

**Artículos de Investigación**

**Perfil de fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera de un equipo senior de fútbol**

*Antonio Cejudo, José Manuel Armada-Zarco, Riccardo Izzo y Pilar Sainz de Baranda*

**Análisis de un protocolo preventivo contextualizado en jóvenes futbolistas**

*Rafael Lorente-Corvi*

**Efecto de 2 y 4 meses de práctica de fútbol en el desarrollo osteogénico de niños prepuberales**

*Antonio Hernandez-Martin, Javier Sanchez-Sanchez, Samuel Manzano-Carrasco, Jose Luis Felipe, Leonor Gallardo y Jorge García-Unanue*

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

*Guillermo López-Carrillo y Francisco Javier Robles-Palazón*

**Mecánica sagital del cambio de dirección en jugadoras de fútbol de diferente nivel competitivo**

*Violeta García-Quiles y Alba Aparicio Sarmiento*

**Programa Stop & Go: pruebas de campo para la identificación del riesgo de lesión en jugadores jóvenes de deportes de equipo**

*Francisco Javier Robles-Palazón, Antonio Cejudo, Alba Aparicio-Sarmiento, Pilar Sainz de Baranda y Francisco Ayala*

*Journal of Universal Movement and Performance (JUMP)* es una revista digital multidisciplinar de publicación periódica de artículos científicamente fundamentados y relevantes para el desarrollo de las distintas dimensiones del rendimiento motriz en las diferentes áreas de conocimiento tanto de manera general (Ciencias, Ciencias de la Salud, Ingeniería y Arquitectura, Ciencias Sociales y Jurídicas, Arte y Humanidades), como de manera específica (Ciencias del Deporte, Música, Danza, rendimiento militar, educación en sus diferentes vertientes relacionadas con el movimiento, o Bellas Artes, entre otras). El objetivo bidireccional de esta revista, centrado tanto en el desarrollo del campo de conocimiento en cuestión como en el acercamiento de los avances científicos a los profesionales del ámbito práctico, permite (y así se fomentará) la publicación de apartados de divulgación que faciliten la transferencia del conocimiento científico al mundo laboral, pero siempre dentro de artículos de carácter científico que son elegidos a través de un riguroso proceso de revisión externa por expertos bajo la modalidad doble ciego.

Universidad de JAÉN, Grupo de investigación Ciencia, Educación, Deporte y Actividad Física (Universidad de Jaén); Grupo investigación Human Movement and Sport Exercise (HUMSE) (Universidad de Murcia)  
Periodicidad: bianual (enero y julio)

## COMITÉ DE REDACCIÓN

### Directores

**Dra. Gema Torres Luque**  
gtluque@ujaen.es  
Universidad de Jaén.

**Dr. Enrique Ortega Toro**  
eortega@um.es  
Universidad de Murcia

**Dra. Pilar Sainz de Baranda Andújar**  
psainzdebaranda@um.es  
Universidad de Murcia

### Editores

**Dr. David Cárdenas Vélez**  
dcardena@ugr.es  
Universidad de Granada

**Dr. Carlos Lago Peñas**  
clago@uvigo.es  
Universidad de Vigo

**Dr. Miguel Ángel Gómez Ruano**  
miguelangel.gomez.ruano@upm.es  
Universidad Politécnica de Madrid

**Dr. Sergio José Ibáñez Godoy**  
sibanez@unex.es  
Universidad de Extremadura

**Dr. Francisco Alarcón López**  
f.alarcon@gcloud.ua.es  
Universidad de Alicante

## COMITÉ CIENTÍFICO

**Dr. Adela Gonzalez Marin.**  
adelaglez@cop.es  
Centro de Adscripción: Centro Universitario de la Defensa (San Javier)

**Dra. Ángela Morales**  
angela.morales@uam.es  
Universidad Autónoma de Madrid

**Roberto Ruiz Barquín**  
roberto.ruiz@uam.es  
Universidad Autónoma de Madrid

**Dr. Isidro Verdú Conesa**  
iverdu@um.es  
Universidad de Murcia

**Dr. Aurelio Olmedilla Zafra**  
olmedilla@um.es  
Universidad de Murcia

**Dr. Antonio Cejudo Palomo**  
antonio.cejudo@um.es  
Universidad de Murcia

**Dr. Fernando Santonja Medina**  
santonja@um.es  
Universidad de Murcia

**Dra. Olga Rodríguez Ferrán**  
olga.rodriguez@um.es  
Universidad de Murcia

**Dra. Raquel Hernández García**  
rhernandez@um.es  
Universidad de Murcia

**Dra. María Jesús Bazaco Belmonte**  
mjbazaco@um.es  
Universidad de Murcia

**Dr. Eduardo Segarra Vicens**  
esegarra@um.es  
Universidad de Murcia

**Dr.a Perla Moreno**  
perlamoreno@ugr.es  
Universidad de Granada

**Dra. Cecilia Ruiz Esteban**  
cruiz@um.es  
Universidad de Murcia

**Dra. Susana Aznar Laín**  
susana.aznar@uclm.es  
Universidad de Castilla la Mancha

**Dr. Gregorio Vicente Nicolás**  
gvicente@um.es  
Universidad de Murcia

# Journal of Universal Movement and Performance



---

Dr. Aurelio Ureña Espa  
aurena@ugr.es  
Universidad de Granada

Dr. Francisco Javier Giménez Fuentes Guerra  
jfuentes@uhu.es  
Universidad de Huelva

Dra. Clara Isabel Pazo Haro  
clara.pazo@uhu.es  
Universidad de Huelva

Dr. Sergio Lorenzo Giménez  
sergiolorenzo.jimenez@uem.es  
Universidad Europea de Madrid

Dra. Maite Gómez López  
maitegomez.lopez@upm.es  
Universidad Politécnica de Madrid

Dr. Alberto Lorenzo Calvo  
alberto.lorenzo@upm.es  
Universidad Politécnica de Madrid

Dr. Sebastin Feu Molina  
sfeu@unex.es  
Universidad de Extremadura

Dr. Javier García Rubio  
jagaru@unex.es  
Universidad de Extremadura

Dr. Ezequiel Rey Eiras  
zequirey@uvigo.es  
Universidad de Vigo

Dr. David Valades  
david.valades@uah.es  
Universidad de Alcalá

Dra. Elena Hernández Hernández  
ehernandez@upo.es  
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla

Dr. Antonio García de Alcaraz  
antoniogadealse@gmail.com  
Universidad de Almería

Dr. Francisco Ayala Rodríguez  
fayala@umh.es  
Universidad de Miguel Hernández

Dr. Antonio Casimiro Andújar  
casimiro@ual.es  
Universidad de Almería

Dra. Leonor Gallardo Guerrero  
Leonor.Gallardo@uclm.es  
Universidad de Castilla-La Mancha

Dra. Nuria Mendoza Laiz  
nuria.mendoza@ufv.es  
Universidad Francisco de Vitoria de Madrid

---

Dar. Clara Sainz de Baranda Andújar  
cbaranda@hum.uc3m.es  
Universidad Carlos III de Madrid

Dr. Jose M. Palao Andres  
palaoj@uwp.edu  
University of Wisconsin

Dra. Penny Lyter  
lyter@uwp.edu  
University of Wisconsin

Dr. Mark De Ste Croix  
mdestecroix@glos.ac.uk  
University of Gloucestershire

Dr. Martine Deighan  
mdeighan@glos.ac.uk  
University of Gloucestershire

Dra. Diane Crone  
dmcrone@cardiffmet.ac.uk  
Cardiff Metropolitan University

Dr. Riccardo Edgardo Izzo  
Riccardo.Izzo@uniurb.it  
Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"

Dr. Juan Carlos Gámez Granados  
jcgamez@uco.es  
Universidad de Córdoba

Eugenio Ducoing Cordeo  
eugenio.ducoing@usach.cl  
Universidad de Santiago de Chile

Cecilia Bahamonde perez  
Cecilia.bahamonde@umce.cl  
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (Chile)

Dra. M<sup>a</sup> Dolores Escarabajal Arrieta  
Universidad de Jaén  
descara@ujaen.es

Dra. M<sup>a</sup> Luisa Zagalaz Sánchez  
Universidad de Jaén  
lzagalaz@ujaen.es

Dra. Milagros Arteaga Checa  
Universidad de Jaén  
marteaga@ujaen.es

Dr. Emilio J. Martínez López  
Universidad de Jaén  
emilioml@ujaen.es

Dr. Javier Cachón Zagalaz  
Universidad de Jaén  
jcachon@ujaen.es

Dr. Amador Lara Sánchez  
Universidad de Jaén  
alara@ujaen.es

---

Dr. Pedro Latorre Román  
Universidad de Jaén  
platorre@ujaen.es

Dr. Alberto Ruiz Ariza  
Universidad de Jaén  
arariza@ujaen.es

Dr. Daniel Mayorga Vega  
Universidad de Jaén  
dmayorga@ujaen.es

Dra. Inés Muñoz Galiano  
Universidad de Jaén  
imunoz@ujaen.es

---

## POLÍTICA DE ACCESO ABIERTO

*Journal of Universal Movement and Performance* es una revista de acceso abierto, por lo que todo el contenido publicado en esta revista está disponible de manera gratuita para el cualquier usuario e institución. Los usuarios pueden leer, descargar, imprimir, buscar o vincular los textos completos de los artículos, o usarlos para cualquier otro propósito legal, sin solicitar permiso previo al editor o autor del documento.

---

**OJS** Portal de Revistas Científicas  
Universidad de Jaén  
OPEN JOURNAL SYSTEMS

---

## CONTACTO DE SOPORTE

Gema Torres Luque, Universidad de Jaén  
Correo electrónico: gtluque@ujaen.es

---

Diagramación y diseño

Journals &  
Authors  
comunica la ciencia

Medellín, Colombia  
Tel.: (+57) 3167322347  
www.jasolutions.com.co

Una publicación de:



Patrocina:



## TABLA DE CONTENIDO

---

### Artículos de Investigación

- Perfil de fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera de un equipo senior de fútbol .....1**  
*Isometric maximum strength profile of hip rotators of a senior soccer team*  
Antonio Cejudo, José Manuel Armada-Zarco, Riccardo Izzo y Pilar Sainz de Baranda
- Análisis de un protocolo preventivo contextualizado en jóvenes futbolistas .....10**  
*Analysis of a proposed preventive program for youth football players*  
Rafael Lorente-Corvi
- Efecto de 2 y 4 meses de práctica de fútbol en el desarrollo osteogénico de niños prepuberales .....26**  
*Effect of 2 and 4 months of football practice on the osteogenic development of pre-pubertal children*  
Antonio Hernandez-Martin, Javier Sanchez-Sanchez, Samuel Manzano-Carrasco, Jose Luis Felipe, Leonor Gallardo y Jorge García-Unanue
- Efecto agudo del programa Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jugadores de fútbol de categoría juvenil .....33**  
*Acute effect of the Knäkontroll program on several parameters of physical performance in youth soccer players*  
Guillermo López-Carrillo y Francisco Javier Robles-Palazón
- Mecánica sagital del cambio de dirección en jugadoras de fútbol de diferente nivel competitivo .....45**  
*Sagittal mechanics of change of direction in female football players of different competitive levels*  
Violeta García-Quiles y Alba Aparicio Sarmiento
- Programa stop & go: pruebas de campo para la identificación del riesgo de lesión en jugadores jóvenes de deportes de equipo .....59**  
*Stop & Go Programme: Field-based tests for the identification of injury risk in young team sports players*  
Francisco Javier Robles-Palazón, Antonio Cejudo, Alba Aparicio-Sarmiento, Pilar Sainz de Baranda y Francisco Ayala

# Perfil de fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera de un equipo senior de fútbol

Isometric maximum strength profile of hip rotators of a senior soccer team

Antonio Cejudo<sup>1</sup>

José Manuel Armada-Zarco<sup>1</sup>

Riccardo Izzo<sup>2</sup>

Pilar Sainz de Baranda<sup>1</sup>

1. Departamento de Actividad Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Murcia "Campus Mare Nostrum", Universidad de Murcia, Murcia, España.

2. Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Scuola di Scienze Motorie, Università degli Studi, Urbino, Italy.

## Resumen

La debilidad y desequilibrios de los rotadores de cadera están asociados con las lesiones en los deportistas. El objetivo del presente estudio fue describir el perfil de fuerza isométrica máxima (FIM) de los rotadores internos (RIC) y externos (REC) de la cadera en jugadores senior de fútbol. Para ello, se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal con 21 jugadores senior de fútbol que participaron voluntariamente en esta experiencia. La FIM de la RIC y REC se midió con un dinamómetro manual Lafayette. Se realizó una prueba t de Student para determinar la existencia de posibles diferencias entre la FIM de la cadera dominante y no dominante, y entre los valores de la FIM de RIC y REC. Estos análisis se complementaron con el cálculo del tamaño del efecto mediante la d de Cohen. Los jugadores mostraron resultados de FIM de  $200,94 \pm 29,98$  N,  $2,66 \pm 0,37$  N/kg de masa corporal y  $1,09 \pm 0,16$  N\*m/kg de masa corporal en la REC; y  $154,22 \pm 25,09$  N,  $2,04 \pm 0,33$  N/kg de masa corporal y  $0,84 \pm 0,14$  N\*m/kg de masa corporal en la RIC. El análisis comparativo de la FIM en las diferentes unidades de medida mostró valores superiores en los REC que en los RIC ( $p = 0,000$ ; d de Cohen  $> 1,631$  [grande]). Tomando como base podemos concluir, que el procedimiento estandarizado de evaluación empleado en este estudio ha obtenido valores normativos del perfil de FIM de los rotadores de la cadera superiores a los descritos para otros jugadores de fútbol de nivel competitivo superior de ambos sexos. Los valores de la FIM de los REC son superiores a los RIC.

**Palabras clave:** Dinamómetro manual, deportes colectivos, test de campo, valores de referencia, desequilibrio muscular, lesión por sobreuso.

## Abstract

Hip rotator weakness and imbalances are associated with injuries in athletes. The aim of the present study was to describe the maximal isometric strength (MIS) profile of the internal (HIR) and external (HER) hip rotators in senior soccer players. An observational, descriptive, cross-sectional study was conducted in 21 senior soccer players that voluntarily participated in the present study. The MIS of HIR and HER were measured with the use of a manual Lafayette dynamometer. A Student's t-test for related data (dependent samples) was calculated to determine the existence of differences between the MIS values of the dominant and nondominant hip, and between the MIS values of the HIR and HER. These analyses were complemented with the effect size of all outcomes using Cohen's d statistic. The players showed MIS results of  $200.94 \pm 29.98$  N,  $2.66 \pm 0.37$  N/kg body mass and  $1.09 \pm 0.16$  N\*m/kg body mass in the REC; and  $154.22 \pm 25.09$  N,  $2.04 \pm 0.33$  N/kg body mass and  $0.84 \pm 0.14$  N\*m/kg body mass in the RIC. Comparison analysis of MIS means in the different units of measurement showed higher values in HER than in HIR ( $p = 0.000$ ; Cohen's d  $> 1.631$  [large]). In conclusion, a standardized assessment method has obtained normative values of the FIM profile of hip rotators higher than other soccer players of higher competitive level and both sexes. The FIM values of HER are higher than HIR.

**Keywords:** Hand-held dynamometer, team sports, field test, reference values, muscle imbalance, overuse injury.

\* Autor de correspondencia: Antonio Cejudo, [antonio.cejudo@um.es](mailto:antonio.cejudo@um.es)

Recibido: 10 de junio de 2021

Aceptado: 21 de julio de 2021

Publicado: 01 de diciembre de 2021

Como citar (APA): Cejudo, A., Armada-Zarco, J. M., Izzo, R., & Sainz de Baranda, P. (2021). Perfil de fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera de un equipo senior de fútbol. *JUMP*, (4), 1-9. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.1>

## Introducción

La articulación de la cadera está diseñada para proporcionar estabilidad corporal en sacrificio del movimiento (Clarkson, 2003; Palmer & Epler, 2002). Para el desempeño de esta función, los rotadores de la cadera se consideran los músculos más importantes por sus funciones de estabilización del tronco, la cadera y rodilla (Clarkson, 2003; Kapandji, 2007). Sin embargo, se requiere cierto equilibrio de fuerza entre los rotadores externos (REC) e internos (RIC) de la cadera debido a ciertas diferencias anatómicas. Los REC son más numerosos y potentes que sus antagonistas (Kapandji, 2007); éstos son los pelvitrocantéreos (piramidal, el obturador interno, el géminos pélvico y el obturador externo), los glúteos (mayor, mediano y menor) y algunos aductores (cuadrado crural, pectíneo y aductor mayor) que actúan en determinadas ocasiones en esta rotación. Mientras que los RIC (tensor de la fascia lata, el glúteo menor y mediano) son menos numerosos y tres veces menos potentes que sus antagonistas (Kapandji, 2007).

Cada vez hay más estudios científicos que han encontrado una asociación causal entre la debilidad de los rotadores de la cadera y las desalineaciones del miembro inferior como el signo de Trendelenburg (Brukner et al., 2014), el valgo de rodilla (Dierks et al., 2008; Wilczyński et al., 2021) y la torsión femoral (Hafiz, 2014) en la población general y deportista. También, este factor de riesgo se ha asociado con lesiones de la rodilla como el síndrome femoropatelar (Dierks et al., 2008; Powers, 2010) y la rotura del ligamento cruzado anterior (Powers, 2010; Sigward et al., 2008) en deportistas. Los desequilibrios musculares unilaterales (agonistas versus antagonista) y bilaterales (rotadores de la cadera externos más fuertes que los internos o viceversa) también han sido establecidos como factores de riesgo de diferentes problemas músculo-esqueléticos en deportistas (Cibulka et al., 2010) como el dolor lumbar (Ellison et al., 1990; Hides & Oostenbroek, 2016), el dolor patelofemoral (Cibulka & Threlkeld-Watkins, 2005; Leporace et al., 2018) y el esguince de tobillo (De Ridder et al., 2017). Además, se ha demostrado que ambos factores de riesgo de lesión, debilidad y desequilibrio muscular, causan disminución del

rendimiento físico-técnico deportivo en acciones técnicas tales como el golpeo de balón (Lees et al., 2010), el cambio de dirección, la deceleración (Howard et al., 2011), el aterrizaje tras el salto (Howard et al., 2011) o el sprint (Ocarino et al., 2021).

La evaluación de la fuerza isométrica máxima (FIM) de los rotadores de la cadera puede proporcionar información interesante para la gestión de estas lesiones deportivas en términos de prevención y readaptación físico-técnica. En el ámbito deportivo, clínico y de investigación el uso del dinamómetro manual es frecuente por su accesibilidad, coste económico, portabilidad y fácil uso (De Ridder et al., 2017; Desmyttere et al., 2019; Hannon et al., 2019; Leporace et al., 2018; Ocarino et al., 2021). Además, se ha demostrado la validez y fiabilidad de la medición de la FIM con este instrumento en adultos activos (Thorborg et al., 2013) y futbolistas (Desmyttere et al., 2019; Paul & Nassis, 2015). Sin embargo, los estudios que han evaluado la FIM en los deportistas han usado diferentes metodologías y marcas de instrumentos de medición (De Ridder et al., 2017; Desmyttere et al., 2019; Hannon et al., 2019; Hides & Oostenbroek, 2016; Leporace et al., 2018; Ocarino et al., 2021; Sigward et al., 2008). Este hecho, puede justificar los resultados discrepantes de FIM observados en la población deportista (Baldon et al., 2012; Ocarino et al., 2021). Así, la aplicación adicional o no de la fuerza aplicada por el evaluador al retener el empuje del deportista (De Ridder et al., 2017; Hannon et al., 2019; Hides & Oostenbroek, 2016; Leporace et al., 2018; Sigward et al., 2008), el control o no de los movimientos compensatorios (Jackson et al., 2017; Ocarino et al., 2021; Romero-Franco et al., 2017; Sigward et al., 2008), la postura del explorado en decúbito supino, prono o lateral (Baldon et al., 2012), y la posición de la flexión de cadera neutra versus flexionada (Baldon et al., 2012) son variables procedimentales que pueden afectar a los resultados de FIM.

Para identificar el riesgo de lesión deportiva asociada a la debilidad y desequilibrio muscular, los profesionales de las Ciencias del Deporte deben de disponer de valores de referencia normativos de la FIM obtenidos mediante una metodología estandarizada que evite la variabilidad en los datos. Por ello, el objetivo del presente estudio fue describir y analizar los valores normativos del perfil de FIM de los REC y

RIC en jugadores senior de fútbol. Las hipótesis del estudio fueron: a) los valores de FIM de los jugadores profesionales de fútbol son superiores a aquellos con nivel competitivo regional; b) los valores de RIC son superiores a aquellos obtenidos por los REC en los jugadores senior de fútbol.

## Método

### *Diseño de la investigación*

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal con 21 jugadores masculinos senior de fútbol. Tras informar sobre los propósitos del estudio a la dirección y staff técnico del club durante la pretemporada, los jugadores fueron reclutados antes de la primera competición oficial.

