	,687 (.260 - ,888)	Moderada
TJA Valgo-D (°)	8	-3,81	± 16,18	-5,13	± 14,25	,908 (.624 - ,981)	Muy buena
TJA Valgo-ND (°)	8	-6,69	± 8,24	-4,19	± 9,76	,724 (.163 - ,937)	Moderada

M: Media; DT: Desviación típica; ICC: índice de correlación intraclase; IC: Intervalo de confianza; SLCMJ: Single Leg Countermovement Jump; SHD: Single Hop for Distance; YBT: Y-Balance Test; ROM DFT: Rango de movimiento de la dorsiflexión de tobillo; TJA: Tuck Jump Assessment; D: Dominante; ND: No dominante.

Tabla 4. Resultados pre-test y post-intervención (Knäkontroll) para cada una de las pruebas (N = 14)

Medida	Pre-test		Post-test		Dif. Medias		p	
	M	DT	M	DT	M	IC 95%		
SLCMJ-D (cm)	12,48	± 3,18	12,91	± 3,59	,43	-,69	1,54	,363
SLCMJ-ND (cm)	13,39	± 3,36	13,95	± 3,12	,56	-,41	1,52	,198
SHD-D (cm)	184,06	± 24,85	191,54	± 24,17	7,48	2,93	12,04	,003
SHD-ND (cm)	193,32	± 20,47	199,44	± 17,27	6,12	1,10	11,14	,016
YBT Anterior-D (%)	59,09	± 5,93	60,95	± 6,83	1,85	,38	3,33	,026
YBT Anterior-ND (%)	57,86	± 6,08	60,44	± 7,1	2,58	,89	4,27	,006
ROM DFT-D (°)	34,57	± 4,26	38,07	± 5,36	3,50	2,17	4,84	,001
ROM DFT-ND (°)	34,00	± 3,76	37,07	± 5,09	3,07	1,60	4,55	,003
TJA Valgo-D (°)	-10,32	± 14,61	-11,14	± 11,04	-,82	-5,51	3,87	,396
TJA Valgo-ND (°)	-7,89	± 10,30	-4,96	± 8,35	2,93	-2,14	8,00	,123

M: Media; DT: Desviación típica; IC: Intervalo de confianza; p: significación; SLCMJ: Single Leg Countermovement Jump; SHD: Single Hop for Distance; YBT: Y-Balance Test; ROM DFT: Rango de movimiento de la dorsiflexión de tobillo; TJA: Tuck Jump Assessment; D: Dominante; ND: No dominante.

La implementación del programa Knäkontroll también ha mostrado efectos positivos sobre el rendimiento en el salto horizontal (SHD). La mejora de la aplicación de fuerza en este eje puede ser importante para este deporte y estar relacionada con incrementos del rendimiento en otras acciones determinantes, como la velocidad de carrera, dada su mecánica similar basada en una potente extensión de cadera (King, 2020). De los ejercicios propuestos por el protocolo de intervención, quizás el que más podría haber contribuido a la mejora de esta variable es el puente lumbar dinámico (ejercicio 2), cuya ejecución facilita el trabajo de extensión de cadera. En el nivel B de dificultad este ejercicio se realiza, además, en apoyo unipodal, lo que podría favorecer una mayor activación y mejora del rendimiento en acciones de salto unilateral como es el caso del SHD.

La falta de control postural o estabilidad dinámica ha sido asociada a lesiones de las extremidades inferiores, principalmente a aquellas localizadas en rodilla y tobillo (Plisky et al., 2006). La mejoría mostrada para el rendimiento en el YBT tras la aplicación del programa de intervención podría, por tanto, también destacar el incremento de la estabilidad dinámica como factor fundamental para la reducción de la incidencia de lesiones. Igualmente, el control postural ha sido identificado como uno de los elementos de diagnóstico más significativos que evidencian una adecuada preparación funcional del jugador para la práctica del fútbol (Śliwowski et al., 2018). Por todo ello, los resultados obtenidos para esta variable apoyan la utilización del programa Knäkontroll como calentamiento previo a la participación en el deporte. En cuanto a los ejercicios que podrían explicar este incremento de la estabilidad, destacan: (1) el ejercicio isométrico de core (ejercicio 4), que implica un trabajo de estabilidad central (tronco, pelvis) necesaria para ejecutar un movimiento controlado por parte de las extremidades, (2) el ejercicio de zancada (ejercicio 5), por la necesidad de activar sistemas visual, vestibular y somatosensorial para ejecutar el desplazamiento bajo unas condiciones mínimas de equilibrio, y (3) los ejercicios unipodales (1 y 6), pues por las características propias de la ejecución podrían facilitar una mayor transferencia al rendimiento en la prueba YBT. No obstante, se ha demostrado que el rendimiento

del YBT no está influenciado únicamente por la capacidad de equilibrio dinámico, sino también por la fuerza y la flexibilidad de las extremidades inferiores (Gribble et al., 2012). Por tanto, las mejoras promovidas por esta intervención y evidenciadas en las pruebas SHD y ROM DFT podrían haber contribuido paralelamente a la mejora del rendimiento en el YBT.