La última semana de la pretemporada se registraron los datos demográficos, antropométricos y experiencia deportiva en un cuestionario estandarizado. Los evaluadores tomaron los datos antropométricos y aclararon las posibles dudas sobre el cuestionario. Los jugadores se familiarizaron con el procedimiento de evaluación de la FIM durante la misma semana. Por indicación del entrenador del equipo, la FIM de los REC y RIC se midió en todos los jugadores la primera semana del periodo competitivo y antes del inicio de la sesión de recuperación. La sesión de evaluación se realizó en la habitación de fisioterapia del club. La FIM se midió en decúbito prono con la cadera neutra y la rodilla flexionada a 90°. Antes de la sesión de medición, un calentamiento específico dirigido por un educador físico-deportivo fue aplicado a todos los jugadores. Los jugadores fueron evaluados con la vestimenta habitual de entrenamiento. El orden de los test de evaluación de la FIM fue aleatorio. Los dos evaluadores aprendieron y perfeccionaron el procedimiento de medición de la FIM durante las dos temporadas deportivas previas al inicio de esta investigación. Tres repeticiones fueron realizadas de cada cadera en ambos movimientos, y su promedio fue utilizado para el posterior análisis estadístico (Ocarino et al., 2021; Vannatta & Kernozek, 2021). Si los evaluadores observaron una diferencia superior al 5% en los datos obtenidos, una cuarta o quinta repetición fue realizada. La media de las tres medidas más próximas fue usada para

el posterior análisis estadístico. Al finalizar el periodo competitivo, los jugadores completaron un cuestionario sobre su historial deportivo con la ayuda de los evaluadores y staff técnico del club.

### *Participantes*

La muestra estuvo compuesta por 21 jugadores masculinos senior de un equipo de fútbol que competían en el Grupo B de Preferente Autonómica de una liga regional. Todos los jugadores participaron voluntariamente en el estudio. Los jugadores presentaron una media de 23,33±3,01 años de edad, 75,73±7,10 kg de masa corporal, 177,90±5,53 cm de altura corporal y 23,91±1,75 kg/m<sup>2</sup> de índice de masa corporal. Los jugadores tenían una media de 14,95±3,86 años de experiencia competitiva federada; en la temporada deportiva anterior promediaron 3,05±0,21 días de entrenamiento semanal, 4,57±0,32 horas de entrenamiento por semana y 65,71±30,34 minutos de participación en competición.

Los jugadores no mostraron problemas ortopédicos en la extremidad inferior o la columna vertebral que pudieran afectar a la competencia físico-técnicas deportivas, a las características antropométricas y/o a la FIM de la cadera durante las dos semanas previas a la sesión de evaluación. Además, se excluyeron los porteros y a aquellos jugadores de campo que mostraron agujetas en la sesión de evaluación por las competiciones de pretemporada.

El estudio fue diseñado siguiendo las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki. El protocolo de evaluación de la FIM fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad de Murcia (ID: 1672/2017). Antes del inicio del estudio, los jugadores confirmaron que habían leído la información relacionada con la investigación y firmaron el consentimiento informado para su participación. Los jugadores fueron informados de la opción de retirarse del estudio de forma voluntaria sin dar explicaciones de ningún tipo. Además, antes y durante el estudio, los evaluadores respondieron a todas las preguntas realizadas por los jugadores.

### *Evaluadores*

La toma de datos de este estudio fue realizada por dos evaluadores. Ambos eran graduados en

Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (CAFD) y presentaban al menos 2 años de experiencia en la evaluación de la FIM. Cada evaluador presentaba unas competencias específicas para el desarrollo de los test, que fueron mantenidas en todos los jugadores. El evaluador principal colocaba el instrumento de medición y medía la fuerza, y el evaluador asistente evitaba los posibles movimientos compensatorios. Un ayudante familiarizado con el procedimiento registraba el dato en la planilla de registro.

En un estudio previo a doble-ciego de dos sesiones de medición separadas por 24 horas con 10 adultos jóvenes activos, los evaluadores demostraron una fiabilidad intraevaluador de las medidas excelente, con un coeficiente de correlación intraclase superior a 0,89 (REC= 0,90-0,98; RIC= 0,89-0,96) y un error estándar de la media inferior o igual a 10,8 N (REC= 8,6N; RIC= 10,8N) para las variables de FIM medidas.

### Test de evaluación de la fuerza isométrica máxima

En la sesión de familiarización, los jugadores recibieron una explicación completa de los procedimientos de evaluación. Antes de las mediciones de FIM, los jugadores corrieron cinco minutos alrededor del campo de fútbol a una intensidad de  $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  y ejecutaron dos repeticiones progresivas hasta el 80% de FIM como calentamiento siguiendo las directrices de dos estudios previos (Dierks et al., 2008; Widler et al., 2009).

La FIM de los RIC (Figura 1a) y REC (Figura 1b) se midieron en decúbito prono con la cadera neutra o a  $0^\circ$  y la rodilla flexionada a  $90^\circ$ . El dinamómetro se localizó en la parte distal de la pierna a 5 cm del maléolo peroneal del tobillo para los RIC y del maléolo tibial para los REC (Sigward et al., 2008; Thorborg et al., 2010). Para los REC se utilizó un dispositivo o brazo extensible que permitió el contacto del instrumento de medida con la pared (Figura 1b). A cada jugador se le pidió la aplicación de la FIM contra la pared durante 5 segundos (Ocarino et al., 2021; Sigward et al., 2008). De esta forma, la medida obtenida no estuvo influenciada por la fuerza adicional realizada por el evaluador al intentar retener el movimiento (Magalhães et al., 2013; Sigward et al., 2008). El evaluador principal animó verbalmente a los jugadores

durante el procedimiento con la frase "adelante-empuja-empuja-empuja y relájate" para obtener la aplicación de fuerza máxima. Entre las repeticiones y los test los jugadores realizaron un descanso de 60 segundos. Se empleó un dinamómetro manual Lafayette (Lafayette® Instrument Company, Lafayette, Indiana) para medir la FIM en Newtons. Para normalizar esta medida, el resultado de la FIM fue dividido por la masa corporal (Sigward et al., 2008). La estimación del momento del brazo de palanca o torque máximo se calculó multiplicando el valor de la FIM (Newtons) por la longitud de la tibia (metros), y posteriormente, el resultado se dividió por la masa corporal (Sigward et al., 2008). El control de los movimientos compensatorios fue competencia específica del evaluador asistente dando instrucciones correspondientes al jugador evaluado cuando fue necesario. En la evaluación de los RIC se evitó la elevación de la hemipelvis contralateral y los movimientos como la abducción o extensión de cadera; mientras que en la evaluación de los REC se impidió la elevación de la hemipelvis homolateral y los movimientos de cadera como la aducción o extensión. El test fue repetido si el evaluador asistente no podía controlar los movimientos compensatorios (Ocarino et al., 2021; Sigward et al., 2008).

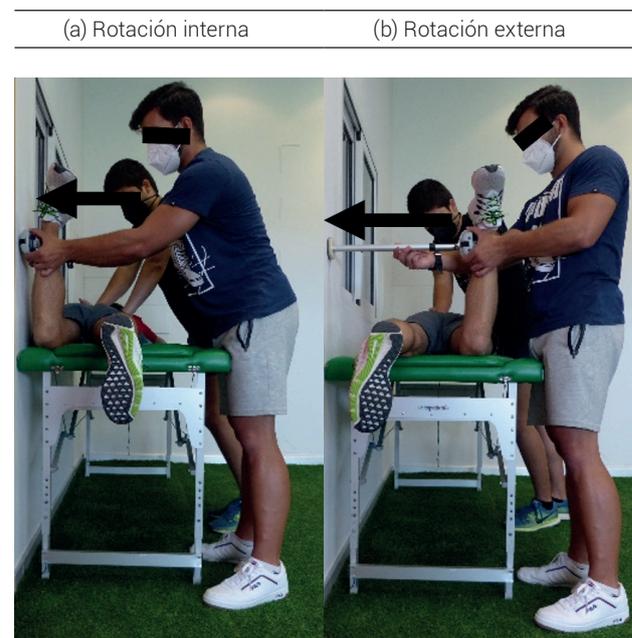


Figura 1. Evaluación de la fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera.

### Análisis estadístico

Previo al análisis estadístico, se aplicó el test Shapiro-Wilk y el test de homocedasticidad a las variables continuas para determinar o no la distribución normal de los datos. Un análisis de potencia post hoc fue realizado para calcular la potencia del tamaño muestral a posteriori, siguiendo una metodología descrita previamente (Faul et al., 2007) y empleando el programa informático G\*Power 3.1.9.7.

Los datos de las variables medidas (edad, antropometría, experiencia deportiva y FIM) fueron analizados usando estadísticos descriptivos y se expresan como media y su correspondiente desviación típica.

Una prueba t de Student para datos relacionados (muestras dependientes) se aplicó para determinar la existencia de diferencias entre la FIM de la cadera dominante y no dominante, y entre los valores de FIM para los RIC y REC. Estos análisis fueron complementados con el tamaño del efecto mediante el estadístico d de Cohen. Este dato fue interpretado cualitativamente con la clasificación propuesta por Hopkins (Hopkins et al., 2009) de la siguiente manera: extremadamente grande (> 4,0), muy grande (2,00 a 3,99), grande (1,20 a 2,00), moderado (0,6 a 1,19), pequeño (0,2 a 0,59) o trivial (< 0,2). Los autores consideraron arbitrariamente "moderado" como el nivel mínimo de tamaño de efecto relevante con aplicación práctica de los

resultados (Hopkins, 2004). Un p-valor inferior a 0,05 fue establecido como nivel de significancia estadística ( $p < 0,05$ ).

### Resultados

Tras añadir los parámetros de entrada, el tamaño del efecto (d Cohen; diferencias de dos muestras dependientes -FIM REC vs RIC-), el tamaño muestral del estudio (n=21) y la probabilidad de error ( $\alpha=0,05$ ), en el software G\*Power 3.1.9.4 fue obtenida una potencia estadística de 1,000 (1- $\beta$  error prob).

No se encontraron diferencias significativas entre el lado dominante y no dominante para los RIC (dominante:  $154,37 \pm 28,26$  N versus No dominante:  $154,04 \pm 25,51$  N;  $p = 0,938$ ; d de Cohen: 0,000 -Trivial-) y los REC (dominante:  $204,43 \pm 32,59$  N versus No dominante:  $197,41 \pm 30,33$  N;  $p = 0,109$ ; d de Cohen: 0,223 -Trivial-). Por tanto, la media de ambos lados corporales fue usada para describir el perfil de FIM de los rotadores de cadera en valores absolutos (Newtons), normalizados con la masa corporal (Newtons/kg de masa corporal) y torque (Newtons\*metro/kg de masa corporal-) en los jugadores senior de fútbol (Tabla 1).

Se observaron diferencias significativas entre los REC y RIC ( $p=0,000$ ; d de Cohen > 1,631 [grande]) en las medias de FIM (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resultados de la fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera en jugadores senior de fútbol

Unidad de medida	FIM absoluta (N)		FIM normalizado (N/kg de masa corporal)		FIM torque (N*m/kg de masa corporal)	
	REC	RIC	REC	RIC	REC	RIC
<b>Test</b>						
<b>Resultados*</b>	200,94±29,98	154,22±25,09	2,66±0,37	2,04±0,33	1,09±0,16	0,84±0,14
Plot	Diferencias de medias= 46,71N $p=0$ d de Cohen= 1,658 [grande]		Diferencias de medias= 0,62N/kg $p=0,000$ d de Cohen= 1,735 [grande]		Diferencias de medias= 0,25N*m/kg $p=0,000$ d de Cohen= 1,631 [grande]	

**Nota \*:** Media  $\pm$  desviación estándar; FIM: fuerza isométrica máxima; N: Newtons; RIC: rotadores internos de la cadera; REC: rotadores externos de la cadera.

## Discusión

El proceso de identificación de los jugadores con riesgo de lesión deportiva precisa de valores de referencia normativos obtenidos con un procedimiento de evaluación válido y preciso (Hayen et al., 2007; Hopkins et al., 2009). En este sentido, el presente estudio es, bajo el conocimiento de los autores, el primer trabajo que describe el perfil de FIM de los rotadores de la cadera con un procedimiento de evaluación estandarizado que evita repetir los principales errores metodológicos observados en estudios previos. En este sentido, los evaluadores han prestado un gran interés en el control de los posibles movimientos compensatorios, específicamente mediante la asignación de competencias específicas sobre este aspecto al evaluador asistente y la transmisión de instrucciones específicas a los jugadores; además, los jugadores siempre han aplicado su fuerza máxima contra una de las paredes de la habitación de evaluación para conseguir una contracción isométrica pura (De Ridder et al., 2017; Hannon et al., 2019; Hides & Oostenbroek, 2016; Leporace et al., 2018; Sigward et al., 2008). Si las compensaciones no se controlan o el evaluador retiene la fuerza del jugador con sus manos, la suma de fuerza de los músculos sinergistas u otros músculos del cuerpo y la fuerza aplicada por el evaluador, respectivamente, van a proporcionar una fuerza extra o un resultado falso positivo. Los estudios que han medido la FIM de los rotadores de la cadera en jugadores de fútbol han evaluado en tres posiciones corporales como son la sedestación con la cadera en flexión de 90° (Cichanowski et al., 2007; De Ridder et al., 2017; Sigward et al., 2008), en decúbito prono con la cadera a 0° (Hannon et al., 2019; Leporace et al., 2018; Ocarino et al., 2021), y en decúbito supino con la cadera a 0° (Hides & Oostenbroek, 2016) y a 90° (Desmyttere et al., 2019). Diferentes dinamómetros manuales como las marcas Lafayette® (Leporace et al., 2018; Magalhães et al., 2013), MicroFET2® han sido usados para medir la FIM (Cibulka et al., 2010; Cichanowski et al., 2007; De Ridder et al., 2017; Ocarino et al., 2021; Vannatta & Kernozek, 2021). Los valores de la FIM han sido reportados por los autores en diferentes unidades de medida como Newtons (De Ridder

et al., 2017), Newtons\* longitud de la tibia (Desmyttere et al., 2019; Hides & Oostenbroek, 2016), Newtons/kg de masa corporal (Hannon et al., 2019) y torque -Newtow \* longitud de la tibia/kg de masa corporal- (Desmyttere et al., 2019; Ocarino et al., 2021; Sigward et al., 2008). Con estos antecedentes metodológicos, y con el fin de facilitar la comparación con los estudios publicados previamente, los resultados del presente estudio han sido presentados en las tres unidades de medidas empleadas en las investigaciones citadas.

Tras no observar diferencias significativas entre la FIM de los rotadores de la cadera dominante y la cadera no dominante, el promedio de los valores de ambos lados corporales se usó para establecer el perfil FIM de los rotadores de la cadera. Los resultados del perfil de FIM de los REC (Newtons, Newtons/kg de masa corporal y torque) de este estudio medido en decúbito prono son superiores a aquellos publicados en 317 jugadores profesionales de fútbol (Leporace et al., 2018; Ocarino et al., 2021). Los valores inferiores de ambos estudios pueden ser causados por la menor longitud de la tibia al colocar el instrumento de medida a 15 cm del calcáneo (Ocarino et al., 2021) y la mayor masa corporal de los jugadores profesionales de fútbol (Leporace et al., 2018). El rendimiento en el test de FIM puede estar también afectado por la ausencia de la sesión de familiarización del test (Leporace et al., 2018) o de un calentamiento pretest (Ocarino et al., 2021). Así como, la aplicación de una única repetición de fuerza isométrica submáxima, lo que puede ser insuficiente para lograr un rendimiento óptimo en el test (Leporace et al., 2018). Estudios previos han demostrado que la familiarización (Lange Chamorro, 2017; Vega Cerda, 2018) y el calentamiento (Siff & Verkhoshansky, 2004; Vega Cerda, 2018) influyen positivamente en el rendimiento de diferentes test de fuerza. Por último, la carga de entrenamiento de la fuerza de los REC también puede influir en los resultados (Lange Chamorro, 2017; Siff & Verkhoshansky, 2004).

En 30 jugadoras de fútbol adolescentes, Hannon et al. (Hannon et al., 2019) también encontraron valores inferiores de FIM a los resultados de este estudio. Estas diferencias pueden ser explicadas por el diferente nivel

competitivo y la edad entre ambas muestras (Ocarino et al., 2021), y el sexo (Lindsay et al., 1992; Thorborg et al., 2013; Vannatta & Kernozek, 2021). En este estudio (Hannon et al., 2019), si incluyeron un calentamiento de 10 minutos y 5 repeticiones submáximas de familiarización previamente a la realización de los test de FIM. Sin embargo, la retención de la fuerza aplicada por las jugadoras y el agarre del dinamómetro manual por el evaluador puede haber afectado a los resultados (Hannon et al., 2019; Leporace et al., 2018).

Otros autores han evaluado la FIM en sedestación con la cadera flexionada a 90° en 133 jugadores jóvenes de fútbol (De Ridder et al., 2017) y en 31 jugadoras de fútbol universitarias (Sigward et al., 2008). En ambos estudios también se obtuvieron valores de FIM de los rotadores de la cadera inferiores. Estos resultados pueden ser lógicos porque con la cadera a 0° (posición en decúbito prono) hay un mayor número de músculos con brazo de momento rotacional externo que con la cadera en flexión a 90° como en sedestación (Baldon et al., 2012; Kapandji, 2007). Además, Kapandji (Kapandji, 2007) muestra diferencias entre el número y el tamaño de los músculos rotadores de la cadera en ambas posiciones (cadera flexionada a 0° y a 90°). El bíceps femoral, el semitendinoso, el semimembranoso, aductor mediano y aductor menor actúan como sinergistas con la cadera neutra. El piramidal y glúteos -menor y mediano- actúan como sinergistas de los rotadores de cadera con la flexión de cadera a 90° (Kapandji, 2007). Estos argumentos anatómicos pueden justificar las diferencias de resultados entre ambas posiciones y entre las diferentes muestras de jugadores de fútbol de ambos estudios (De Ridder et al., 2017; Sigward et al., 2008). Asimismo, la edad de los jugadores, la ausencia de una sesión de familiarización y un calentamiento previo a la ejecución de los test del estudio de De Ridder et al. (2017) pueden explicar las diferencias de resultados. Mientras que en el estudio de Sigward et al. (Sigward et al., 2008) puede influir las diferentes características antropométricas (Vannatta & Kernozek, 2021) y físicas (Meylan et al., 2008) relacionadas con el sexo de la muestra como ha sido demostrado en estudio previos (Meylan et al., 2008; Vannatta & Kernozek, 2021). Por

último, los valores inferiores de torque en los REC observados en estos estudios (De Ridder et al., 2017; Sigward et al., 2008) pueden ser explicados por los valores inferiores de FIM absoluta obtenidos y la menor altura corporal de las jugadoras de fútbol.

En base a las discrepancias metodológicas mencionadas anteriormente y posiciones de evaluación, estos resultados deben interpretarse con cautela. Como ha sido descrito en el presente estudio, la evaluación de la FIM con dinamómetro manual requiere de un procedimiento estandarizado que incluya una sesión de familiarización de los tests, la aplicación de un calentamiento normalizado, el control exhaustivo de movimientos compensatorios (cinchas, examinador asistente o ambos), el uso instrumento de medida por el evaluador que obtenga una FIM pura, la medición, el tiempo de descanso y el promedio de tres o más repeticiones para determinar los valores normativos de la muestra.

Para obtener los valores normativos de la FIM de los rotadores de la cadera, futuros estudios deben reclutar una muestra representativa de este nivel competitivo y sexo. La FIM debe ser medida después de la sesión de recuperación para evitar la influencia de la fatiga o las agujetas post-competición sobre el rendimiento de los test de FIM. Así como, sería interesante controlar la carga de entrenamiento de la fuerza de los rotadores de la cadera, específicamente los REC, para profundizar en la discusión de los resultados.

## Conclusiones

El procedimiento estandarizado de evaluación empleado en este estudio, ha obtenido valores normativos del perfil de FIM de los rotadores de la cadera superiores a los descritos para jugadores de fútbol de nivel competitivo superior y ambos sexos. Los valores de la FIM de los REC son superiores a los RIC.

## Aplicaciones prácticas

El modelo de intervención para el rendimiento óptimo con un menor riesgo de lesión consecuente de este estudio puede basarse en las siguientes competencias profesionales:

1. Entrevistar al jugador con la ayuda de un cuestionario que recopile la información del historial deportivo y lesional.
2. Evaluar la FIM mediante un procedimiento estandarizado, que proporcione unos datos válidos y fiables. Este procedimiento debe incluir una sesión previa de familiarización de los test, la aplicación de un calentamiento general y un calentamiento específico con la práctica del test con una carga submáxima, la evaluación en decúbito prono por la estabilidad-comodidad del jugador y el control de movimientos compensatorios, el control de movimientos compensatorios por un evaluador asistente e instrucciones específicas al jugador evitando la ineficacia de las cinchas, la repetición de test hasta conseguir tres medidas similares por la variabilidad de la medida causada por la complejidad de la ejecución del test y un intervalo de tiempo suficiente que evite la acumulación de fatiga muscular (al menos 60 segundos).
3. Normalizar los valores de FIM con la masa corporal. Además, el cálculo biomecánico del torque teniendo en cuenta la longitud de la tibia y la masa corporal sería un dato muy interesante.
4. Comparar los resultados del jugador con los valores normativos o de referencia de la FIM de los rotadores de la cadera del fútbol federado. Los valores normativos del presente estudio deben de tratarse con cautela por el insuficiente tamaño muestral para generalizar los resultados a los jugadores de fútbol. Los valores normativos proporcionan a los preparadores y readaptadores físicos los objetivos de entrenamiento de la fuerza de los rotadores de cadera para incrementar el rendimiento físico-técnico con un menor riesgo de lesión deportiva. Estos valores deben ser específicos del deporte, el nivel competitivo y el sexo.
5. Aplicar un programa de entrenamiento de fuerza si el jugador muestra valores inferiores a los valores de normativos. En términos de transferencia físico técnica deportiva, se sugiere la activación de esta musculatura durante las acciones técnicas individuales y colectivas del

fútbol que favorezcan las desalineaciones de la región lumbopélvica o del miembro inferior como el valgo de rodilla, ángulo Q o disfunción femorrotuliana, o signo de Trendelenburg. Así como, la calidad de ejecución de estas acciones técnicas propios del fútbol que soliciten los rotadores de la cadera como el chut, la conducción, el regate o el cambio de dirección.

## 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).

## Referencias

- Baldon, R., Furlan, L., & Serrão, F. (2012). Influence of the hip flexion angle on isokinetic hip rotator torque and acceleration time of the hip rotator muscles. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(5), 593–599. <https://doi.org/10.1123/jab.29.5.593>
- Brukner, P., Nealon, A., Morgan, C., & Burgess, D. (2014). Recurrent hamstring muscle injury: applying the limited evidence in the professional football setting with a seven-point programme. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 929–938. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091400>
- Cibulka, M., & Threlkeld-Watkins, J. (2005). Patellofemoral Pain and Asymmetrical Hip Rotation. *Physical Therapy*, 85(11), 1201–1207. <https://doi.org/10.1093/PTJ/85.11.1201>
- Cibulka, M., Strube, M., Meier, D., Selsor, M., Wheatley, C., Wilson, N., & Irrgang, J. (2010). Symmetrical and asymmetrical hip rotation and its relationship to hip rotator muscle strength. *Clinical Biomechanics*, 25(1), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.09.006>
- Cichanowski, H., Schmitt, J., Johnson, R., Niemuth, P., Schmitt, J., Johnson, R., & Niemuth, E. (2007). Hip Strength in Collegiate Female Athletes with Patellofemoral Pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1227–1232. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180601109>
- Clarkson, H. (2003). *Proceso evaluativo musculoesquelético: amplitud del movimiento articular y test manual de fuerza muscular*. Paidotribo.
- De Ridder, R., Witvrouw, E., Dolphens, M., Roosen, P., & Van Ginckel, A. (2017). Hip Strength as an Intrinsic Risk Factor for Lateral Ankle Sprains in Youth Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 45(2), 410–416. <https://doi.org/10.1177/0363546516672650>
- Desmyttere, G., Gaudet, S., & Begon, M. (2019). Test-retest reliability of a hip strength assessment system in varsity soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 37, 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.PTSP.2019.03.013>
- Dierks, T., Manal, K., Hamill, J., & Davis, I. (2008). Proximal and Distal Influences on Hip and Knee Kinematics in Runners With Patellofemoral Pain During a Prolonged Run. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(8), 448–456. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2490>

- Ellison, J., Rose, S., & Sahrmann, S. (1990). Patterns of hip rotation range of motion: a comparison between healthy subjects and patients with low back pain. *Physical Therapy*, 70(9), 537–541. <https://doi.org/10.1093/ptj/70.9.537>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Hafiz, E. (2014). *The relationship of femoral torsion and lower limb injury*. University of Sydney.
- Hannon, J., Wang-Price, S., & Garrison, J. (2019). Normalized hip and knee strength in two age groups of adolescent female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub ahead. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003420>
- Hayen, A., Dennis, R., & Finch, C. (2007). Determining the intra- and inter-observer reliability of screening tools used in sports injury research. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(4), 201–210.
- Hides, J., & Oostenbroek, T. (2016). The effect of low back pain on trunk muscle size/function and hip strength in elite football (soccer) players. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2303–2311. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1221526>
- Hopkins, W. (2004). How to interpret changes in an athletic performance test. *Sport Science*, 8, 1–7.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Howard, J., Fazio, M., Mattacola, C., Uhl, T., & Jacobs, C. (2011). Structure, sex, and strength and knee and hip kinematics during landing. *Journal of Athletic Training*, 46(4), 376–385. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.4.376>
- Jackson, S., Cheng, M., Smith Jr, A., & Kolber, M. (2017). Intrarater reliability of hand held dynamometry in measuring lower extremity isometric strength using a portable stabilization device. *Musculoskeletal Science and Practice*, 27, 137–141. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.010>
- Kapandji, A. (2007). *Fisiología Articular III: Miembro Inferior*. Medica Panamericana.
- Lange Chamorro, C. (2017). *Confiabilidad y validez de un nuevo dinamómetro electromecánico funcional en la evaluación de la fuerza isométrica máxima de los rotadores mediales y laterales de hombro. Influencia de la posición articular*. Universidad de Granada.
- Lees, A., Asai, T., Andersen, T., ... H. N.-J. of sports, & 2010, U. (2010). The biomechanics of kicking in soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, 28(8), 805–817. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.481305>
- Leporace, G., Tannure, M., & Zeitoun, G. (2018). Association between knee-to-hip flexion ratio during single-leg vertical landings, and strength and range of motion in professional soccer players. *Sports Biomechanics*, 19(3), 411–420. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1494207>
- Lindsay, D., Maitland, M., Lowe, R., & Kane, T. (1992). Comparison of isokinetic internal and external hip rotation torques using different testing positions. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 16(1), 43–50. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.1992.16.1.43>
- Magalhães, E., Silva, A., Sacramento, S., Martin, R., & Fukuda, T. (2013). Isometric strength ratios of the hip musculature in females with patellofemoral pain: a comparison to pain-free controls. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2165–2170. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318279793d>
- Meylan, C., Cronin, J., & Nosaka, K. (2008). Isoinertial assessment of eccentric muscular strength. *Strength & Conditioning Journal*, 30(2), 56–64. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31816a7037>
- Ocarino, J., Resende, R., Bittencourt, N., Correa, R., Mendonça, L., Reis, G., Souza, T., & Fonseca, S. (2021). Normative data for hip strength, flexibility and stiffness in male soccer athletes and effect of age and limb dominance. *Physical Therapy in Sport*, 47, 53–58. <https://doi.org/10.1016/J.PTSP.2020.11.022>
- Palmer, M., & Epler, M. (2002). *Fundamentos de Las Técnicas de Evaluación Musculoesquelética*. Paidotribo.
- Paul, D., & Nassis, G. (2015). Testing strength and power in soccer players: the application of conventional and traditional methods of assessment. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1748–1758. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000807>
- Powers, C. (2010). The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(2), 42–51. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2010.3337>
- Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., & Montañón-Munuera, J. (2017). Validity and reliability of a low-cost digital dynamometer for measuring isometric strength of lower limb. *Journal of Sports Sciences*, 35(22), 2179–2184. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1260152>
- Siff, M., & Verkoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento* (Segunda ed.). Paidotribo.
- Sigward, S., Ota, S., & Powers, C. (2008). Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(11), 661–667. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2695>
- Thorborg, K., Bandholm, T., Schick, M., Jensen, J., & Hölmich, P. (2013). Hip strength assessment using handheld dynamometry is subject to intertester bias when testers are of different sex and strength. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(4), 487–493. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2011.01405.X>
- Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S., & Hölmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 493–501. <https://doi.org/10.1111/J.1600-0838.2009.00958.X>
- Vannatta, C., & Kernozek, T. (2021). Normative measures of hip strength and relation to previous injury in collegiate cross-country runners. *Journal of Athletic Training*. <https://doi.org/10.4085/721-20>
- Vega Cerda, E. (2018). *Validez y fiabilidad de diferentes protocolos de evaluación de la fuerza isométrica en la musculatura abductora de cadera con el uso de un dinamómetro*. Granada: Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/54437>
- Widler, K., Glatthorn, J., Bizzini, M., & Impellizzeri, F. (2009). Assessment of hip abductor muscle strength. A validity and reliability study. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 91(11), 2666–2672. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01119>
- Wilczyński, B., Wąż, P., & Zorena, K. (2021). Impact of Three Strengthening Exercises on Dynamic Knee Valgus and Balance with Poor Knee Control among Young Football Players: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare*, 9(5), 558. <https://doi.org/10.3390/HEALTHCARE9050558>

# Análisis de un protocolo preventivo contextualizado en jóvenes futbolistas

Analysis of a proposed preventive program for youth football players

Rafael Lorente-Corvi<sup>1</sup>

1. Preparador físico de El Mar Menor Fútbol Club.

## Resumen

El fútbol es un deporte altamente lesivo debido a diversos factores. La lesión disminuye el rendimiento no solo del jugador sino también del equipo, lo que crea la necesidad de establecer programas preventivos para paliar, en la medida de lo posible, la tasa lesional. El objetivo del presente estudio fue diseñar un programa preventivo contextualizado y analizar la reducción lesional derivada de su implementación en jóvenes futbolistas. La muestra estuvo compuesta por 20 futbolistas de la categoría juvenil del Fútbol Club Cartagena, con una media de 6 horas de entrenamiento semanal. Tras una breve valoración inicial, llevaron a cabo un nuevo protocolo de prevención con diferentes ejercicios agrupados en 2 niveles de dificultad. Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables cuantitativas. Los resultados muestran una disminución del 65% del número total lesiones, entre temporadas, y en gran medida de las graves. La tasa de reducción lesiva obtenida está por encima de diferentes estudios que analizan la eficacia en diversos programas preventivos. Un programa de entrenamiento preventivo basado en la contextualización de los participantes ha resultado en una reducción de la tasa lesiva. Los entrenadores y profesionales del deporte disponen de una herramienta para disminuir el riesgo de lesión.

**Palabras clave:** Prevención, fútbol juvenil, lesión, ratio de lesión.

## Abstract

Football is a highly injury-prone sport due to several factors. Injuries diminish the performance not only of the player but also of the whole team, which creates the need to establish preventives programs to alleviate the injury rate as much as possible. The objective of this research was to design a contextualized preventive program and analyze the injury reduction derived from the implementation in young footballers. The sample consisted of 20 footballers from the under-19 category of Fútbol Club Cartagena, with an average of 6 hours of training per week. After a brief initial assessment, they carried out a new prevention protocol with different exercises grouped into two levels of difficulty. A descriptive analysis was performed for each of the quantitative variables. The results show a decrease of 65% in the total number of injuries between seasons, and to a great extent to those more severe. The injury reduction rate is above different studies that analyze the effectiveness of different preventive programs. A preventive training program based on the contextualization of the participants has resulted in a reduction of the injury rate. Coaches and sport professionals have a tool to reduce the risk of injury.

**Keywords:** Prevention, sub-18 soccer, injury, injury ratio.

Recibido: 13 de julio de 2021

Aceptado: 18 de agosto de 2021

Publicado: 01 de diciembre de 2021

Como citar (APA): Lorente-Corvi, R. (2021). Análisis de un protocolo preventivo contextualizado en jóvenes futbolistas. *JUMP*, (4), 10-25. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.2>

This is an open access article under the [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license

Journal of  
Universal  
Movement and  
Performance



## Introducción

El fútbol es uno de los deportes más populares en todo el mundo (Mufty et al., 2015). Su práctica no conoce fronteras pues según una encuesta realizada por la FIFA en 2006 hay aproximadamente 270 millones de personas involucradas activamente, lo que engloba a árbitros, técnicos y directivos, suponiendo en torno al 4% de la población mundial.

En España, hay más de 900.000 licencias federativas de fútbol según los datos publicados por el Consejo Superior de Deportes en 2016, suponiendo un aumento de más del 10% respecto a los valores establecidos en 2011. Este incremento en la práctica futbolística se ve reflejado también en un aumento de las lesiones sufridas por los jóvenes jugadores en etapas de formación, pues el deporte además de tener grandes beneficios sobre la salud, conlleva unas grandes exigencias físicas, técnicas, tácticas, psicológicas y fisiológicas (Slimani et al., 2017).

La literatura científica ha demostrado que el fútbol es un deporte con un alto riesgo lesional debido a la elevada participación (Acero & Peñas, 2005; Brandt, 2017) y a la gran exigencia física requerida (saltos, aceleraciones, frenadas, etc.) (Cross et al., 2018; Drawer & Fuller, 2002; Slimani et al., 2004). El concepto de lesión ha sido definido como todo fenómeno que ocurre en función de las horas de exposición durante las sesiones de entrenamiento o en competiciones y que supone una ausencia durante un entrenamiento o partido (Ekstrand, Waldén & Hägglund, 2004). Las lesiones se deben principalmente a dos factores: a) intrínsecos, relacionados con los factores biológicos característicos de cada individuo como la edad, el sexo, la capacidad de producción de fuerza, la fatiga, la flexibilidad, los diferentes factores hormonales, la coordinación neuromuscular, la lateralidad, la alteración del gesto deportivo, la laxitud ligamentosa (asociada al ejercicio), el retraso electromecánico, la alteración propioceptiva y la reincidencia lesional; y b) extrínsecos, relacionados con todas aquellas variables externas como el terreno de juego, los

equipamientos, los adversarios (por contacto) y las condiciones climáticas (Eirale, Gillogly, Singh & Chamari, 2017; Llana-Belloch, Pérez-Soriano & Lledó-Figueres, 2010; Orchard et al., 2013; Romiti, Finch & Gabbe, 2007). De tal modo que las lesiones se analizan en función al número de lesiones sufridas y las horas de exposición.

Diversos autores han estudiado la relación existente entre las horas de exposición y el número de lesiones. Morgan & Oberlander (2001) establecen una ratio de lesiones general de 35,3 por cada 1000 horas de exposición. También se encuentran valores próximos a 25 lesiones por 1000 horas de exposición en diferentes categorías (Arnason et al., 2004; Hägglund, Waldén & Ekstrand, 2003; Waldén, Hägglund & Ekstrand, 2005). Hootman, Dick & Agel (2007) establecen una ratio de 18,8 por cada 1000 horas de exposición. Existen estudios que definen ratios lesionales menores pero que de igual modo acarrearán una gran tasa de lesiones, Ekstrand et al. (2004) y Yoon, Chai & Shin (2004) obtienen resultados en torno a 9 lesiones por cada 1000 horas de exposición e incluso 6,4 lesiones por cada 1000 horas de exposición (Pérez-Pemán & Casajús-Mallén, 2013). Es por ello que nace la necesidad de reducir la tan elevada tasa de lesiones.

En los últimos años, las grandes entidades del mundo de la investigación deportiva y los profesionales del deporte y la salud han diseñado diversos protocolos para la reducción lesional. Cada uno aborda unos contenidos y diseña, por consiguiente, un programa con características diferentes.

Entre los protocolos más utilizados e investigados está el "Knee Injury Prevention Program" (KIPP) cuyo objetivo principal es la reducción del número de lesiones de LCA en jóvenes jugadores ya que el 36% de las lesiones sufridas se localizan en la articulación de la rodilla (LaBella et al., 2011; Larruskain, Lekue, Diaz, Odriozola & Gil, 2018). El programa presenta una gran variedad de ejercicios con diferentes progresiones de carga, donde los contenidos principales son (1) carrera, (2) movilidad dinámica, (3) fortalecimiento, (4) pliometría y (5) agilidad. Se ha registrado una reducción de la ratio lesional de LCA entre grupo control y grupo experimental, aunque no fue estadísticamente significativa ( $p = .09$ ).

Siguiendo con la línea de reducción de lesiones en la articulación de la rodilla en jóvenes jugadores de fútbol se creó el programa preventivo "Harmoknee" (Kiani, Hellquist, Ahlqvist, Gedeberg & Byberg, 2010). Este programa de calentamiento ha experimentado una gran aceptación gracias a su sencillez, ausencia de material y eficacia en la reducción de lesiones en dicha articulación. Está formado por unos contenidos a realizar en cada sesión, (1) calentamiento, (2) activación muscular, (3) equilibrio, (4) fuerza y (5) estabilidad del CORE.

El programa neuromuscular Knäkontroll (Knäkontroll, SISU Idrottsböcker®, Sweden, 2005), tiene también como objetivo la reducción de lesiones agudas en la rodilla en jóvenes deportistas. El programa consta de seis ejercicios: (1) sentadilla unipodal, (2) puente lumbar dinámico, (3) sentadilla bipodal, (4) plancha isométrica frontal, (5) zancadas, y (6) técnicas de salto y caída. Cada ejercicio presenta una variante para realizar en parejas, así como una progresión de menor a mayor dificultad. En un estudio llevado a cabo por Waldén, Hägglund, Orchard, Kristenson & Ekstrand (2013) se comprobó que dicho protocolo reduce significativamente la incidencia lesional de LCA.

Uno de los protocolos más efectivos en cuanto a la reducción de la incidencia lesional, es el programa preventivo "FIFA 11+" (Robles-Palazón & Sainz de Baranda, 2017). Propuesto por la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) y diseñado por el Centro Médico y de Investigación de la FIFA (F-MARC) junto con el Centro Deportivo Traumatológico y de Investigación de Oslo, publicado por Soligard et al. (2008). Este protocolo tiene por objetivo principal la prevención de lesiones del tren inferior de jóvenes jugadores de fútbol. El "FIFA 11+" es un programa multicomponente, que engloba ejercicios dinámicos centrados en los principales factores de riesgo intrínsecos que afectan a las lesiones del tren inferior. El protocolo se divide en tres apartados: (1) ejercicios de carrera, (2) fuerza, pliometría y equilibrio, y (3) ejercicios de carrera con transferencia al fútbol. Dentro de cada uno de los apartados, los ejercicios se subdividen en 3 niveles distintos en función del nivel del sujeto. Los creadores de dicho protocolo aconsejan la realización de este trabajo preventivo con una

frecuencia mínima de dos veces a la semana durante al menos 3 meses consecutivos para obtener resultados (Owoeye, Akinbo, Tella, & Olawale, 2014). Aunque se ha demostrado recientemente que con 4 semanas es suficiente para lograr el objetivo del protocolo (Ayala et al., 2017). Diferentes estudios han demostrado que una alta adherencia a dicho protocolo reduce notablemente la tasa lesional de los jugadores frente a aquellos que no realizaban el trabajo preventivo frecuentemente (Steffen et al., 2013). La facilidad de uso, el poco recurso temporal que precisa y la más que demostrada eficacia hacen de este protocolo una gran herramienta para los profesionales del deporte.

En los últimos 10 años han sido publicados diferentes trabajos sobre distintos programas preventivos. A pesar de ello, el número de lesiones no se han reducido notablemente e incluso en algunos casos se aprecia un aumento de la ratio lesional (Hammes et al., 2015; Van Beijsterveldt et al., 2012).

Por ello, el principal objetivo del presente trabajo ha sido diseñar un protocolo de prevención de lesiones contextualizado en un equipo de fútbol de categoría juvenil de fútbol. Un objetivo secundario fue analizar los efectos del programa preventivo contextualizado sobre la incidencia lesional.

## Material y Método

### Muestra

La muestra objeto de estudio estuvo compuesta por 20 jugadores de fútbol pertenecientes al Fútbol Club Cartagena en la categoría Nacional Juvenil durante las temporadas 2016/17 y 2017/18, donde realizaban 4 sesiones de entrenamiento semanales de una hora y media cada una. (Tabla 1). Antes de la recolección de datos, los participantes completaron un cuestionario, modificado de Fuller et al. (2006), que contenía preguntas sobre sus antecedentes deportivos (posición, extremidad dominante y experiencia deportiva); características antropométricas (edad, peso y talla); y aspectos relacionados con el entrenamiento (frecuencia de entrenamiento semanal y horas de entrenamiento semanal) (anexo 1).

Los datos de los cuestionarios informaron que la muestra fue homogénea en posibles variables de confusión, tales como masa corporal, altura, edad, régimen de entrenamiento (de una competición y de 2-3 días de entrenamiento), condiciones climáticas, nivel competitivo, periodo de descanso y experiencia deportiva (al menos 6 años). Además, ninguno de los futbolistas había participado en un régimen sistemático y específico de entrenamiento de prevención de lesiones en los últimos 6 meses.

**Tabla 1. Datos demográficos de los 20 jóvenes futbolistas.**

	Mínimo	Máximo	Total (n=20)
Edad (años)	16	18	17,1 ± 0,9
Peso (kg)	50	80,3	65,9 ± 9
Talla (cm)	154	190	174,1 ± 8,9
Años de experiencia	7	10	8,6 ± 1,3
Horas de entrenamiento semanal	6	6	6
Frecuencia de entrenamiento semanal	4	4	4

Los criterios de exclusión fueron: (1) no asistir a un mínimo de 3 sesiones semanales, (2) no disponer de ficha federativa en la categoría Nacional Juvenil tanto en la temporada 2016/17 y 2017/18, (3) no completar la ficha de registro de lesiones, y (4) no entregar la hoja de consentimiento informado firmada por los padres.

Tanto los futbolistas (padres o tutores de los futbolistas menores de edad) como cuerpo técnico del equipo y responsables del Club fueron verbalmente informados de la metodología a utilizar, así como de los propósitos y posibles riesgos del estudio, y cada uno de ellos firmó un consentimiento informado. El presente estudio pertenece a un proyecto de investigación aprobado por el Comité Ético y Científico de la Universidad de Murcia (España) (ID: 1551/2017).

### Procedimiento

Previamente a la recogida de datos, se solicitó permiso al Club y al entrenador para poder llevar a cabo el estudio. Además, los padres o tutores fueron informados del propósito y procedimiento de la investigación y cumplieron un consentimiento informado.

Los participantes completaron un cuestionario referente a sus características antropométricas, su historial deportivo y lesional durante las primeras sesiones de las pretemporadas de los

años 2016 y 2017. Tras la recolección de los datos, se realizó una valoración inicial con diferentes pruebas para valorar cuantitativamente los factores de riesgo de lesión de los participantes.