Por el contrario, las variables valgo dinámico de rodilla durante el TJA y altura en el SLCMJ no presentaron cambios estadísticamente significativos tras la implementación del Knäkontroll en comparación con los valores pre-test. Por un lado, la escasez de valgos de rodilla identificados en la muestra de estudio (donde la mayoría de los promedios indicaron alineación en varo) parece indicar una correcta alineación de la extremidad inferior para la mayoría de los jugadores desde los resultados pre-intervención, por lo que la ausencia de diferencias únicamente estaría mostrando el mantenimiento de una cinemática apropiada para el plano frontal tras la aplicación del programa. Estos resultados son coherentes con el objetivo del protocolo (reducción de lesión de rodilla), que tiene como elemento fundamental la instrucción en la correcta alineación de las extremidades durante la ejecución de todos los ejercicios, incluyendo ejercicios específicos de caídas tras salto vertical (ejercicio 6). Por otro lado, la ausencia de ejercicios centrados en el desarrollo de la potencia de salto vertical y fuerza explosiva podría evidenciar una estimulación insuficiente para la mejora del desempeño de los deportistas en el SLCMJ. Según Masach (2008), el jugador de fútbol puede llegar a realizar hasta 150 golpes de cabeza por partido, donde en la mayoría de ellos no contará con el tiempo suficiente para aplicar fuerza máxima, sino que dependerá más de la velocidad y la eficiencia de la fuerza aplicada. Por tanto, la inclusión de nuevos ejercicios (o variantes adicionales a los propuestos por el programa) que incidan en el trabajo pliométrico podría ayudar a la mejora del rendimiento en acciones de salto vertical durante la posterior participación en el deporte.

Limitaciones

Desde el conocimiento de los autores, este es el primer estudio que analiza el efecto agudo del programa de calentamiento neuromuscular Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento

físico en jóvenes jugadores de fútbol. No obstante, este trabajo presenta principalmente dos limitaciones que deben ser destacadas. En primer lugar, el tamaño muestral es reducido ($N = 14$), perteneciendo todos los jugadores a una misma escuela de fútbol. Por tanto, los resultados no deberían ser generalizados a otros equipos y/o cohortes de deportistas. En segundo lugar, y aunque la implementación del programa de calentamiento ha demostrado efectos positivos sobre todas las variables analizadas (a excepción del SLCMJ), la ausencia de grupo control (i.e., programa de calentamiento tradicional) recomienda futuros estudios para analizar el emplazamiento más apropiado de estas medidas preventivas en las sesiones de entrenamiento habituales del deporte.

Aplicaciones prácticas

Los programas de entrenamiento neuromuscular estandarizados (e.g., FIFA 11+) se presentan como estrategias preventivas de fácil implementación en la práctica diaria del fútbol base. La mayoría de ellos permiten aplicar intervenciones a grandes grupos de deportistas en reducidos periodos de tiempo (alrededor de 15-20 minutos) y sin necesidad de grandes recursos materiales. En este sentido, el programa Knäkontroll no solo se presenta como una estrategia efectiva para la reducción de la incidencia y severidad de las lesiones de rodilla, sino también como un protocolo que permite incrementar el rendimiento físico de los jóvenes jugadores en acciones habituales del deporte. No obstante, para incrementar las mejoras derivadas de la aplicación de esta intervención sobre el rendimiento en salto vertical, se recomienda la inclusión de 1-2 ejercicios o variantes al programa estandarizado que favorezcan el trabajo de pliometría. Una opción podría ser, por ejemplo, introducir el gesto técnico de salto en la sentadilla unipodal (ejercicio 1) o bipodal (ejercicio 3), incrementado así la intensidad de ambas propuestas.

Conclusiones

La implementación del programa de calentamiento neuromuscular Knäkontroll (SISU Idrottsböcker®, Sweden, 2005) muestra un

efecto agudo (post-ejercicio) positivo sobre el rendimiento físico de los jóvenes jugadores de fútbol. Entre los beneficios reportados destacan el incremento en el rango de movimiento de la dorsiflexión de tobillo, en el salto horizontal unilateral, y en la estabilidad dinámica de extremidades inferiores. Sin embargo, el estímulo proporcionado por el programa resulta insuficiente para la mejora del rendimiento en el salto vertical.