Durante la temporada 2016-2017 únicamente se llevó a cabo un registro de las lesiones sufridas en los entrenamientos y partidos. Para la temporada 2017-2018 se implementó un protocolo de prevención de lesiones diseñado en función de los datos obtenidos en la valoración inicial y las características de la muestra. Durante esta temporada también se registraron las lesiones sufridas durante los entrenamientos y los partidos. Se realizó un periodo de familiarización de 2 semanas con los ejercicios utilizados para el protocolo, con el fin de corregir posibles errores en la técnica de ejecución de los diferentes ejercicios. Una vez finalizado este período, se llevó a cabo el programa establecido, realizando el nivel 1 de los ejercicios de fuerza durante la primera vuelta de la temporada y el nivel 2 en la segunda. La frecuencia de realización fue de 2 sesiones a la semana.

### Valoración inicial del riesgo de lesión

Se realizó el primer día de ambas pretemporadas. El objetivo de la valoración inicial fue establecer el nivel físico de partida de los jugadores y analizar cuantitativamente los factores de riesgo de lesión de la muestra. Para evaluar la estabilidad dinámica del tren inferior, se utilizó el Y-Balance Test (Gribble et al., 2016), donde se valora la estabilidad en el plano anterior, posterolateral y posteromedial. La agilidad se evaluó mediante el test Illinois, dada su alta validación y reproductibilidad (Hachana et al., 2013; Negra et al., 2017; Roozen, 2004). Para medir el salto horizontal, se utilizó la batería de Single-Legged Hop Test, que consta de una serie de test funcionales que valoran la amplitud de salto frontal monopodal, los cambios de dirección, la aceleración y desaceleración, así como la estabilidad de la rodilla y posibles asimetrías (Logerstedt et al., 2012; Noyes, Barber & Mangine, 1991; Reid, Birmingham, Stratford, Alcock & Giffin, 2007). La batería de pruebas está formada por (1) Single Hop Test, (2) Triple Hop Test, (3) Cross-over Hop Test y (4) Timed Hop Test. En cuanto al salto vertical, se valoró mediante la prueba Counter Movement Jump (CMJ), para la que se

utilizó la app "MyJump 2", validada por Haynes, Bishop, Antrobus & Brazier (2018).

### Protocolo

El diseño del protocolo está basado en los contenidos comunes de los programas publicados por las diferentes instituciones deportivas de gran prestigio en el ámbito de la prevención de lesiones. El protocolo (tabla 2) contiene diferentes bloques de contenido: (1) carrera, (2) movilidad de cadera, (3) estiramientos dinámicos, (4A) ejercicios de fuerza – nivel 1, y (4B) ejercicios de fuerza – nivel 2. La frecuencia semanal fue de 2 entrenamientos semanales (anexo 2).

Los ejercicios seleccionados tratan de satisfacer las múltiples y diferentes demandas que exige el fútbol, de tal modo que presenta ejercicios para diferentes musculaturas y articulaciones. Los criterios utilizados para la división de los ejercicios de fuerza en 2 niveles son: la duración de los ejercicios, el número de series y de repeticiones, el número de apoyos, la activación de la musculatura y el grado de activación neuromuscular.

El primer bloque de contenidos del protocolo es la carrera, realizándose un bloque de 2' a una intensidad moderada, buscando la activación muscular y cardiorrespiratoria. Seguidamente, en el segundo apartado, se realizarán ejercicios que mejoren la movilidad de la cadera, vital para que el rango de movimiento (ROM) sea adecuado y evitar así posibles lesiones inducidas por un déficit en él. Los ejercicios seleccionados trabajan todos los posibles movimientos que la cadera puede realizar de forma dinámica (flexión, extensión, abducción, aducción y rotación externa e interna) (Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos & Vagenas, 2011; Mahieu et al., 2007; Taunton et al., 2002).

Posteriormente, en el tercer apartado, se realizan una serie de estiramientos dinámicos, los cuales mejoran en gran medida el rango de movimiento, el ciclo estiramiento-acortamiento y aumentan la temperatura corporal (Ayala & Sainz de Baranda, 2010). Los ejercicios seleccionados se centran principalmente en la musculatura del tren inferior dadas las exigencias del deporte en cuestión. Siguiendo un orden descendente, que

va de la musculatura de la cintura pélvica hasta la musculatura de los tobillos. Los ejercicios engloban algunas de las recomendaciones de Boyle (2017). Toda la serie de estiramientos dinámicos se realiza en un recorrido de 10 metros, donde el jugador avanza en línea recta hasta completar la distancia y vuelve a la posición inicial andando o trotando para realizar el siguiente ejercicio.

El cuarto bloque está compuesto por los ejercicios de fuerza diferenciando dos niveles. El primer nivel de dificultad está compuesto por 6 ejercicios: Sentadilla frontal (2x12-15 reps), Hip Thrust (2x6-14 reps), Nordic Hamstring (2x4-6 reps), Copenhagen (2x8 cada pierna), Zancadas frontales con extensión de tobillo (1x10 cada pierna) y Plancha Isométrica Frontal (6x10seg / d 2seg).

El primer ejercicio es la sentadilla bipodal frontal, destinado a la musculatura de la rodilla, ésta presenta una mayor activación del cuádriceps respecto a la sentadilla tradicional como demuestran los resultados de la electromiografía (EMG) de diferentes estudios (Boeckh-Behrens & Buskies, 2005; Bompa, 2000; Contreras, 2010a). En este caso, se utilizó como resistencia una goma elástica. Se realizaron 2 series de 12 a 15 repeticiones.

La musculatura glútea es una de las más solicitadas y determinantes para el buen rendimiento del futbolista (Stefanyshyn & Nigg, 1998). El "Hip Thrust", es un ejercicio destinado al fortalecimiento de dicha musculatura mediante un impulso horizontal (anteroposterior). Según un estudio de Contreras (2009b), el "hip thrust" es uno de los ejercicios que mayor activación glútea e isquiosural produce, medido con EMG. El impulso horizontal llega a activar la musculatura glútea tres veces más que los ejercicios de impulso vertical (Belli, Kyröläinen & Komi, 2002; Brughelli, Cronin & Chaouachi, 2011; Contreras, 2009a, 2010b). Además, posee una gran transferencia a otros ejercicios y su carácter multiarticular le otorga una gran progresión, de forma opcional se puede introducir un fitball para una mayor activación de la musculatura que estabiliza el tronco (CORE) debido a la inestabilidad que otorga el material. Siguiendo las indicaciones de Contreras (2009a, 2009b, 2010b), se realizaron 2 series de 6 a 14 repeticiones.

**Tabla 2.** Protocolo preventivo contextualizado aplicado en jóvenes futbolistas.

Ejercicio	Duración
<b>(1) Carrera</b> Intensidad moderada	<b>2 minutos</b>
<b>(2) Movilidad de cadera</b> Flexo-extensión apoyado en pared (1x15 reps cada pierna), abducción y aducción apoyado en pared (1x15 reps cada pierna), rotación interna de cadera sentado en el suelo (2x5 reps cada pierna) y rotación externa e interna de cadera sentado en el suelo (2x5 reps cada lado).	<b>3 minutos</b>
<b>(3) Estiramientos dinámicos</b> Rodillas al pecho con ayuda de las manos, talón al glúteo con ayuda de las manos, skipping unilateral, talón-glúteo unilateral, carrera lateral, zancadas y progresiones (x2 reps) (cada ejercicio durante 10 metros).	<b>5 minutos</b>
<b>(4A) Ejercicios de Fuerza - Nivel 1</b> Sentadilla frontal (2x12-15 reps) Hip Thrust (2x6-14 reps) Nordic Hamstring (2x4-6 reps) Copenhagen (2x8 cada pierna) Zancadas frontales con extensión de tobillo (1x10 cada pierna) Plancha Isométrica Frontal (6x10seg / d 2seg)	<b>10 minutos</b>
<b>(4B) Ejercicios de Fuerza - Nivel 2</b> Sentadilla unipodal (2x10 reps cada pierna) Monster Walks (20 metros; 10 con una pierna delante y 10 con la otra) Slide leg (2x8-10 reps cada pierna) Zancadas laterales con deslizamiento (2x8-10 reps cada pierna) Pliometría y propiocepción (2x8 reps) Press Pallof (2x15 reps cada lado)	<b>10 minutos</b>

reps: repeticiones; seg: segundos; d: tiempo de descanso entre repeticiones.

Dada la gran relevancia que tiene la musculatura isquiosural sobre el rendimiento deportivo, se seleccionó el "Nordic Hamstring", un ejercicio de realización en parejas focalizado en el trabajo excéntrico de dicha musculatura. Se ha observado que este ejercicio reduce el número de lesiones y produce mejoras en fuerza muscular y salto vertical (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen & Bahr, 2008; Bahr, Thorborg & EKstrand, 2015; Brooks, Fuller, Kemp & Reddin, 2006; Clark, Bryant, Culgan & Hartley, 2005; Gabbett, 2000; Marshall, Lovell, Knox, Brennan & Seigler, 2015; Sayers, 2008; Tansel, Salci, Yildirim, Kocak & Korkusuz, 2008; Van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart & Backx, 2015). Se realizaron 2 series de 4 a 6 repeticiones, con una ejecución controlada.

La musculatura aductora de cadera está siendo constantemente solicitada durante la práctica del fútbol, en acciones como el golpeo (Meschini & Pasquale, 2013). De tal modo que, para mejorar su rendimiento, se seleccionó el ejercicio de "Copenhagen" donde se trabaja la musculatura aductora de forma excéntrica.

La utilización de este ejercicio aumenta significativamente los niveles de fuerza en la musculatura objetivo (Harøy et al., 2017; Ishøi et al., 2016). Se trabaja por parejas, y la carga de trabajo está compuesta por la fuerza de la gravedad y el propio peso corporal. Hay que hacer hincapié en la importancia de la correcta sujeción por parte del compañero que no realiza el ejercicio, pues puede derivar a molestias e incluso lesiones. Se realizaron 2 series de 8 repeticiones con cada pierna.

Las zancadas frontales son un ejercicio utilizado en diferentes protocolos preventivos ya que tienen un patrón de movimiento combinado, vertical y horizontal, lo que activa una mayor musculatura, además representa una iniciación a los ejercicios monopodales (Contreras, 2009b). Como elemento diferenciador, se incluyó al final del movimiento una flexión plantar del tobillo buscando la activación del tríceps sural. Se realizó una serie de 10 zancadas por pierna.

El fortalecimiento del CORE mejora el rendimiento deportivo y ayuda a reducir la ratio lesional (Hernández-Pardo, 2015), de tal modo

que, se incluye en el protocolo una plancha isométrica frontal con cuatro apoyos (Bliss & Teeple, 2005). Se realizaron 6 repeticiones de 10 segundos en dicha posición, con descansos de 2 segundos entre repeticiones.

Por otro lado, el nivel 2 de dificultad de los ejercicios de fuerza quedó compuesto por 6 ejercicios: Sentadilla unipodal (2x10 reps cada pierna), Monster Walks (20 metros; 10 con una pierna delante y 10 con la otra), Slide leg (2x8-10 reps cada pierna), Zancadas laterales con deslizamiento (2x8-10 reps cada pierna), Pliometría y propiocepción (2x8 reps) y Press Pallof (2x15 reps cada lado). El objetivo de este nivel de dificultad es experimentar un aumento en cuanto a la activación de la musculatura, una mayor transferencia, un aumento del volumen total de entrenamiento y la reducción del número de apoyos, lo que desencadena un aumento de la dificultad de ejecución del ejercicio de forma general.

En primer lugar, se seleccionó la sentadilla monopodal, este ejercicio ha sido elegido debido a la gran activación que presenta la musculatura que estabiliza la rodilla, al aumento del grado de propiocepción y a una mayor transferencia al juego real pues la gran mayoría de los impulsos y las recepciones de los saltos se realizan con una sola pierna (Begalle, Distefano, Blackburn & Padua, 2012; Lorenzo, 2017; Puga, 2017). Se realizaron 2 series de 10 repeticiones con cada pierna.

El "Monster Walks" tiene por objetivo la activación del glúteo medio. Este músculo posee una gran importancia pues estabiliza la rodilla y realiza la abducción de cadera, de gran trascendencia en el fútbol (Andersen et al., 2006; Distefano, Blackburn, Marshall & Padua, 2009; Fischer & Houtz, 1968; Krause et al., 2009; O'Sullivan, Smith & Sainsbury, 2013; Youdas et al., 2013; Youdas, Loder, Moldenhauer, Paulsen & Hollman, 2006). En este ejercicio se coloca una banda elástica de resistencia en los pies, tobillos o rodillas y se realiza un desplazamiento lateral mediante pequeños pasos laterales de modo que la banda elástica sirva de oposición al avance. Se realizaron 20 metros de ejercicio, 10 metros con una pierna y 10 metros con la otra.

Para una mayor activación de la musculatura isquiosural se seleccionó el "Slide Leg". Este ejercicio presenta unos altos

valores de activación de toda la musculatura posterior, además, al realizarse de forma monopodal se activan significativamente los estabilizadores de cadera, rodilla y el CORE (Tsaklis et al., 2015; Yoo, 2016). Se realizaron 2 series de 8 a 10 repeticiones con cada pierna. Siguiendo con la progresión, las zancadas laterales con deslizamiento se integraron para trabajar la musculatura aductora y abductora, en este ejercicio se combina la fuerza individual de cada pierna, la flexibilidad dinámica y la inestabilidad que otorgan una gran activación de dicha musculatura (Boyle, 2017). Se realizaron 2 series de 8 a 10 repeticiones con cada pierna.

La pliometría supone niveles de activación muscular muy similares a los demandados durante la práctica del fútbol (Cometti, 2007), además de presentar grandes beneficios para los jóvenes como el aumento de la función neuromuscular (Behm, Faigenbaum, Falk & Klentrou, 2008; Lloyd, Meyers & Oliver, 2011) y aumento de la densidad mineral ósea (Witzke & Snow, 2000), reduciendo el riesgo de lesiones deportivas (Markovic & Mikulic, 2010); combinándola con un correcto trabajo propioceptivo se pueden reducir significativamente el número de lesiones (Junge, Rösch, Peterson, Graf-Baumann & Dvorak, 2002; Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr, 2005; Sixto, 2013). Es por esto por lo que se integra un ejercicio pliométrico con elementos propioceptivos específicos. Siguiendo las indicaciones de Bedoya, Miltenberger & Lopez (2015), se realizaron 2 series de 8 repeticiones.

Para finalizar el segundo nivel de dificultad de los ejercicios de fuerza, el press Pallof fue el ejercicio seleccionado para trabajar el CORE ya que integra un componente antirrotacional, una gran transferencia al juego real y una buena activación de la musculatura oblicua al tener que resistir una fuerza rotación, incrementada cuando los brazos se extienden frente al cuerpo (Contreras & Schoenfeld, 2011; Gottschall, Mills & Hastings, 2013). Se realizaron 2 series de 15 repeticiones por cada lado.

### **Registro de lesiones**

Se registraron las lesiones tanto de entrenamientos como de partidos. Las lesiones sufridas por los porteros no fueron registradas

puesto que realizaban un programa preventivo específico al margen del resto del equipo. La hoja de registro utilizada recoge información sobre la fecha de la lesión, la fecha de alta, el lugar y el momento en el que se produjo la lesión, el mecanismo lesional y el segmento corporal afectado, la lateralidad y la reincidencia lesiva (Fuller et al., 2006). Las lesiones fueron registradas por el fisioterapeuta de las bases del Fútbol Club Cartagena.

### Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables demográficas que incluía la media y su correspondiente desviación típica. El análisis de las lesiones acontecidas a lo largo de ambas temporadas deportivas se llevó a cabo por medio de frecuencias y porcentajes. Las ratios de lesiones fueron calculadas a través de la siguiente fórmula: nº de lesiones/1000horas de exposición al deporte. Todo el análisis estadístico fue desarrollado mediante el software Microsoft Excel (2016).

### Resultados

En la [tabla 3](#) se observa el registro de lesiones durante la intervención del programa preventivo.

El análisis descriptivo ha encontrado una disminución notable del número de lesiones tras el efecto de una temporada (65%). La variable momento exposición (entrenamiento vs competición) no ha sufrido diferencias descriptivas entre temporadas. La variable gravedad registra diferencias descriptivas en las lesiones graves (mejora del 100%) y menores (-66,5%) entre temporadas. La variable lateralidad ha sufrido diferencias descriptivas en la extremidad inferior no dominante (-27%) entre temporadas.

### Discusión

El principal objetivo del presente estudio fue diseñar un programa preventivo contextualizado en un equipo de jóvenes deportistas, para paliar la gran ratio lesional registrada en el fútbol (Arnason et al., 2004; Ekstrand et al., 2004; Hägglund et al., 2003; Hootman et al., 2007;

Morgan & Oberlander, 2001; Pérez-Pemán & Casajús-Mallén, 2013; Waldén et al., 2005; Yoon et al., 2004) derivada de sus exigencias físicas, técnicas, tácticas, psicológicas y fisiológicas (Slimani et al., 2017)

Realizando una búsqueda exhaustiva de los protocolos de prevención de lesiones aplicadas al fútbol en jóvenes deportistas, se observó que cada protocolo se divide en unos contenidos diferentes a pesar de que hay algunos que guardan una estrecha relación. El protocolo "FIFA 11+" se divide en los siguientes contenidos: (1) ejercicios de carrera, (2) ejercicios de fuerza, pliometría y equilibrio (con 3 niveles de progresión), y (3) ejercicios de carrera. Con una duración de su completa implementación de 20 minutos (Soligard et al., 2008).

Hägglund, Waldén & Atroshi (2009) diseñan el programa neuromuscular Knäkontroll donde cada uno de los contenidos que engloba se subdividen en 4 niveles en función de la dificultad, volumen e intensidad del ejercicio: (1) sentadilla unipodal, (2) puente lumbar dinámico, (3) sentadilla bipodal, (4) plancha frontal, (5) zancadas, y (6) salto y caída. Con una duración de su completa implementación de 20 minutos.

Kiani et al. (2010) desarrollan un programa preventivo, Harmoknee, basado en 5 bloques de contenido: (1) calentamiento, (2) activación muscular, (3) equilibrio, (4) fuerza, y (5) estabilidad del CORE. La duración total de su implementación es de 20-25 minutos.

El protocolo KIPP se divide en contenidos a realizar en función de la sesión semanal en la que se realice: (1) carrera, (2) movilidad dinámica, (3) fortalecimiento, (4) pliometría, y (5) agilidad. La duración varía en función del tipo de sesión (LaBella et al., 2011).

El protocolo de prevención de lesiones contextualizado del presente trabajo está dividido en diversos contenidos; (1) carrera, (2) movilidad de cadera, (3) estiramientos dinámicos, (4A) ejercicios de fuerza – nivel 1, y (4B) ejercicios de fuerza – nivel 2. Con una duración de su completa implementación de 20 minutos. Engloba diferentes bloques de contenidos de varios protocolos preventivos publicados por las entidades deportivas más importantes, aunándolo con las necesidades contextualizadas de la muestra.

**Tabla 3.** Datos registrados durante la intervención del programa preventivo de lesiones contextualizado

		Temporada 2016-17	Temporada 2017-18	Porcentaje de mejora (%)
Nº lesiones		34	12	65%
Lugar de lesión	Competición	60%	66%	-10%
	Entrenamiento	40%	33%	17,5%
Gravedad	Ligera	10%	8,3%	17%
	Menor	20%	33,3%	-66,5%
	Moderada	60%	58,3%	2,8%
	Grave	10%	-	100%
Lateralidad	Dominante	65%	58%	10,8%
	No Dominante	26%	33%	-27%
	No aplicable	9%	9%	-

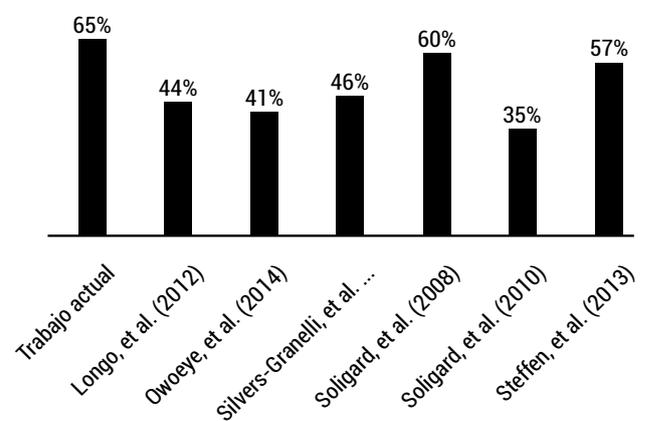
Ligera: 1 a 3 días de baja; Menor: 4 a 7 días de baja; Moderada: 8 a 28 días de baja; Grave: baja superior a 28 días.

Un objetivo secundario fue analizar los efectos del programa preventivo contextualizado sobre la incidencia lesional.

La ratio de lesiones experimentado por los jugadores durante la temporada 2016-2017 fue de 2,2/1000 horas de exposición, en cambio, durante la temporada 2017-2018, donde se realizó el protocolo preventivo propuesto en el presente trabajo, la ratio fue de 0,6/1000 horas de exposición. Estos datos se encuentran bastante alejados de los resultados obtenidos por Steffen et al. (2013) donde la ratio de lesiones tras la aplicación de un protocolo fue de 3,6/1000 horas de exposición; o el obtenido por Gatterer, Ruedl, Faulhaber, Regele & Burtscher (2012) con 3,3/1000 horas de exposición. Incluso Soligard et al. (2008) obtiene valores muy superiores tras la realización de varios programas preventivos en los diferentes grupos experimentales (2,6/1000 horas de exposición, 3,7/1000 horas de exposición y 4/1000 horas de exposición). Algunos estudios demuestran que no hay diferencias significativas entre grupos siendo la misma ratio lesional para ambos, 9,6/1000 horas de exposición (Van Bijsterveldt et al., 2012).

En el presente estudio, tras la implementación del programa, las lesiones se redujeron un 65% entre temporadas. Comparando este resultado con los valores obtenidos por diferentes autores, se puede establecer que los datos obtenidos por el protocolo del presente estudio reducen en mayor medida la tasa lesional respecto a los protocolos que encontramos en la literatura científica (FIFA 11+, Knäkntroll, Harmoknee y KIPP) (Figura 1).

Longo et al. (2012) establecen una reducción del 44% tras la utilización del programa "FIFA 11+" durante 9 meses de temporada. Steffen et al. (2013) observaron una reducción del 57% de las lesiones deportivas tras una gran adhesión al programa. En cambio, Owwoeye et al. (2014), registraron 130 lesiones en 104 de los 416 jugadores, estableciendo una reducción lesional general del 41%, aunque en extremidades inferiores asciende al 48%. Este porcentaje se aproxima mucho al obtenido por Silvers-Granelli et al. (2015) en su ensayo donde el "FIFA 11+" redujo significativamente la tasa lesional al 46%. Soligard et al. (2008) obtienen los mayores valores, 60%, en cuanto a la reducción de la ratio lesional producida por este mismo protocolo. Además de estos estudios que demuestran la eficacia de los diferentes programas, existen otros en los que no se registran diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental (Hammes et al., 2015; Van Bijsterveldt et al., 2012).



**Figura 1.** Comparativa de la eficacia en la reducción lesional de diferentes protocolos

Parece ser que la incorporación de los contenidos integrados en el presente protocolo, producen una gran reducción en la ratio de lesiones. La utilización de ejercicios de movilidad de cadera, así como de estiramientos dinámicos parecen mejorar la activación muscular, el ROM, el rendimiento y la reducción lesional (Ayala & Sainz de Baranda, 2010; Boyle, 2017; Fousekis et al., 2011; Mahieu et al., 2007; Taunton et al., 2002). Sabiendo que las lesiones relacionadas con la musculatura aductora de cadera representan del 4% al 19% (Pedrinelli, Da Cunha, Thiele & Kullak, 2013) se hace imprescindible incorporar ejercicios que mejoren el rendimiento de estos músculos ("Copenhagen" y zancadas laterales con deslizamientos), a pesar de que la gran mayoría de los protocolos no les den una gran importancia y no incorporen ejercicios que mejoren su rendimiento (Harøy et al., 2017). La incorporación de ejercicios que potencien la acción de estos músculos parece reducir la ratio lesional.

A pesar de conocer la importancia del glúteo medio en la estabilización de rodilla, lo que reduce el riesgo lesional (Benito Peinado, 2008), no se encuentran protocolos en la literatura que trabajen dicha musculatura de forma específica. Este hecho puede ser uno de los aspectos que ha marcado la diferencia entre el protocolo del presente estudio y el resto. Siguiendo con la articulación de la rodilla y el tobillo, existen diversos estudios que concluyen que tener un alto grado de propiocepción es un aspecto de gran relevancia en la prevención de lesiones (Junge, Rösch, Peterson, Graf-Baumann & Dvorak, 2002; Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr, 2005; Sixto, 2013). Analizando los diferentes programas, todos trabajan la propiocepción de forma aislada, sin transferencia real al juego, lo que reduce la eficacia de este trabajo (Smith & Bruce-Low, 2004), al realizar una combinación entre pliometría y propiocepción, la transferencia es positiva y parece ser que se reducen las lesiones derivadas, como en el presente protocolo.

La musculatura del tríceps sural es una de las grandes olvidadas en todos los protocolos. No se han encontrado protocolos preventivos generales que trabajen dicha musculatura, a pesar de ser una de las que mayor número

de lesiones leves presenta (Fuller et al., 2006; Pedrinelli et al., 2013) y una de las causantes de la modificación en la técnica de la carrera, produciendo alteraciones en los patrones motores e incrementando el riesgo de lesión de LCA (Esparza, 2007; Pedret, 2013). De tal modo que éste podría ser otro aspecto diferenciador entre el protocolo preventivo contextualizado y el resto de programas que se han encontrado en la literatura científica.

Por último, se establece que la gravedad lesional es otro aspecto a remarcar del presente protocolo, pues no se han obtenido lesiones graves en la temporada 2017-2018. Este dato podría darse debido en gran medida a la gran focalización del trabajo preventivo de la articulación de la rodilla, ya que es la zona donde se produce una de las lesiones más temidas por los futbolistas debido a su gravedad, la rotura de LCA, además de otras lesiones que engloban diferentes ligamentos y/o meniscos (Noya & Sillero, 2012). Los valores obtenidos pueden ser debidos a que la muestra no había realizado nunca un programa preventivo durante toda la temporada. Además, los jugadores iniciaron una dieta controlada por el departamento de nutrición deportiva del Fútbol Club Cartagena, aspecto de vital relevancia para la prevención de lesiones deportivas y la correcta recuperación tras los entrenamientos y competiciones, así como una buena composición corporal (Martínez-Sainz, Urdampilleta-Otegui & Mielgo-Ayuso, 2013).

Algunas limitaciones del presente estudio deben ser reconocidas. El tamaño de la muestra fue pequeño. No se tuvo en cuenta la posición específica de cada jugador, pues las demandas físicas varían de una posición a otra (Noya, Gómez-Carmona, García-Marco, Moliner-Urdiales & Sillero-Quintana, 2014). Se precisa de material deportivo específico para la correcta realización del protocolo. Además, no hay que olvidar uno de los principios fundamentales del entrenamiento, la individualización, pues cada deportista responde de forma diferente ante un mismo estímulo debido a sus características personales, de tal modo que tendrá un mayor éxito la realización de protocolos preventivos individualizados atendiendo a las características y necesidades de cada jugador.

## Conclusiones

El programa preventivo diseñado presenta un enfoque integral de los protocolos publicados previamente. La contextualización está basada en las pruebas de valoración del riesgo de lesión. El programa preventivo de lesiones contextualizado presenta una disminución del riesgo de lesión del 65%.

## Aplicaciones prácticas

En el presente estudio se propone un programa preventivo para la reducción de las lesiones en jóvenes jugadores de fútbol de categoría juvenil. Dada la elevada tasa de reducción lesiva obtenida, el protocolo propuesto puede ser sujeto de nuevos estudios para comprobar su eficacia en otro tipo de muestra, así como proporcionar una herramienta de trabajo a los profesionales del deporte y de la salud que quieran reducir notablemente el número y la gravedad de lesiones.

## 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).

## Referencias

- Acero, R. M., & Peñas, C. L. (2005). Análisis de variables determinantes en el fútbol de alto rendimiento: el tiempo de posesión del balón (abriendo la caja negra del fútbol). *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 19(2), 13-19.
- Andersen, L. L., Magnusson, S. P., Nielsen, M., Haleem, J., Poulsen, K., & Aagaard, P. (2006). Neuromuscular activation in conventional therapeutic exercises and heavy resistance exercises: implications for rehabilitation. *Physical Therapy*, 86(5), 683-697. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16649892/>
- Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 278-285. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000113478.92945.CA>
- Ayala, F., & Sainz de Baranda Andújar, P. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(18). <https://doi.org/10.5232/ricyde2010.01801>
- Ayala, F., Pomares-Noguera, C., Robles-Palazón, F. J., del Pilar García-Vaquero, M., Ruiz-Pérez, I., Hernández-Sánchez, S., & Croix, M. D. S. (2017). Training effects of the FIFA 11+ and harmoknee on several neuromuscular parameters of physical performance measures. *International Journal of Sports Medicine*, 38(04), 278-289. <https://doi.org/10.1055/s-0042-121260>
- Bahr, R., Thorborg, K., & Ekstrand, J. (2015). Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1466-71. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094826>
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R., & Lopez, R. M. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: a systematic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2351-2360. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000877>
- Begalle, R. L., Distefano, L. J., Blackburn, T., & Padua, D. A. (2012). Quadriceps and hamstrings coactivation during common therapeutic exercises. *Journal of Athletic Training*, 47(4), 396-405. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.01>
- Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(3), 547-561. <https://doi.org/10.1139/h08-020>
- Belli, A., Kyröläinen, H., & Komi, P. V. (2002). Moment and power of lower limb joints in running. *International Journal of Sports Medicine*, 23(2), 136-141. <https://doi.org/10.1055/s-2002-20136>
- Benito Peinado, P. J. (2008). *Conceptos básicos del entrenamiento con cargas: de la musculación al wellness*. España: Editorial Kinesis.
- Bliss, L. S., & Teeple, P. (2005). Core stability: the centerpiece of any training program. *Current Sports Medicine Reports*, 4(3), 179-183. <https://doi.org/10.1007/s11932-005-0064-y>
- Boeckh-Behrens, W. U., & Buskies, W. (2005). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Bompa, T. O. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Boyle, M. (2017). *El entrenamiento funcional aplicado a los deportes*. Madrid, España: Ediciones Tutor, S.A.
- Brandt, D. J. F. (2017). Análisis Estadístico de Lesiones en Fútbol Juvenil-Asociación Argentina de Traumatología del Deporte. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 24(1). <https://g-se.com/analisis-estadistico-de-lesiones-en-futbol-juvenil-2350-sa-U5a2181cdc2068>
- Brooks, J. H., Fuller, C. W., Kemp, S. P., & Reddin, D. B. (2006). Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(8), 1297-1306. <https://doi.org/10.1177/0363546505286022>
- Brughelli, M., Cronin, J., & Chaouachi, A. (2011). Effects of running velocity on running kinetics and kinematics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 933-939. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c64308>
- Clark, R., Bryant, A., Culgan, J. P., & Hartley, B. (2005). The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2005.02.003>
- Cometti, G. (2007). *La preparación física en el fútbol*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Contreras, B. (2009a). *Dispelling the Glute Myth*. Obtenido de sitio web de T Nation: [http://www.t-nation.com/free\\_online\\_article/sports\\_body\\_training\\_performance/dispelling\\_the\\_glute\\_myth](http://www.t-nation.com/free_online_article/sports_body_training_performance/dispelling_the_glute_myth)

- Contreras, B. (2009b). Advanced Glute Training. Obtenido de sitio web de T Nation: <https://www.t-nation.com/training/advanced-glute-training>
- Contreras, B. (2010a). *Inside the Muscles: Best Legs, glute and calf exercise*. Obtenido de sitio web de T Nation: <https://www.t-nation.com/training/inside-the-muscles-best-leg-glute-and-calf-exercises/>
- Contreras, B. (2010b). *The top five glute exercise*. CW Training Systems, LLC and Charlie Weingroff.
- Contreras, B., & Schoenfeld, B. (2011). To crunch or not to crunch: An evidence-based examination of spinal flexion exercises, their potential risks, and their applicability to program design. *Strength & Conditioning Journal*, 33(4), 8-18. <http://dx.doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182259d05>
- Cross, M., Williams, S., Kemp, S. P., Fuller, C., Taylor, A., Brooks, J., ... & Stokes, K. (2018). Does the reliability of reporting in injury surveillance studies depend on injury definition? *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(3), 2325967118760536. <https://doi.org/10.1177/2325967118760536>
- Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(7), 532-540. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>
- 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/10.1136/2Fbjms.36.6.446>
- Eirale, C., Gillogly, S., Singh, G., & Chamari, K. (2017). Injury and illness epidemiology in soccer—effects of global geographical differences—a call for standardized and consistent research studies. *Biology of Sport*, 34(3), 249. <https://doi.org/10.5114/2Fbiolsport.2017.66002>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Häggglund, M. (2004). A congested football calendar and the wellbeing of players: correlation between match exposure of European footballers before the World Cup 2002 and their injuries and performances during the World Cup. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 493-497. <https://doi.org/10.1136/bjms.2003.009134>
- Esparza, J. (2007). Hipótesis: Causa de lesión del ligamento cruzado anterior en futbolistas. *Efisioterapia*, 3. <https://www.efisioterapia.net/articulos/hipotesis-causa-lesion-del-ligamento-cruzado-anterior-futbolistas>
- Fischer, F. J., & Houtz, S. J. (1968). Evaluation of the function of the gluteus maximus muscle. An electromyographic study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 47(4), 182-191.
- 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. <https://doi.org/10.1136/bjms.2010.077560>
- 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://doi.org/10.1136/2Fbjms.2005.025270>
- Gabbett, T. J. (2000). Incidence, site, and nature of injuries in amateur rugby league over three consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, 34(2), 98-103. <https://doi.org/10.1136/2Fbjms.34.2.98>
- Gatterer, H., Ruedl, G., Faulhaber, M., Regele, M., & Burtscher, M. (2012). Effects of the performance level and the FIFA" 11" injury prevention program on the injury rate in Italian male amateur soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(1), 80-84.
- Gottschall, J. S., Mills, J., & Hastings, B. (2013). Integration core exercises elicit greater muscle activation than isolation exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 590-596. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825c2cc7>
- Gribble, P. A., Terada, M., Beard, M. Q., Kosik, K. B., Lepley, A. S., McCann, R. S., Pietrosimone, B.G., & 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>
- Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. (2013). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2752-2759. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182890ac3>
- Häggglund, M., Waldén, M., & Atroshi, I. (2009). Preventing knee injuries in adolescent female football players - design of a cluster randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10, 75. <http://doi.org/10.1186/1471-2474-10-75>
- Häggglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2003). Exposure and injury risk in Swedish elite football: a comparison between seasons 1982 and 2001. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(6), 364-370. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.00327.x>
- Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players—a randomised controlled trial using "FIFA 11+". *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 873-881. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.975736>
- Harøy, J., Thorborg, K., Serner, A., Bjørkheim, A., Rolstad, L. E., Hölmich, P., ... & Andersen, T. E. (2017). Including the copenhagen adduction exercise in the FIFA 11+ provides missing eccentric hip adduction strength effect in male soccer players: A randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(13), 3052-3059. <https://doi.org/10.1177/0363546517720194>
- Haynes, T., Bishop, C., Antrobus, M., & Brazier, J. (2018). The validity and reliability of the My jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(2), 253-258. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08195-1>
- Hernández-Pardo, A. (2015). *Efectos del fortalecimiento del tronco sobre la prevención de lesiones* (Tesis de pregrado) Elche, España: Universidad Miguel Hernández.
- 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.
- Ishøi, L., Sørensen, C. N., Kaae, N. M., Jørgensen, L. B., Hölmich, P., & Serner, A. (2016). Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(11), 1334-1342. <https://doi.org/10.1111/sms.12585>
- Junge, A., Rösch, D., Peterson, L., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2002). Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(5), 652-659. <https://doi.org/10.1177/03635465020300050401>
- Kerr, Z. Y., Kroshus, E., Grant, J., Parsons, J. T., Folger, D., Hayden, R., & Dompier, T. P. (2016). Epidemiology of National Collegiate Athletic Association Men's and Women's Cross-Country Injuries, 2009–2010 through 2013–2014. *Journal of Athletic Training*, 51(1), 57-64. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.1.10>
- 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. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.289>
- Krause, D. A., Jacobs, R. S., Pilger, K. E., Sather, B. R., Sibunka, S. P., & Hollman, J. H. (2009). Electromyographic analysis of the gluteus medius in five weight-bearing exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2689-2694. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181bbe861>

- 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 & 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). <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista37/artfutbol130.htm>
- Lloyd, R. S., Meyers, R. W., & Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33(2), 23-32. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182093a27>
- Logerstedt, D., Grindem, H., Lynch, A., Eitzen, I., Engebretsen, L., Risberg, M. A., ... & Snyder-Mackler, L. (2012). Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(10), 2348-2356. <https://doi.org/10.1177/0363546512457551>
- Longo, U. G., Loppini, M., Berton, A., Marinozzi, A., Maffulli, N., & Denaro, V. (2012). The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: a cluster randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(5), 996-1005. <https://doi.org/10.1177/0363546512438761>
- Lorenzo, A. (2017). *Proceso de readaptación y reentrenamiento tras una lesión condral rotuliana*. (Tesis de pregrado) Elche, España: Universidad Miguel Hernández.
- Mahieu, N. N., McNair, P., De Muynck, M., Stevens, V., Blanckaert, I., Smits, N., & Witvrouw, E. (2007). Effect of static and ballistic stretching on the musculotendon tissue properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3), 494-501. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000247004.40212.f7>
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859-895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- Marshall, P. W., Lovell, R., Knox, M. F., Brennan, S. L., & Siegler, J. C. (2015). Hamstring fatigue and muscle activation changes during six sets of Nordic hamstring exercise in amateur soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3124-3133. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000966>
- Martínez-Sanz, J. M., Urdampilleta-Otegui, A., & Mielgo-Ayuso, J. (2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 30, 37-52. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4775529>
- Meschini, N. S., & Pasquale, F. (2013). Aspectos anatómicos-funcionales del remate al arco con el empeine en el fútbol. *X Congreso Argentino y V Latinoamericano de Educación Física y Ciencias*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Educación Física. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/38781>
- Morgan, B. E., & Oberlander, M. A. (2001). An examination of injuries in major league soccer: the inaugural season. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 426-430. <https://doi.org/10.1177/03635465010290040701>
- Muftý, 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. [http://actaorthopaedica.be/assets/2307/18-Muftý\\_et\\_al.pdf](http://actaorthopaedica.be/assets/2307/18-Muftý_et_al.pdf)
- Negra, Y., Chaabene, H., Amara, S., Jaric, S., Hammami, M., & Hachana, Y. (2017). Evaluation of the Illinois Change of Direction Test in Youth Elite Soccer Players of Different Age. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 215-224. <https://doi.org/10.1515/2Fhukin-2017-0079>
- Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidence of injuries in Spanish professional football over a season: Days off due to injury. *Apunts Medicina de l'Esport (English Edition)*, 47(176), 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.10.001>
- Noya, J., Gómez-Carmona, P. M., Gracia-Marco, L., Moliner-Urdiales, D., & Sillero-Quintana, M. (2014). Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1263-1270. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.884720>
- 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>
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 330(7489), 449. <https://doi.org/10.1136/bmj.38330.632801.8f>
- Orchard, J. W., Waldén, M., Hägglund, M., Orchard, J. J., Chivers, I., Seward, H., & Ekstrand, J. (2013). Comparison of injury incidences between football teams playing in different climatic regions. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 4, 251. <https://doi.org/10.2147/2FOAJSM.S52417>
- O'Sullivan, K., Smith, S. M., & Sainsbury, D. (2013). Análisis Electromiográfico de las Tres Subdivisiones del Glúteo Medio Durante Ejercicios con Soporte de Peso Corporal-Equipo Physical. *PubliCE*. <https://g-se.com/analisis-electromiografico-de-las-tres-subdivisiones-del-gluteo-medio-durante-ejercicios-con-soporte-de-peso-corporal-1556-sa-G57cfb27228a9c>
- Owoeye, O. B., Akinbo, S. R., Tella, B. A., & Olawale, O. A. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: a cluster randomised controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 321.
- Pedret, C. (2013). *El músculo sóleo: anatomía, histología, topografía y pronóstico de las lesiones musculares* (Tesis de doctorado). Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Pedrinelli, A., Da Cunha Filho, G. A. R., Thiele, E. S., & Kullak, O. P. (2013). Estudio epidemiológico das lesões no futebol profissional durante a Copa América de 2011, Argentina. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 48(2), 131-136. <https://doi.org/10.1016/j.rbo.2012.09.001>
- Pérez-Pemán, D., & Casajús-Mallén, J. A. (2013). *Lesiones en las extremidades inferiores en jugadoras de fútbol: revisión sistemática* (Tesis de pregrado). España: Universidad de Zaragoza.
- Puga, K. M. (2017). *Efectividad de la aplicación de un programa de entrenamiento funcional en jugadores de fútbol amateur masculino que hayan sufrido esguince de tobillo grado I, de 18-25 años, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el periodo de noviembre del 2016 a marzo del 2017* (Tesis de pregrado). Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Reid, A., Birmingham, T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K., & Giffin, J. R. (2007). Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy*, 87(3), 337-349. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060143>
- 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>
- Romiti, M. A., Finch, C. F., & Gabbe, B. J. (2007). A prospective cohort study of the incidence of injuries among junior Australian