Financiación

Este estudio es parte del Proyecto de Investigación financiado por FEDER/ Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades - Agencia Estatal de Investigación/ Proyecto "Estudio del riesgo de lesión en jóvenes deportistas a través de redes de inteligencia artificial" (DEP2017-88775-P). Francisco Javier Robles-Palazón es beneficiario de un contrato predoctoral (20326/FPI/2017) financiado a través de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia (España).

Referencias

- Abenza, L., Olmedilla, A., Ortega, E., & Ato, M. (2010). Análisis de la relación entre el estado de ánimo y las conductas de adherencia en deportistas lesionados. *Anales de Psicología*, 26(1), 159. <https://www.redalyc.org/pdf/167/16713758019.pdf>
- Afonso, J., Ramirez-Campillo, R., Moscãõ, J., Rocha, T., Zacca, R., Martins, A., ... & Clemente, F. M. (2021). Strength training is as effective as stretching for improving range of motion: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare*, 9(4), 427. <https://doi.org/10.3390/healthcare9040427>
- Ayala, F., Calderón-López, A., Delgado-Gosálbez, J.C., Parra-Sánchez, S., Pomares-Noguera, C., Hernández-Sánchez, S., ... & Croix, M.D.S. (2017). Acute effects of three neuromuscular warm-up strategies on several physical performance measures in football players. *PLoS one*, 12(1), e0169660. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169660>
- Bahr, R., & Maehlum, S. (2007). *Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Bizzini, M., Impellizzeri, F. M., Dvorak, J., Bortolan, L., Schena, F., Modena, R., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the "FIFA 11+" (part 1): is it an appropriate warm-up?. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1481-1490. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.802922>
- Cejudo, A., Robles-Palazón, F.J., Ayala, F., De Ste Croix, M., Ortega-Toro, E., Santonja-Medina, F., & Sainz de Baranda, P. (2019). Age-related differences in flexibility in soccer players 8-19 years old. *PeerJ*, 7, e6236. <https://doi.org/10.7717/2Fpeerj.6236>
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., De Ste Croix, M., & Santonja-Medina, F. (2020). Assessment of the Range of Movement of the Lower Limb in Sport: Advantages of the ROM-SPORT I Battery. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7606. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207606>