- football players—evidence for a playing age level effect. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 441–446. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.042721>
- Roos, K. G., Wasserman, E. B., Dalton, S. L., Gray, A., Djoko, A., Dompier, T. P., & Kerr, Z. Y. (2017). Epidemiology of 3825 injuries sustained in six seasons of National Collegiate Athletic Association men's and women's soccer (2009/2010–2014/2015). *British Journal of Sports Medicine*, 51, 1029–1034.
- Roozen, M. (2004). Illinois agility test. *NSCA's Performance Training Journal*, 3(5), 5–6.
- Sayers, B. E. (2008). The Nordic eccentric hamstring exercise for injury prevention in soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 30(4), 56–58. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31817f985d>
- Silvers-Granelli, H., Mandelbaum, B., Adeniji, O., Insler, S., Bizzini, M., Pohlig, R., ... & Dvorak, J. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(11), 2628–2637. <https://doi.org/10.1177/0363546515602009>
- Sixto, M. (2013). *Revisión Sistemática: Influencia de la propiocepción en la recuperación funcional del esguince de tobillo* (Tesis de pregrado). España: Universidade da Coruña, España.
- Slimani, M., Bouazizi, M., Chortane, S. G., & Cheour, F. (2014). Social-Professional Factors and Predominance of Burnout Syndrome in Tunisian Male Soccer Players. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 4(3), 31–34.
- Slimani, M., Bragazzi, N. L., Znazen, H., Paravlic, A., Azaiez, F., & Tod, D. (2017). Psychosocial predictors and psychological prevention of soccer injuries: A systematic review and meta-analysis of the literature. *Physical Therapy in Sport*, 32, 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.006>
- Smith, D., & Bruce-Low, S. (2004). Strength training methods and the work of Arthur Jones. *Journal of Exercise Physiology*, 7(6), 52–68.
- 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*, 337, a2469. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Soligard, T., Nilstad, A., Steffen, K., Myklebust, G., Holme, I., Dvorak, J., ... & Andersen, T. E. (2010). Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *British Journal of Sports Medicine*, 44(11), 787–793. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.070672>
- Stefanyshyn, D., & Nigg, B.M. (1998). Contribution of the lower extremity joints to mechanical energy in running vertical jumps and running long jumps. *Journal of Sports Sciences*, 16(2), 177–186. <https://doi.org/10.1080/026404198366885>
- Steffen, K., Emery, C.A., Romiti, M., Kang, J., Bizzini, M., Dvorak, J., ... & Meeuwisse, W. H. (2013). High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 794–802. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091886>
- Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., & Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football—a cluster randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(5), 605–614.
- Tansel, R. B., Salci, Y., Yildirim, A., Kocak, S., & Korkusuz, F. (2008). Effects of eccentric hamstring strength training on lower extremity strength of 10–12-year-old male basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 16(2), 81–85. <https://doi.org/10.3233/IES-2008-0300>
- Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & Zumbo, B. D. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 36(2), 95–101. <https://doi.org/10.1136/bjism.36.2.95>
- Tsaklis, P., Malliaropoulos, N., Mendiguchia, J., Korakakis, V., Tsapralis, K., Pyne, D., & Malliaras, P. (2015). Muscle and intensity based hamstring exercise classification in elite female track and field athletes: implications for exercise selection during rehabilitation. *Open access Journal of Sports Medicine*, 6, 209. <https://doi.org/10.2147/oajsm.s79189>
- Van Beijsterveldt, A. M., van de Port, I. G., Krist, M. R., Schmikli, S. L., Stubbe, J. H., Frederiks, J. E., & Backx, F. J. (2012). Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 46(16), 1114–1118. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091277>
- Van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6), 1316–1323. <https://doi.org/10.1177/0363546515574057>
- Waldén, M., Hägglund, M., & Ekstrand, J. (2005). UEFA Champions League study: a prospective study of injuries in professional football during the 2001–2002 season. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8), 542–546. <https://bjsm.bmj.com/content/39/8/542>
- Waldén, M., Hägglund, M., Orchard, J., Kristenson, K., & Ekstrand, J. (2013). Regional differences in injury incidence in European professional football. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(4), 424–430. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01409.x>
- Witzke, K. A., & Snow, C. M. (2000). Effects of polymetric jump training on bone mass in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1051–1057. <https://doi.org/10.1097/00005768-200006000-00003>
- Yoo, W. G. (2016). Effects of bridging plus exercises with heel lift on lower extremity muscles. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(5), 1582–1583. <https://doi.org/10.1589/2Fjpts.28.1582>
- Yoon, Y. S., Chai, M., & Shin, D. W. (2004). Football Injuries at Asian Tournaments. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(1–suppl), 36–42. <https://doi.org/10.1177/0095399703258781>
- Youdas, J. W., Foley, B. M., Kruger, B. L., Mangus, J. M., Tortorelli, A. M., Madson, T. J., & Hollman, J. H. (2013). Electromyographic analysis of trunk and hip muscles during resisted lateral band walking. *Physiotherapy Theory and Practice*, 29(2), 113–123. <https://doi.org/10.3109/09593985.2012.704492>
- Youdas, J. W., Loder, E. F., Moldenhauer, J. L., Paulsen, C. R., & Hollman, J. H. (2006). Hip-abductor muscle performance in participants after 45 seconds of resisted sidestepping using an elastic band. *Journal of Sport Rehabilitation*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.1123/jsr.15.1.1>

## Anexos

**Anexo 1.** Cuestionario de historial deportivo y de lesiones.

### DATOS PERSONALES DEL DEPORTISTA

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_  
 Fecha de nacimiento: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_ Sexo:  M  F Peso(Kg): \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_  
 Email: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_ Deporte: \_\_\_\_\_  
 Categoría: \_\_\_\_\_ Años de práctica deportiva: \_\_\_\_\_  
 Pierna dominante: \_\_\_\_\_ Horas semanales de entrenamiento: \_\_\_\_\_  
 Indique la/s posición/es en donde te encuentras más cómodo: \_\_\_\_\_  
 Indique los clubs en los que ha tenido ficha federativa y su categoría: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### HISTORIAL DE LESIONES

ZONA LESIONADA Ejemplo: rodilla derecha	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN Rotura de LCA	GRAVEDAD * Grave	LUGAR (Entrenamiento, competición) Competición	REALIZO READAPTACIÓN (Sí, No) Sí

\*Gravedad:

- Lesión leve (1 a 3 días sin participar en entrenamiento ni competiciones)
- Lesión menor (4 a 7 días sin participar en entrenamiento ni competiciones)
- Lesión moderada (8 a 28 días sin participar en entrenamiento ni competiciones)
- Lesión grave (más de 28 días sin participar en entrenamiento ni competiciones)

**Carrera**



**2 minutos**  
**Intensidad**  
**Moderada**

**Movilidad de cadera**

x 15

x 15

x 5



**Estiramiento dinámico**



**10 m**

**NIVEL 1**



**2x 12-15 reps**



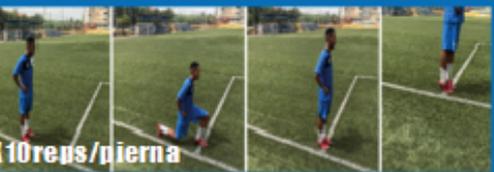
**2x 6-14 reps**



**2x 4-6 reps**



**2x 8 reps/pierna**

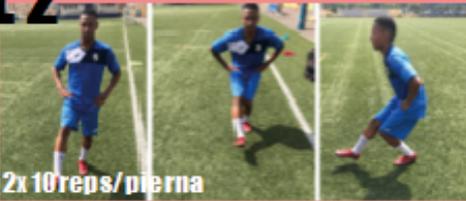


**x 10 reps/pierna**



**6x 10 seg/d2seg**

**NIVEL 2**



**2x 10 reps/pierna**



**20m :10 pierna**



**2x 8-10 reps/pierna**



**2x 8-10 reps/pierna**



**2x 8 reps/pierna**



**2x 15 reps/lado**

Anexo 2. Protocolo preventivo.

# Efecto de 2 y 4 meses de práctica de fútbol en el desarrollo osteogénico de niños prepuberales

Effect of 2 and 4 months of football practice on the osteogenic development of pre-pubertal children

Antonio Hernandez-Martin<sup>1\*</sup>  
Javier Sanchez-Sanchez<sup>2</sup>  
Samuel Manzano-Carrasco<sup>1</sup>  
Jose Luis Felipe<sup>2</sup>  
Leonor Gallardo<sup>1</sup>  
Jorge García-Unanue<sup>1</sup>

1. IGOID Research Group, Physical Activity and Sport Sciences Department, University of Castilla-La Mancha, 45004 Toledo, Spain.  
2. School of Sport Sciences, Universidad Europea de Madrid, 28670 Madrid, Spain.

## Resumen

El fútbol en edad infantil o juvenil se ha utilizado como una herramienta para mejorar la salud y prevenir futuras enfermedades. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de la participación de 2 y 4 meses en un deporte osteogénico como el fútbol en las variables de contenido mineral óseo y densidad mineral ósea en niños prepuberales. Se incluyeron 20 niños de categoría sub-10 (9,5 ± 1,4 años) que realizaban entrenamiento de fútbol 3 horas a la semana y se encontraban en la etapa de Tanner I. Los valores de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo se midieron mediante un absorciómetro de rayos X de doble energía. Los resultados mostraron un incremento de los valores de contenido mineral óseo y densidad mineral ósea total tras los dos meses de práctica ( $p < 0,05$ ; TE: 0,11 y TE: 0,27 respectivamente), valores significativamente mayores tras cuatro meses de práctica en comparación con el valor inicial y el valor tras dos meses ( $p < 0,05$ ; TE: 0,40 y TE: 0,13 respectivamente). Aumento significativo de contenido mineral óseo y densidad mineral ósea en las piernas a los dos y cuatro meses de práctica ( $p < 0,05$ ; TE: 0,43 y TE: 0,40 respectivamente). Los datos sugieren que un programa de entrenamiento de fútbol recreativo de 2 y 4 meses es beneficioso para el desarrollo osteogénico y la salud de los niños durante la etapa prepuberal.

**Palabras clave:** Fútbol; niños; prepuberales; contenido mineral óseo; densidad mineral ósea

## Abstract

Football for children and young people has been used as a tool to improve health and prevent future diseases. The aim of this study was to investigate, the effect of 2- and 4-month participation in an osteogenic sport such as football on the variables of bone mineral content and bone mineral density in pre-pubertal children. Twenty under-10 children (9.5 ± 1.4 years old) who were doing football training 3 hours a week and were at the Tanner I stage were included. Bone mineral density and bone mineral content values were measured using a dual energy X-ray absorber. The results showed an increase in the values of bone mineral content and total bone mineral density after two months of practice ( $p < 0.05$ ; TE: 0.11 and TE: 0.27 respectively), significantly higher values after four months of practice compared to the initial value and the value after two months ( $p < 0.05$ ; TE: 0.40 and TE: 0.13 respectively). Significant increase in bone mineral content and bone mineral density in the legs after two and four months of practice ( $p < 0.05$ ; TE: 0.43 and TE: 0.40 respectively). Our data suggest that a 2- and 4-month recreational football training programme is beneficial for the osteogenic development and health of children during the pre-pubertal stage.

**Keywords:** Football; children; pre-pubescent; bone mineral content; bone mineral density.

\*Autor de correspondencia: Antonio Hernandez-Martin; [Antonio.HMartinSan@uclm.es](mailto:Antonio.HMartinSan@uclm.es)

Recibido: 14 de diciembre de 2020  
Aceptado: 01 de julio de 2021  
Publicado: 01 de diciembre de 2021

Como citar (APA): Hernandez-Martin, A., Sanchez-Sanchez, J., Manzano-Carrasco, S., Luis Felipe, J., Gallardo, L., & García-Unanue, J. (2021). Efecto de 2 y 4 meses de práctica de fútbol en el desarrollo osteogénico de niños prepuberales. *JUMP*, (4), 26-32. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.3>

This is an open access article under the [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license

Journal of  
Universal  
Movement and  
Performance 



## Introducción

A largo plazo, la inactividad física se relaciona con un estilo de vida sedentario, que ha sido asociado a enfermedades con elevadas repercusiones económicas vinculadas con el tratamiento y la rehabilitación en diferentes poblaciones, tales como la osteoporosis (Cruz et al., 2009). Esta afección osteoarticular se caracteriza por una baja densidad ósea y es muy común en mujeres y ancianos (Bliuc, Alarkawi, Nguyen, Eisman & Center, 2015). Multitud de factores influyen en la aparición y desarrollo de osteoporosis, pero una adquisición de masa ósea en la infancia disminuye el riesgo de osteoporosis en la etapa adulta (Jarrosay, Speck, Fernandez, Duvergel & Martínez, 2016; Hasselstrøm et al., 2007).

Una herramienta para mejorar y aumentar el desarrollo óseo, y por lo tanto, de disminuir el riesgo de padecer osteoporosis es la actividad física (Bartra et al., 2019). En la etapa infantil, un incremento de la actividad física produciría un almacenamiento de masa ósea y con ello, una reducción del riesgo de sufrir fracturas óseas en edad adulta y tercera edad (Karlsson, Nordqvist, & Karlsson, 2008). Este aumento se produciría siguiendo las recomendaciones internacionales de al menos 60 minutos o más de actividad física moderada a vigorosa por día y que realicen actividades de fortalecimiento muscular y óseo al menos 3 días a la semana (World Health Organization [WHO], 2010).

Numerosos estudios han investigado el efecto de la actividad física sobre la densidad mineral ósea (DMO) en poblaciones de adultos y ancianos (Gómez-Cabello, Ara, González-Agüero, Casajús & Vicente-Rodríguez, 2012; Verschueren et al., 2013), sin embargo, existen pocos estudios que hayan analizado el efecto del ejercicio en el crecimiento óseo de los niños y su relación con la prevención de las enfermedades óseas en la edad adulta. Asimismo, según Bailey, Martin, McKay, Whiting y Mirwald (2000), un alto porcentaje del contenido mineral óseo (BMC) se logra en torno a los 12 años en los niños, aumentando este efecto con el ejercicio físico antes de la pubertad. Más del 50% de los casos de osteoporosis en edad adulta, se relacionan con bajos niveles de BMC durante la edad juvenil (Baroncelli, Bertelloni, Sodini, & Saggese, 2005). Por estos motivos, observamos que la

infancia es clave para obtener un pico máximo de masa ósea y así reducir el riesgo de padecer osteoporosis (Rizzoli, Bianchi, Garabédian, McKay & Moreno, 2010).

El fútbol es uno de los deportes más practicados en el mundo y su práctica se ha sugerido como una estrategia eficaz para reducir y prevenir enfermedades en la edad adulta (Krustrup et al., 2010). La participación en el fútbol puede aumentar el BMC en las zonas corporales que soportan los impactos (Zouch et al., 2014; Maïmoun et al., 2013). El fútbol implica actividades de alto impacto con potencial para estimular el sistema músculo-esquelético. En este sentido, las investigaciones y los exámenes realizados en los deportes de alto impacto han demostrado los mejores niveles de contenido mineral óseo en los jugadores de fútbol (Ubago-Guisado et al., 2019; Lozano-Berges et al., 2018), ya que el fútbol combina acciones de alta intensidad (es decir, saltos, golpes, sprints, placajes, cambios de dirección y aceleraciones) intercaladas con fases de recuperación de baja intensidad (Barbero-Álvarez, Coutts, Granda, Barbero-Álvarez & Castagna, 2009; Bloomfield, Polman & O'Donoghue, 2007), que influyen positivamente en el desarrollo osteogénico. La mayoría de los estudios han utilizado la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) para evaluar el BMC, la BMD de la zona y el área ósea (Behringer, Gruetzner, McCourt & Mester, 2014) debido a su bajo costo, radiación y disponibilidad.

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue investigar mediante un absorciómetro de rayos X de doble energía (DEXA), el efecto de la participación en un deporte osteogénico como el fútbol durante 2 y 4 meses sobre las variables de BMC y BMD en niños prepuberales.

## Método

### Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 20 niños varones sub-10 ( $9,5 \pm 1,4$  años) que practicaban fútbol en un equipo masculino de Toledo (Castilla-La Mancha, España), con una frecuencia de entrenamiento de 3 horas a la semana. Los criterios de inclusión fueron que se encontraran en la etapa de Tanner I (prepuberal), en base a la evaluación de la madurez, y que no sufrieran ninguna lesión o enfermedad que les

impidiera realizar las pruebas. La **tabla 1** muestra los valores de altura, peso e IMC de la muestra.

**Tabla 1.** Valores de altura, peso e IMC en basal, a los 2 meses y 4 meses.

	Basal	2 meses	4 meses
ALTURA (cm)	136,15 ± 8,78	137,23 ± 8,54	138,80 ± 8,72
PESO (kg)	33,43 ± 5,37	34,23 ± 5,52	34,78 ± 5,42
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	17,98 ± 2,08	18,12 ± 2,23	18,00 ± 2,03

IMC: Índice de Masa Corporal.

La evaluación de la madurez es necesaria para los estudios que se realizan con niños en etapa de crecimiento, ya que el rango de maduración entre individuos de la misma edad cronológica es amplio, especialmente durante los años de la pubertad (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002). El estado de la pubertad se determinó mediante una autoevaluación basada en diferentes fotografías de las etapas de Tanner (Duke, Litt & Gross, 1980). El estado de la pubertad para esta investigación se clasificó como prepuberal (etapa I) en todos los casos.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Complejo Hospitalario de Toledo (España) y se llevó a cabo en base a los requisitos acordados en la declaración de Helsinki. Todos los niños y sus representantes legales completaron formularios de consentimiento informado por escrito previamente al desarrollo de la investigación.

### Diseño del estudio

Se utilizó un diseño cuasiexperimental. El equipo completó un programa de intervención de fútbol de dos meses, que se desarrollaba en dos sesiones de 60 minutos a la semana, además de un partido de dos partes de 25 minutos durante el fin de semana. Cada sesión se extendía desde las 17:00 hasta las 18:00 horas, consistiendo en un calentamiento (10-15 min), ejercicios físicos, técnicos y tácticos destinados a la práctica del fútbol (35-40 min) y un enfriamiento o vuelta a la calma con estiramientos (10 min). El entrenamiento fue dirigido en todo momento por el entrenador del

equipo. Todos los niños inscritos completaron el período de intervención.

### Procedimiento

En la segunda semana de febrero, las evaluaciones iniciales o de referencia (previas a la intervención) se llevaron a cabo en condiciones similares a las de las pruebas de familiarización. Las evaluaciones finales (posteriores) tuvieron lugar ocho y dieciséis semanas después de la evaluación previa. Todas las valoraciones se llevaron a cabo a la misma hora, en el mismo orden y con idénticas condiciones de temperatura y descanso que la primera evaluación. La composición corporal fue evaluada tanto en la valoración previa como en las evaluaciones posteriores.

### Antropometría básica

La masa corporal (kg) y la altura (cm) se midieron con la balanza electrónica y el medidor de altura SECA (modelo 711; Seca & Co, KG, Hamburgo, Alemania; precisión 100 g y 0,1 cm; rango 0-220 kg y 85-200 cm), sin zapatos y sólo en ropa interior. La altura se midió de pie con los talones, las nalgas, la espalda y la región occipital en contacto con la varilla de altura.

### Densitometría ósea

Tanto la masa ósea (BMC en g, y BMD en g/cm<sup>2</sup>) como la masa grasa (%) fueron calculadas usando un Densitómetro Óseo (Hologic Series Discovery QDR, Software Physician's Viewer, APEX System Software Version 3.1.2. Bedford, MA, USA). El densitómetro óseo se calibró antes de cada día de prueba utilizando un fantoma (estándar de referencia con densidad conocida que simula los puntos anatómicos) medidos de columna lumbar y siguiendo las directrices establecidas por el fabricante. Los participantes fueron evaluados en posición supina, con el cuerpo y las extremidades completamente extendidos, y dentro de los límites establecidos por las líneas de exploración de la camilla. Siendo una densitometría de cuerpo entero. Todas las pruebas y los análisis subsiguientes fueron realizados por el mismo examinador para asegurar la consistencia de las medidas (Esfahanizadeh et al., 2013).

### Análisis estadístico

Los resultados se muestran con la media  $\pm$  desviación estándar. En primer lugar, la normalidad de las variables fue comprobada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, concluyendo que todas las variables presentaron una distribución normal ( $p > 0,05$ ). A fin de determinar los efectos de la intervención sobre las variables analizadas, se utilizó la prueba ANOVA de medidas repetidas para la comparación intra-grupo en los tres momentos de valoración, así como el post-hoc de Bonferroni para las comparaciones por pares. La altura y la edad fueron utilizadas como covariables. Además, se incluyó el tamaño del efecto (ES; Cohen's d). El ES se evaluó de la siguiente manera: 0-0,2 = trivial, 0,2-0,5 = pequeño, 0,5-0,8 = moderado, y  $> 0,8$  alto (Batterham & Hopkins, 2006). El valor de significación se delimitó en  $p < 0,05$ .

### Resultados

La tabla 2 muestra los resultados, obteniendo un aumento del BMC y BMD total tras los dos meses de práctica ( $p < 0,05$ ; TE: 0,11 y TE: 0,27, respectivamente). Además, el BMD presenta valores significativamente mayores tras cuatro meses de práctica en comparación con el valor inicial y el valor tras dos meses ( $p < 0,05$ ; TE: 0,40 y TE: 0,13, respectivamente). En el caso del BMC en el tronco, los participantes mostraron significativamente mayor cantidad de g tras cuatro meses respecto al valor inicial ( $p < 0,05$ ; TE: 0,17).

En el caso de los brazos, el BMC es significativamente mayor tras cuatro meses respecto a los dos meses ( $p < 0,05$ ; TE: 0,26) y el BMD es mayor a los dos meses respecto al valor inicial ( $p < 0,05$ ; TE: 0,15).

Los resultados de las piernas son los que muestran una tendencia más clara. Los resultados del BMC y BMD tras dos meses de práctica son significativamente mayores que el valor inicial ( $p < 0,05$ ; TE: 0,12 y TE: 0,20, respectivamente), mientras que los valores tras cuatro meses fueron significativamente mayores en comparación tanto a los iniciales ( $p < 0,05$ ; TE: 0,43 y TE: 0,40, respectivamente) como a los obtenidos tras dos meses ( $p < 0,05$ ; TE: 0,26 y TE: 0,20, respectivamente).

### Discusión

Esta investigación tenía por objeto analizar mediante un absorciómetro de rayos X de doble energía (DEXA) el efecto de la participación de 2 y 4 meses en un deporte osteogénico como el fútbol en las variables de BMC y BMD en niños prepuberales. El ejercicio recomendado para mejorar el BMC y el BMD se basa principalmente en el impacto, es decir, ejercicios pliométricos, saltos, carreras y cualquier actividad basada en el propio peso corporal, como el fútbol, el baloncesto y el balonmano (Asikainen et al., 2004). Los resultados más relevantes se encontraron en el BMD total, que presentó mejores niveles tras cuatro meses de práctica en comparación con el valor inicial y respecto al valor tras dos meses de entrenamiento ( $p < 0,05$ ). Al analizar según la zona corporal, destacó que el BMC y BMD en las piernas tras dos meses de práctica fueron significativamente mayores respecto al inicial ( $p < 0,05$ ), mientras que los valores tras cuatro meses fueron significativamente mayores que los iniciales ( $p < 0,05$ ) y que los obtenidos tras dos meses de intervención ( $p < 0,05$ ).

En el presente estudio se analizaron las variables de densidad mineral ósea y contenido mineral óseo de los niños prepúberes en cuerpo entero, tronco, brazos y piernas, incluyendo la masa grasa. En cuanto a la masa ósea, el equipo mostró un aumento de BMC y BMD a lo largo de las dos valoraciones (2 meses y 4 meses) en todo el cuerpo, tronco, brazos y piernas. Esto podría deberse a que un deporte como el fútbol se asocia con ejercicios de alto impacto (Helge et al., 2014; Vicente-Rodríguez, Ara, Pérez-Gómez, Dorado & Calbet, 2005), ya que implica sprints, saltos y movimientos que requieren cambios bruscos en el centro de masa (Seabra et al., 2012). Los resultados del estudio también podrían explicarse por los ejercicios pliométricos incluidos en el entrenamiento de fútbol, ya que según la literatura previa estos ejercicios presentan un gran potencial para inducir una mayor masa ósea en los niños (Gunter et al., 2008). Estos resultados son similares a los hallados en estudios previos como el de Zouch

et al. (2008), donde los niños que jugaban al fútbol mostraron niveles más altos de BMC y BMD que los del grupo control. Además, en la presente investigación se encontraron valores significativamente mayores de BMC y BMD en las extremidades inferiores con el paso del tiempo. Este hallazgo es similar a los resultados obtenidos en estudios anteriores como el de Zouch et al. (2008) y va en línea con los datos presentados por Vicente-Rodríguez et al. (2005), quienes demostraron que los niños que practicaban fútbol sufrían un aumento significativo del BMC en las extremidades inferiores con respecto a las superiores. Sin embargo, Larsen et al. (2017) no encontraron ninguna mejora significativa en cuando a la BMC en las piernas. Las causas de estas diferencias están marcadas por la mayor actividad física que tienen que soportar los huesos de la pierna, ya que están continuamente soportando el cuerpo y las acciones del balón. Por otro lado, siguiendo el estudio de Zouch et al. (2008), el BMC podría deberse al nivel de desarrollo en el que se encuentran los niños, ya que la pubertad es la etapa en la que los niños experimentan una mayor curva de crecimiento (Gomez-Campos et al., 2019). Por otro lado, también se observó una disminución del porcentaje de masa grasa con el entrenamiento. A este respecto, cabe destacar que la práctica del fútbol podría prevenir enfermedades como la obesidad infantil o el sobrepeso (Krustrup et al., 2010). Esta disminución de masa grasa podría haber sido debida al alto impacto de las acciones que tienen lugar durante la práctica del fútbol, que potencian el aumento del tejido muscular y favorecen la disminución de la masa grasa (Helge et al., 2014).

La principal limitación de este estudio fue la falta de un grupo control, así como la cuantificación de la carga externa y la intensidad de los entrenamientos y los partidos. Además, los participantes no jugaron la misma cantidad de minutos en todos los partidos y esto podría haber afectado en cierta medida los resultados obtenidos. En futuras investigaciones, podría ser interesante desarrollar este estudio longitudinalmente para ver si existe una relación causa-efecto, con niños que no hayan realizado previamente fútbol.

En conclusión, los resultados encontrados en este estudio sugieren que la práctica del fútbol genera beneficios para la salud osteogénica en los niños prepúberes. Especialmente en los niveles osteogénicos de las piernas. Estos beneficios aparecen a las 8 semanas de práctica, y son aún mayores a las 16 semanas de práctica.

### Aplicaciones prácticas

Estos resultados, pueden ser muy útiles tanto para los formadores, entrenadores y padres de estos niños, ya que no sólo se divierten realizando deporte, sino que gracias a ello pueden prevenir enfermedades y lesiones en su etapa adulta y tercera edad.

Como perspectiva de futuro, se deberán realizar estudios analizando la carga y demandas físicas que soportan los niños practicando fútbol y su relación con las mejoras osteogénicas. A su vez, un estudio longitudinal de varios años observando el desarrollo total de los niños e identificar el efecto del fútbol en ese desarrollo sería idóneo para seguir avanzando en el conocimiento.

Tabla 2.

	Basal		2 meses			4 meses		
% Grasa (%)	21,29	± 6,40	21,88	± 6,58a	20,90	± 6,41b		
CMO Total (g)	1075,47	± 151,08	1092,73	± 157,36a	1108,34	± 149,87		
DMO Total (g/cm <sup>2</sup> )	0,68	± 0,07	0,70	± 0,08a	0,71	± 0,08a,b		
CMO Tronco (g)	277,09	± 47,22	280,99	± 48,80	285,45	± 51,88a		
CMO Brazos (g)	52,69	± 8,65	52,35	± 8,54	54,69	± 9,17b		
DMO Brazos (g/cm <sup>2</sup> )	0,54	± 0,06	0,55	± 0,07a	0,54	± 0,07		
CMO Piernas (g)	188,00	± 39,05	194,64	± 40,83a	205,98	± 45,14a,b		
DMO Piernas (g/cm <sup>2</sup> )	0,79	± 0,10	0,81	± 0,10a	0,83	± 0,10a,b		

Valores de composición corporal

## Referencias

- Asikainen, T.-M., Kukkonen-Harjula, K., & Miilunpalo, S. (2004). Exercise for health for early postmenopausal women: A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 34(11), 753–778. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434110-00004>
- Bailey, D. A., Martin, A. D., McKay, H. A., Whiting, S., & Mirwald, R. (2000). Calcium accretion in girls and boys during puberty: A longitudinal analysis. *Journal of Bone and Mineral Research*, 15(11), 2245–2250. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2000.15.11.2245>
- Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V., & Castagna, C. (2009). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), 232–235. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.005>
- Baroncelli, G. I., Bertelloni, S., Sodini, F., & Saggese, G. (2005). Osteoporosis in children and adolescents. *Pediatric Drugs*, 7(5), 295–323. <https://doi.org/10.2165/00148581-200507050-00003>
- Bartra, A., Caeiro, J. R., Mesa-Ramos, M., Etxebarria-Foronda, I., Montejo, J., Carpintero, P., ... & Canals, L. (2019). Cost of osteoporotic hip fracture in Spain per Autonomous Region. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (English Edition)*, 63(1), 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.recote.2018.11.004>
- Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1, 50–57. <https://doi.org/10.1123/ijspp.1.1.50>
- Behringer, M., Gruetzner, S., McCourt M., & Mester, J. (2014). Effects of weight-bearing activities on bone mineral content and density in children and adolescents: a meta-analysis. *Journal Bone Mineral Research*, 29(2), 467–478. <https://doi.org/10.1002/jbmr.2036>
- Bliuc, D., Alarkawi, D., Nguyen, T. V., Eisman, J. A., & Center, J. R. (2015). Risk of subsequent fractures and mortality in elderly women and men with fragility fractures with and without osteoporotic bone density: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Journal of bone and mineral research*, 30(4), 637–646. <https://doi.org/10.1002/jbmr.2393>
- Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63–70. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3778701/>
- Cruz, J. G., Martínez, R. F., Martínez, J. G., Gutiérrez, E. S., Serrano, M. E., & De Las Deses, C. D. H. (2009). Osteoporosis. Conceptos básicos para la práctica diaria. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, 14(3), 128–140. <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2009/rmq093f.pdf>
- Duke, P. M., Litt, I. F., & Gross, R. T. (1980). Adolescents' self-assessment of sexual maturation. *Pediatrics*, 66(6), 918–920.
- Esfahanizadeh, N., Davaie, S., Rohn, A. R., Daneshparvar, H. R., Bayat, N., Khondi, N., ... & Ghandi, M. (2013). Correlation between bone mineral density of jaws and skeletal sites in an Iranian population using dual X-ray energy absorptiometry. *Dental research journal*, 10(4), 460. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3793408/>
- Gómez-Cabello, A., Ara, I., González-Agüero, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Effects of training on bone mass in older adults: A systematic review. *Sports Medicine*, 42(4), 301–325. <https://doi.org/10.2165/11597670-000000000-00000>
- Gomez-Campos, R., Santi-Maria, T., Arruda, M., Maldonado, T., Albernaz, A., Schiavo, M., & Cossio-Bolaños, M. (2019). Fat-free mass and bone mineral density of young soccer players: proposal of equations based on anthropometric variables. *Frontiers in psychology*, 10, 522. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00522>
- Gunter, K., Baxter-Jones, A. D., Mirwald, R. L., Almstedt, H., Fuchs, R. K., Durski, S., & Snow, C. (2008). Impact exercise increases BMC during growth: an 8-year longitudinal study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23(7), 986–993. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.01.002>
- Hasselstrøm, H., Karlsson, K. M., Hansen, S. E., Grønfelt, V., Froberg, K., & Andersen, L. B. (2007). Peripheral bone mineral density and different intensities of physical activity in children 6–8 years old: the Copenhagen School Child Intervention study. *Calcified tissue international*, 80(1), 31–38. <https://doi.org/10.1007/s00223-006-0137-9>
- Helge, E. W., Andersen, T. R., Schmidt, J. F., Jørgensen, N. R., Hornstrup, T., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2014). Recreational football improves bone mineral density and bone turnover marker profile in elderly men. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(S1), 98–104. <https://doi.org/10.1111/sms.12239>
- Jarrosoy, L. F., Speck, C. M. J., Fernandez, G. S., Duvergel, N. S., & Martínez, R. H. (2016). Osteoporosis. Problema social actual. *Revista Información Científica*, 95(6), 1052–1066.
- Karlsson, M., Nordqvist, A., & Karlsson, C. (2008). Physical activity increases bone mass during growth. *Food & nutrition research*, 52(1), 1871. <https://doi.org/10.1139/y96-099>
- Krstrup, 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>
- Larsen, M. N., Nielsen, C. M., Ørntoft, C., Randers, M. B., Helge, E. W., Madsen, M., ... & Krstrup, P. (2017). Fitness effects of 10-month frequent low-volume ball game training or interval running for 8–10-year-old school children. *BioMed research international*. <https://doi.org/10.1155/2017/2719752>
- Lozano-Bergeres, G., Matute-Llorente, Á., González-Agüero, A., Gómez-Bruton, A., Gómez-Cabello, A., Vicente-Rodríguez, G., & Casajús, J. A. (2018). Soccer helps build strong bones during growth: a systematic review and meta-analysis. *European journal of pediatrics*, 177(3), 295–310. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-3060-3>
- Maimoun, L., Coste, O., Philibert, P., Briot, K., Mura, T., Galtier, F., ... & Sultan, C. (2013). Peripubertal female athletes in high-impact sports show improved bone mass acquisition and bone geometry. *Metabolism*, 62(8), 1088–1098. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2012.11.010>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*, 34(4), 689–694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Rizzoli, R., Bianchi, M. L., Garabédian, M., McKay, H. A., & Moreno, L. A. (2010). Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*, 46(2), 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2009.10.005>
- Seabra, A., Marques, E., Brito, J., Krstrup, P., Abreu, S., Oliveira, J., ... Rebelo, A. (2012). Muscle strength and soccer practice as major determinants of bone mineral density in adolescents. *Joint Bone Spine*, 79(4), 403–408. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2011.09.003>
- Ubago-Guisado, E., Vlachopoulos, D., Barker, A. R., Christoffersen, T., Metcalf, B., & Gracia-Marco, L. (2019). Effect of maturational timing on bone health in male adolescent athletes engaged in different sports: the PRO-BONE study. *Journal of science and medicine in sport*, 22(3), 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.08.009>

- Verschuere, S., Gielen, E., O'Neill, T. W., Pye, S. R., Adams, J. E., Ward, K. A., & Boonen, S. (2013). Sarcopenia and its relationship with bone mineral density in middle-aged and exercise on bone mass development. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 26, 416-424. <https://doi.org/10.1007/s00198-012-2057-z>
- Vicente-Rodríguez, G., Ara, I., Pérez-Gómez, J., Dorado, C., & Calbet, J. A. (2005). Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *British Journal of Sports Medicine*, 39(9), 611-616. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2004.014431>
- World Health Organization [WHO]. (2010). *Medical eligibility criteria for contraceptive use*. World Health Organization.
- Zouch, M., Jaffré, C., Thomas, T., Frère, D., Courteix, D., Vico, L., & Alexandre, C. (2008). Long-term soccer practice increases bone mineral content gain in prepubescent boys. *Joint Bone Spine*, 75(1), 41-4. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2006.12.008>
- Zouch, M., Vico, L., Frere, D., Tabka, Z., & Alexandre, C. (2014). Young male soccer players exhibit additional bone mineral acquisition during the peripubertal period: 1-year longitudinal study. *European Journal Pediatric*, 173(1), 53-61. <https://doi.org/10.1007/s00431-013-2115-3>

# 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-Carrillo<sup>1</sup>  
Francisco Javier Robles-Palazón<sup>2</sup>

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](mailto: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 Knäkontroll (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 Knäkontroll 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:  $n = 8$ ).

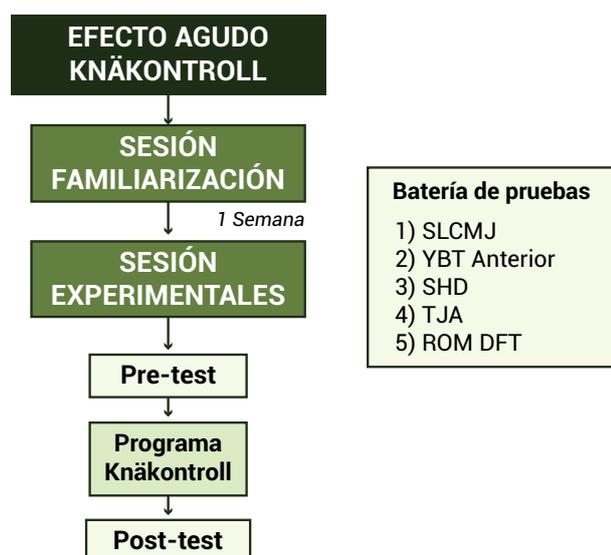
Semanas previas al comienzo del estudio se informó tanto a deportistas, entrenadores y padres o tutores legales del desarrollo del estudio. Se explicó la metodología y el protocolo

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
<b>(1) Sentadilla Unipodal</b>	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
<b>(2) Puente lumbar dinámico</b>	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
<b>(3) Sentadilla bipodal</b>	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).

<b>(4) Plancha frontal</b>	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
<b>(5) Zancada</b>	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
<b>(6) Salto/ Caída</b>	Salto con aterrizaje suave; permanecer brevemente en la posición de caída	
Nivel A	Salto unipodales antero-posterior con manos en la cadera	3 x 8-15 reps
Nivel B	Salto 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 <sub>2k</sub> (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., Moscão, 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.

# Mecánica sagital del cambio de dirección en jugadoras de fútbol de diferente nivel competitivo

Sagittal mechanics of change of direction in female football players of different competitive levels

Violeta García-Quiles<sup>1,2</sup>  
Alba Aparicio-Sarmiento<sup>2</sup>

1,2. Facultad de Ciencias del Deporte de San Javier. Campus de Excelencia Internacional de la Universidad de Murcia "Campus Mare Nostrum".  
2. Grupo de Investigación Aparato Locomotor y Deporte. Facultad de Ciencias del Deporte de San Javier. Universidad de Murcia.

## Resumen

La evaluación del cambio de dirección podría contribuir de forma importante tanto a orientar el entrenamiento preventivo como a guiar los procesos de recuperación de las futbolistas. Los objetivos de este estudio fueron describir la mecánica sagital del cambio de dirección (COD) de un grupo de jugadoras de fútbol y comparar la biomecánica sagital del COD, así como el rendimiento de las jugadoras en la prueba en función de su nivel competitivo. Para ello, se analizaron las mecánicas de flexión de rodilla y flexión de tronco de las futbolistas durante el penúltimo (PA) y último apoyo en un COD de 90°. Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal con 34 jugadoras de entre 16-28 años pertenecientes a dos equipos femeninos de diferente nivel competitivo. Para el análisis de la biomecánica sagital del COD se utilizó el software Kinovea. El tiempo de ejecución fue calculado mediante células fotoeléctricas. Se encontró que la posición media del tronco fue en flexión en el momento del contacto inicial durante el penúltimo apoyo, tanto en el COD hacia la derecha (7,0±4,8°), como en el COD hacia la izquierda (6,1±5,6°). La flexión de rodilla máxima (DER: 94,1±21°; IZQ: 91,5±26,7°) fue considerablemente superior (valores inferiores) a la flexión de rodilla en el contacto inicial (DER: 122,9±21,1°; IZQ: 122,4±24,1°) del último apoyo. Por otro lado, tanto la flexión de tronco inicial como máxima durante el último apoyo, presentaron valores significativamente superiores en el equipo de futbolistas de élite (inicial: 12,1±6,7° vs. 5,2±6,3°; máxima: 13,4±6,8° vs. 7,3±6°). En conclusión, las jugadoras de fútbol mostraron una estrategia de flexión de tronco de bajo riesgo durante el apoyo final, sin embargo, no realizaron una estrategia de deceleración clara y eficiente durante el PA, aunque sí que presentaron una adecuada flexión de rodilla. Las futbolistas de élite realizaron el cambio de dirección más rápido y de forma más segura.

**Palabras clave:** Lesiones, ligamento cruzado anterior, factores de riesgo, mecánica de side-step, paso lateral, flexión de rodilla, cinemática del tronco, maniobras de deceleración.

## Abstract

The assessment of change of direction mechanics could make an important contribution to both targeting preventive functional training and guiding the recovery processes of female players. The purpose of this study was to describe sagittal change of direction (COD) mechanics of a group of female football players and to compare the sagittal biomechanics of the COD as well as the players' performance in the test by their competitive level. Knee flexion and trunk flexion mechanics of the players were analysed during the penultimate and final contact in a 90° COD. A descriptive cross-sectional study was carried out with 34 players aged 16-28 years belonging to two female teams of different competitive levels. For the analysis of sagittal mechanics, Kinovea software was used and the execution time was recorded using photoelectric time cells. It was found that the average position of the trunk was in flexion at initial contact during the penultimate support, both to the right (7±4.8°) and to the left (6.1±5.6°) and it was also found that maximum knee flexion (DER: 94.1±21°; IZQ: 91.5±26.7°) was considerably higher (lower values) than knee flexion at initial contact (DER: 122.9±21.1°; IZQ: 122.4±24.1°). On the other hand, both initial and maximum trunk flexion during the final contact presented significantly higher values in the elite football team (initial: 12.1±6.7° vs. 5.2±6.3°; maximum: 13.4±6.8° vs. 7.3±6°). In conclusion, female football players showed a low-risk trunk flexion strategy during the final stance, however, they did not perform a clear and efficient deceleration strategy during the penultimate contact, although they did show adequate knee flexion. Elite female footballers performed the change of direction faster and more safely.

**Keywords:** Injuries, anterior cruciate ligament, injury risk factors, cutting mechanics, sidestep, knee flexion, trunk kinematics, deceleration manoeuvres.

\*Autor de correspondencia: Alba Aparicio Sarmiento; [alba.aparicio@um.es](mailto:alba.aparicio@um.es)

Recibido: 24 de junio de 2021

Aceptado: 28 de julio de 2021

Publicado: 01 de diciembre de 2021

Como citar (APA): García-Quiles, V., & Aparicio-Sarmiento, A. (2021). Efecto agudo del programa Knäkontroll sobre parámetros del rendimiento físico en jugadores de fútbol de categoría juvenil. *JUMP*, (4), 45-58. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.5>

## Introducción

El fútbol femenino ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años y sigue creciendo en popularidad, con cada vez más niñas y mujeres jugando en todo el mundo (Cardoso de Araújo y Mießen, 2017; Federation Internationale de Football Association, 2019). De hecho, el número de jugadoras federadas se ha quintuplicado desde 1985 a 2014 (UEFA, 2015), llegando a superar actualmente los 13 millones de mujeres jugando al fútbol organizado en todo el mundo, tanto a nivel amateur como de élite (Cardoso de Araújo y Mießen, 2017; Federation Internationale de Football Association, 2019). Según un informe reciente de la Real Federación Española de Fútbol, el número de jugadoras federadas en España alcanzó la cifra de 41898 en la temporada 2018/2019.

Esta reciente y rápida progresión del grado de profesionalización en el fútbol femenino ha llevado a un aumento sustancial de la frecuencia, la intensidad y la competitividad tanto de los entrenamientos como de los partidos, dando lugar a un incremento en el riesgo de lesión (Cardoso de Araújo & Mießen, 2017; Bradley & Scott, 2019; Valenti et al., 2018). En este sentido, las lesiones deportivas producen un impacto negativo sobre el rendimiento y la salud de los deportistas, pudiendo provocar diversas consecuencias a nivel personal y social, así como desarrollo de patologías crónicas a largo plazo e incluso abandono de la práctica deportiva (Hägglund et al., 2013; Lohmander et al., 2007; Ortín et al., 2010; Prien et al., 2020; Secrist et al., 2016). Por otro lado, las lesiones son también una carga financiera para los clubes de fútbol (López-Valenciano et al., 2020; Secrist et al., 2016).