- Dingenen, B., & Gokeler, A. (2017). Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. *Sports Medicine*, 47(8), 1487-1500. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0674-6>
- Dingenen, B., Malfait, B., Vanrenterghem, J., Robinson, M. A., Verschueren, S. M. P., & Staes, F. F. (2015). Can two-dimensional measured peak sagittal plane excursions during drop vertical jumps help identify three-dimensional measured joint moments? *The Knee*, 22(2), 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.12.006>
- Drawer, S., & Fuller, C. W. (2002). Evaluating the level of injury in English professional football using a risk based assessment process. *British Journal of Sports Medicine*, 36(6), 446-451. <https://doi.org/10.1136/2Fbjsm.36.6.446>
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., ... & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16(2), 83-92. <https://bjsm.bmj.com/content/40/3/193>
- Gaspar, Í. G. (2017). *Estudio de la relación entre la dorsiflexión de tobillo y las asimetrías en el crossover hop test for distance en jugadores de fútbol* (Tesis de pregrado). Zaragoza: Universidad San Jorge.
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339-357. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
- Gribble, P. A., Terada, M., Beard, M. Q., Kosik, K. B., Lepley, A. S., McCann, R. S., ... & Thomas, A. C. (2016). Prediction of lateral ankle sprains in football players based on clinical tests and body mass index. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(2), 460-467. <https://doi.org/10.1177/0363546515614585>
- Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British Journal of Sports Medicine*, 33(3), 196-203. <https://doi.org/10.1136/2Fbjsm.33.3.196>
- Herrero, H., Salinero, J. J., & Del Coso, J. (2014). Injuries among Spanish male amateur soccer players: a retrospective population study. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(1), 78-85. <https://doi.org/10.1177/0363546513507767>
- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeberg, R., & Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of Internal Medicine*, 170(1), 43-49.
- King, T. (2020). *An exploration into the assessment of hip extension strength and its importance for performance in professional soccer* (Tesis de doctorado). Liverpool John Moores University.
- Krustrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s1), 1-13. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01108.x>
- 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. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.168>
- Larruskain, J., Lekue, J. A., Diaz, N., Odriozola, A., & Gil, S. M. (2018). A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(1), 237-245. <https://doi.org/10.1111/sms.12860>
- Llana-Belloch, S., Pérez-Soriano, P., & Lledó-Figueres, E. (2010). La epidemiología en el fútbol: una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 10(37), 22-40. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista37/artfutbol130.htm>
- Logerstedt, D., Grindem, H., Lynch, A., Eitzen, I., Engebretsen, L., Risberg, M. A., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2012). Single-Legged Hop Tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(10), 2348-2356. <https://doi.org/10.1177/0363546512457551>
- Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulias, N., Loppini, M., & Denaro, V. (2010). Long-term health outcomes of youth sports injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 21-25. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.069526>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0363546504272261>
- Masach, J. (2008). Estructura condicional del juego del fútbol y evaluación de la condición física como base para la metodología en la preparación física. *Material de Estudio Máster Universitario de preparación física en el fútbol* (Primera ed.). Universidad de Castilla La Mancha, Real Federación Española de Fútbol.
- Mayo, M., Seijas, R., & Alvarez, P. (2014). Structured neuromuscular warm-up for injury prevention in young elite football players. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*, 58(6), 336-342. <https://doi.org/10.1016/j.recote.2014.09.004>
- Morton, S. K., Whitehead, J. R., Brinkert, R. H., & Caine, D. J. (2011). Resistance training vs. static stretching: effects on flexibility and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3391-3398. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31821624aa>
- Muftu, S., Bollars, P., Vanlommel, L., Van Crombrugge, K., Corten, K., & Bellemans, J. (2015). Injuries in male versus female soccer players: epidemiology of a nationwide study. *Acta Orthopaedica Belgica*, 81(2), 289-295.
- Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2008). Tuck jump assessment for reducing anterior cruciate ligament injury risk. *Athletic Therapy Today*, 13(5), 39-44.
- Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(5), 513-518. <https://doi.org/10.1177/036354659101900518>
- Orchard, J., & Hoskins, W. (2007). For debate: consensus injury definitions in team sports should focus on missed playing time. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(3), 192-196. <https://doi.org/10.1097/jsm.0b013e3180547527>
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (2006). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 911-919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Read, P. J., Oliver, J. L., Myer, G. D., Farooq, A., Croix, M. D. S., & Lloyd, R. S. (2020). Utility of the anterior reach Y-Balance test as an injury risk screening tool in elite male youth soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 45, 103-110. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.06.002>
- Robles-Palazón, F. J., Pomares-Noguera, C., Ayala, F., Hernández-Sánchez, S., Martínez-Romero, M. T., Sainz de Baranda, P., & Wesolek, I. (2016). Acute and chronic effects of the FIFA 11+ on several physical performance measures in adolescent football players. *European Journal of Human Movement*, 36, 116-136. <https://www.eurjhm.com/index.php/eurjhm/article/view/373>
- Robles-Palazón, F. J., Ruiz-Pérez, I., Oliver, J. L., Ayala, F., & Sainz de Baranda, P. (2021). Reliability, validity, and maturation-related differences of frontal and sagittal plane landing kinematic measures during drop jump and tuck jump screening tests in male youth soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 50, 206-216. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.05.009>

- Robles-Palazón, F., & Sainz de Baranda, P. (2017). Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6(2), 115-126. <https://doi.org/10.6018/300451>
- Romero-Moraleda, B., Cuéllar, Á., González, J., Bastida, N., Echarri, E., Gallardo, J., & Paredes, V. (2017). Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 13(48). <https://doi.org/10.5232/ricyde2017.04803>
- Rössler, R., Junge, A., Bizzini, M., Verhagen, E., Chomiak, J., Aus der Fünften, K., ... & Faude, O. (2018). A multinational cluster randomised controlled trial to assess the efficacy of '11+ Kids': a warm-up programme to prevent injuries in children's football. *Sports Medicine*, 48(6), 1493-1504. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0834-8>
- Śliwowski, R., Grygorowicz, M., Wieczorek, A., & Jadczyk, Ł. (2018). The relationship between jumping performance, isokinetic strength and dynamic postural control in elite youth soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(9), 1226-33. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.07289-9>
- 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. *British Medical Journal*, 337, a2469. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Häggglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*, 344, e3042. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3042>
- Yu, B., & Garrett, W. E. (2007). Mechanisms of non-contact ACL injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 41(suppl 1), i47-i51. <https://doi.org/10.1136/2Fbjism.2007.037192>
- Zahínos, J., González, C., & Salinero, J. (2010). Estudio epidemiológico de las lesiones. Los procesos de adaptación y prevención de la lesión de ligamento cruzado anterior en el fútbol profesional. *Journal of Sport and Health Research*. 2(2), 139-150.