No obstante, antes de aplicar estrategias preventivas y programas de intervención eficaces para reducir el riesgo de lesión, es preciso describir bien la magnitud, la gravedad y las principales características de las lesiones sufridas en el fútbol femenino (Hägglund et al., 2005; Van Mechelen et al., 1992; Webborn, 2012). Recientemente, un estudio ha combinado y meta-analizado la mayoría de los datos epidemiológicos disponibles en el fútbol femenino de élite y ha informado de una tasa de incidencia global de 6,1 lesiones por 1000 horas

de exposición (López-Valenciano et al., 2021), que es ligeramente inferior a la documentada en fútbol masculino (8,1 lesiones por 1000 horas de exposición) (López-Valenciano et al., 2020). Según este meta-análisis, en el fútbol femenino la extremidad inferior presenta la tasa de incidencia más alta (4,8 lesiones/1000 h de exposición) y los tipos más comunes de lesiones son las músculo-tendinosas (principalmente de cuádriceps, isquiosurales y tríceps sural) (1,8 lesiones/1000 h de exposición), así como las articulares (no óseas) y ligamentosas (principalmente en el ligamento cruzado anterior de la rodilla y ligamentos laterales del tobillo) (1,5 lesiones/1000 h de exposición), que se asociaron con frecuencia a incidentes traumáticos sin contacto (López-Valenciano et al., 2021).

Si se analizan los estudios epidemiológicos llevados a cabo en fútbol femenino en particular, se observa que el principal foco de atención se localiza en el área de la rodilla, centrándose en la rotura de ligamento cruzado anterior (LCA) (Montalvo et al., 2018), que a su vez, ha sido destacada como una zona donde las lesiones se producen mayoritariamente sin contacto en futbolistas españolas (Del Coso et al., 2018). Además, los resultados de diferentes estudios epidemiológicos muestran que la incidencia de la lesión del LCA es de 2 a 4 veces mayor en mujeres que en hombres futbolistas (Montalvo et al., 2018; Pangrazio & Forriol, 2016).

Por ello, conocer los factores de riesgo de lesión, en especial los factores de riesgo de lesiones ligamentosas de rodilla como la del LCA, podría ayudar a generar mejores estrategias de evaluación del riesgo lesional para la posterior intervención con mujeres futbolistas (Faude et al., 2006).

Shimokochi & Shultz (2008) afirman que las lesiones del LCA suelen producirse cuando un individuo intenta desacelerar el cuerpo durante el aterrizaje tras un salto o durante la carrera mientras la rodilla está en un ángulo de flexión poco profundo. En este sentido, es preciso señalar que en el fútbol, un porcentaje elevado de roturas del LCA se producen sin contacto debido a la desaceleración brusca con la rodilla bloqueada en extensión, en tareas de cambio de dirección o al caer después de un salto (Kaneko et al., 2017; Villa et al., 2020; Waldén

et al., 2015). Por tanto, el análisis biomecánico de mecánicas de aterrizaje o de cambio de dirección resulta especialmente relevante para la evaluación del riesgo de lesión del LCA en deporte femenino y especialmente en fútbol (Della Villa et al., 2021; Hewett et al., 2005; Myer et al., 2008; Robles-Palazón et al., 2021; Weir et al., 2019).

Las estrategias de corte o de cambio de dirección según Dos'Santos, McBurnie, et al. (2019), se dividen en cuatro fases consecutivas: aceleración inicial (aceleración positiva), desaceleración preliminar (aceleración negativa: para reducir el impulso en el COD sobre el penúltimo contacto y los pasos anteriores), corte/COD (aceptación del peso durante el último apoyo y empuje o impulsión que lleva al cambio en la dirección del movimiento) y, finalmente, reaceleración en la nueva dirección. Además, en el estudio diferencian tres tipos de corte: paso lateral (PL) o side-step, corte cruzado (CC) o crossover y paso dividido (PD) o split-step.

Se considera una estrategia de paso lateral (PL) cuando un deportista planta su pie lateralmente respecto a la nueva dirección prevista. El cuerpo suele girar hacia la dirección de desplazamiento prevista, y el deportista acelera hacia la dirección opuesta a la pierna plantada con la que se realiza el último apoyo (Dos'Santos, McBurnie, Thomas, et al., 2019).

Es importante tener en cuenta la carga de la articulación de la rodilla y el riesgo de lesión según las estrategias de cambio de dirección. Comparando el PL frente al CC, algunos autores han observado que el primero provoca flexión de rodilla, valgo y rotación interna mientras que el segundo provoca flexión de rodilla, varo y rotación externa (Dos'Santos, McBurnie, Thomas, et al., 2019). Este hecho indicaba que los PL provocan mayor carga en la articulación de la rodilla, lo que puede aumentar la tensión del LCA y el ligamento colateral medial, aumentando con ello el riesgo de lesión (Dos'Santos, McBurnie, Thomas, et al., 2019).

Es interesante mencionar que varios estudios también han informado de posturas y mecánicas de mayor riesgo durante los PL en comparación con los CC, como mayores momentos abductores de la cadera, mayor valgo de la rodilla, mayor rotación interna de la

cadera y ángulos de abducción, así como menor flexión de la cadera y la rodilla. Estos datos son preocupantes ya que estas cinemáticas aparecen en estudios de observación con respecto a las lesiones del LCA sin contacto y son posturas asociadas con una mayor carga de la articulación de la rodilla (Dos'Santos, McBurnie, Thomas, et al., 2019).

No obstante, son pocos los estudios que han evaluado la mecánica del COD para analizar el riesgo de lesión del LCA en el deporte y muy pocos los que han aplicado procedimientos e instrumentos válidos, fiables y de campo para dicha evaluación (Fox et al., 2016; Marques et al., 2020). Recientemente, se han desarrollado algunas propuestas para el análisis cinemático del COD en un contexto de campo, como la herramienta de observación cualitativa para el análisis cinemático de un PL de 90° denominada "Cutting Movement Assessment Score" (CMAS) (Dos'Santos, McBurnie, Donelon, et al., 2019; Jones et al., 2017), o el método para el análisis biomecánico bidimensional de variables cinemáticas cuantitativas en una maniobra de COD descrito por Weir et al. (2019).

La evaluación del cambio de dirección podría contribuir de forma importante tanto a orientar el entrenamiento funcional preventivo como a guiar los procesos de recuperación de las futbolistas que ya han sufrido una rotura del LCA (Dos'Santos, Thomas, Comfort et al., 2019b; Marques et al., 2020). Sin embargo, ninguna de las herramientas de evaluación propuestas ha sido aplicada aún con jugadoras de fútbol y, por lo tanto, hasta el momento no existen valores de referencia que puedan indicar las características biomecánicas más comunes de las mujeres futbolistas al realizar un cambio de dirección (PL). Además, se desconoce en qué medida la manifestación de mecánicas de riesgo en un COD podría afectar el nivel de rendimiento de las futbolistas (Dos'Santos et al., 2017; Fox, 2018).

Por todo ello, los objetivos del presente estudio fueron describir la mecánica sagital del cambio de dirección de un grupo de jugadoras de fútbol y comparar la mecánica sagital de cambio de dirección, así como el rendimiento de las jugadoras en la prueba en función de su nivel competitivo.

## Método

### Diseño de la investigación y procedimiento de evaluación del COD

Se diseñó un estudio observacional descriptivo de corte transversal en el cual se llevó a cabo una recogida de datos cuantitativos (tanto de rendimiento como cinemáticos) durante una prueba de cambio de dirección realizada con jóvenes jugadoras de fútbol.

En primer lugar, se realizó un calentamiento que consistió en carrera a baja intensidad, ejercicios de movilidad articular y ejercicios de activación neuromuscular (saltos, aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección), con una duración total de 10 minutos aproximadamente (Dos'Santos et al., 2018). Previamente a la ejecución de la prueba, se registraron algunas variables antropométricas de las jugadoras como el peso, la altura y la longitud de ambas piernas.

Posteriormente, la prueba fue ejecutada por todas las futbolistas en un momento determinado durante su horario habitual de entrenamiento y en el propio campo de fútbol. La prueba consistió en una carrera de aproximación de 5 m, seguida de la realización de un cambio de dirección de 90° y la posterior reaceleración en la nueva dirección para realizar una carrera final de 3 m (figura 1) (Dos'Santos, McBurnie, Donelon, et al., 2019; Jones et al., 2017). Las jugadoras debían realizar al menos tres intentos válidos a cada lado.

Una repetición se consideró nula en los siguientes casos:

- Si se observaba que la jugadora no estaba realizando un esfuerzo máximo.
- Cuando la jugadora pasaba por encima del cono o giraba antes del cono.
- Cuando había algún problema técnico con las cámaras.

Cada repetición fue grabada para el posterior análisis de la mecánica sagital en el software kinovea (versión 8.15), mientras que el tiempo de ejecución fue registrado mediante células fotoeléctricas (Microgate Witty photocells, Italy). Para el análisis solamente se analizó una repetición a cada lado, que se escogió teniendo en cuenta una clara estrategia de paso lateral, bajo criterio de la observadora.

Siguiendo el procedimiento descrito por Weir et al. (2019), las variables cinemáticas analizadas desde el plano sagital fueron la flexión de tronco y la flexión de rodilla (figura 2). En cuanto a variables de rendimiento, se registraron tanto el tiempo de aproximación en la carrera de 3,5 m, como el tiempo total de ejecución en segundos.

### Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 34 jugadoras de entre 16-28 años pertenecientes a dos equipos femeninos de diferente nivel competitivo. En concreto, participaron 13 jugadoras procedentes de un equipo amateur, que jugaba en una liga regional y entrenaba tres días por semana, y 21 jugadoras de un equipo de élite, que compite a nivel nacional y entrena cinco días por semana.

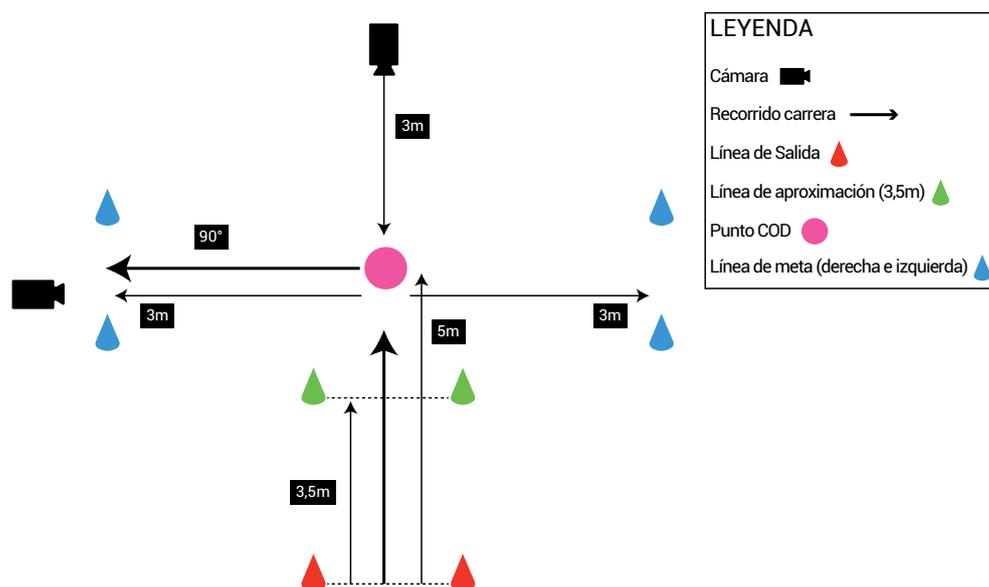


Figura 1. Esquema de la prueba de cambio de dirección de 90° realizada por las jugadoras.

Ángulo	Flexión de tronco (FT)	Flexión de rodilla (FR)
<b>Líneas de referencia</b>	1. Eje vertical trazado desde el GT 2. Línea desde el GT hasta el ACR	1. Línea desde el GT hasta el LFC 2. Línea desde el LFC hasta el LMAL
<b>Medida registrada (unidades)</b>	Ángulo formado entre la línea 1 y la línea 2 (grados)	Ángulo posterior formado entre la línea 1 y la línea 2 (grados) *Valor analizado: 180º menos el valor angular registrado
<b>Momentos de evaluación/ registro</b>	A) Valor registrado durante el apoyo final: en el momento del IC B) Máximo valor encontrado durante el apoyo final: desde el IC y a lo largo de la WA C) Valor registrado durante el penúltimo apoyo: en el momento del IC D) Máximo valor encontrado durante el penúltimo apoyo: desde el IC y a lo largo de la WA	A) Valor registrado durante el penúltimo apoyo: en el momento del IC B) Máximo valor encontrado durante el penúltimo apoyo: desde el IC y a lo largo de la WA
		
<b>Interpretación de valores</b>	(+): flexión (-): extensión	(+): flexión (-): hiper-extensión

**Figura 2.** Procedimiento de análisis de la cinemática bidimensional cuantitativa de un cambio de dirección en el plano sagital. GT: gran trocánter o trocánter mayor del fémur; ACR: acromion; LFC: cóndilo lateral del fémur; LMAL: maléolo lateral del tobillo; IC: contacto inicial o initial contact (foot strike); WA: fase de aceptación del peso o weight acceptance.

Las jugadoras del equipo amateur presentaron una media de edad de  $17,1 \pm 3,2$  años y habían estado federadas en fútbol una media de  $1,8 \pm 1,5$  años, en comparación con las del equipo de élite que presentaron una edad media de  $21,8 \pm 3,2$  años y llevaban federadas una media de  $13,8 \pm 4,1$  años.

El estudio se realizó siguiendo las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki y el protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad de Murcia (ID: 2424/2019). Por tanto, todas las jugadoras fueron informadas de los objetivos de la investigación y firmaron su consentimiento a participar voluntariamente en el estudio, pudiendo retirarse del mismo en cualquier momento.

### Análisis estadístico

Los datos fueron tratados mediante estadística descriptiva e inferencial a través del programa "Statistical Package for Social Sciences" (IBM SPSS, versión 24.0). En primer

lugar, se realizó un análisis descriptivo de todas las variables medidas que incluía medias, desviación estándar, máximos, mínimos, error estándar de la media, percentiles e intervalos de confianza al 95% para cada una de las variables.

En segundo lugar, se llevó a cabo una comparación de medias en función del nivel competitivo de las jugadoras. Para analizar si las variables presentaban una distribución normal, se realizó la prueba Shapiro-Wilk y se determinó que tanto el tiempo de aproximación, como el ROM de flexión de tronco, la flexión de rodilla en el penúltimo apoyo y las variables de asimetría, presentaron una distribución no normal ( $p < 0,05$ ). La comparación de medias entre los distintos grupos (jugadoras de élite vs. jugadoras amateur) se llevó a cabo mediante pruebas no paramétricas (prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes) para aquellas variables que presentaron una distribución no normal, mientras que se realizó mediante pruebas paramétricas (prueba T para muestras independientes) para las variables que mostraron

una distribución normal. Antes de realizar la prueba T para muestras independientes, se llevó a cabo la prueba de Levene para determinar la igualdad de varianzas entre grupos. Para todas las pruebas se estableció un nivel de significación basado en un valor de p inferior a 0,05.

## Resultados

En la **tabla 1** se observan los resultados descriptivos de las variables analizadas en el cambio de dirección realizado por las 34 jugadoras participantes, tanto hacia la derecha como hacia la izquierda.

Respecto a las variables de rendimiento (**tabla 1**), cabe destacar que el tiempo de ejecución medio fue similar tanto hacia la derecha ( $2,3 \pm 0,2$  s) como hacia la izquierda ( $2,3 \pm 0,1$  s). El tiempo total de ejecución estuvo entre los 2,0 y los 2,6 segundos, aunque solamente el 25% de las jugadoras completaron la prueba en más de 2,4 segundos.

Como se muestra en la **tabla 2**, la media de flexión máxima de tronco en el apoyo final (DER:  $12,8 \pm 7,7^\circ$ ; IZQ:  $11,1 \pm 7,1^\circ$ ) fue muy similar a la media de flexión de tronco en el contacto inicial del último apoyo (DER:  $10,4 \pm 6,5^\circ$ ; IZQ:  $9,5 \pm 7,3^\circ$ ).

Durante el penúltimo apoyo (PA), se encontró que la posición media del tronco fue en flexión en el momento del contacto inicial, tanto hacia la derecha ( $7 \pm 4,8^\circ$ ), como al realizar el COD hacia la izquierda ( $6,1 \pm 5,6^\circ$ ). Por otro lado, también se halló que la flexión de rodilla máxima (DER:  $94,1 \pm 21^\circ$ ; IZQ:  $91,5 \pm 26,7^\circ$ ) fue considerablemente superior (valores inferiores) a la flexión de rodilla en el contacto inicial (DER:  $122,9 \pm 21,1^\circ$ ; IZQ:  $122,4 \pm 24,1^\circ$ ) durante el PA, con un rango de flexión de rodilla media de  $28,7 \pm 22,3^\circ$  al realizar el COD hacia la derecha, y de  $30,9 \pm 29,7^\circ$ , realizando el COD hacia la izquierda. Las mayores asimetrías en función de la dirección del COD, fueron encontradas en la flexión de rodilla, tanto inicial ( $19,7 \pm 27,8^\circ$ ) como máxima ( $18 \pm 20,7^\circ$ ).

En la **tabla 3** se muestran el tiempo de ejecución y de aproximación, la media de cada una de las variables cinemáticas analizadas y las asimetrías medias encontradas en función del nivel competitivo de las futbolistas. En cuanto a variables de rendimiento, se halló que las jugadoras del equipo amateur realizaron el COD en un tiempo de aproximación y de ejecución significativamente mayor, tanto hacia la derecha como hacia la izquierda.

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de las variables de rendimiento analizadas en el cambio de dirección para las 34 jugadoras de fútbol.

Variable (unidad de medida)	Media $\pm$ DE (IC 95%)	EEM	Percentil 25 (IC 95%)	Percentil 75 (IC 95%)	Máx	Mín	
Der	Tiempo ejecución (s)	$2,3 \pm 0,2$ (2,3 - 2,4)	0	2,2 (2,2 - 2,3)	2,4 (2,3 - 2,6)	2,6	2
	Tiempo aproximación (s)	$1,1 \pm 0,1$ (1 - 1,1)	0	1 (0,9 - 1)	1,1 (1,1 - 1,2)	1,4	0,9
Izq	Tiempo ejecución (s)	$2,3 \pm 0,1$ (2,3 - 2,4)	0	2,2 (2,2 - 2,3)	2,4 (2,3 - 2,5)	2,6	2,1
	Tiempo aproximación (s)	$1 \pm 0,1$ (1 - 1,1)	0	1 (0,9 - 1)	1,1 (1,1 - 1,2)	1,4	0,9

IC 95%: Intervalo de confianza al 95%; DE: Desviación estándar; EEM: Error estándar de la media; Der: Cambio de dirección hacia la derecha; Izq: Cambio de dirección hacia la izquierda; Máx: Máximo; Mín: Mínimo.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las variables cinemáticas analizadas en el cambio de dirección para las 34 jugadoras de fútbol.

Variable (unidad de medida)	Media $\pm$ DE (IC 95%)	EEM	Percentil 25 (IC 95%)	Percentil 75 (IC 95%)	Máx	Mín	
Derecha	Flexión tronco en CI ( $^\circ$ )	$10,4 \pm 6,5$ (8,1 - 12,7)	1,1	5 (4 - 8)	15 (12 - 18)	25	-2
	Flexión tronco máx ( $^\circ$ )	$12,8 \pm 7,7$ (10,1 - 15,5)	1,3	7 (5 - 10)	19 (17 - 24)	31	-3
	Flexión tronco-ROM ( $^\circ$ )	$2,4 \pm 3,9$ (1,1 - 3,8)	0,7	0 (0 - 2)	4 (2 - 7)	18	-1
	PA-Flexión tronco en CI ( $^\circ$ )	$7 \pm 4,8$ (5,3 - 8,6)	0,8	3 (1 - 7)	11 (8 - 15)	16	-4
	PA-Flexión tronco máx ( $^\circ$ )	$11,9 \pm 5,5$ (9,9 - 13,8)	0,9	7 (6 - 10)	16 (15 - 22)	23	0
	PA-Flexión tronco-ROM ( $^\circ$ )	$4,9 \pm 3,3$ (3,7 - 6)	0,6	3 (1 - 5)	7 (6 - 8)	12	0
	PA-Flexión rodilla en CI ( $^\circ$ )	$122,9 \pm 21,1$ (115,5 - 130,2)	3,6	115 (114 - 125)	135 (128 - 144)	153	32
	PA-Flexión rodilla máx ( $^\circ$ )	$94,1 \pm 21$ (86,8 - 101,4)	3,6	88 (79 - 94)	107 (103 - 111)	118	30
	PA-Flexión rodilla-ROM ( $^\circ$ )	$28,7 \pm 22,3$ (21 - 36,5)	3,8	11 (3 - 22)	43 (27 - 51)	91	0

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las variables cinemáticas analizadas en el cambio de dirección para las 34 jugadoras de fútbol (Continuación).

Variable (unidad de medida)		Media±DE (IC 95%)	EEM	Percentil 25 (IC 95%)	Percentil 75 (IC 95%)	Máx	Mín
Izquierda	Flexión tronco en CI (°)	9,5±7,3 (6,9 - 12)	1,3	4 (2 - 8)	16 (12 - 17)	24	-5
	Flexión tronco máx (°)	11,1±7,1 (8,6 - 13,6)	1,2	5 (3 - 9)	17 (16 - 19)	25	-3
	Flexión tronco-ROM (°)	1,6±2,3 (0,8 - 2,4)	0,4	0 ( - )	2 (2 - 5)	10	0
	PA-Flexión tronco en CI (°)	6,1±5,6 (4,2 - 8,1)	1	2 (0 - 5)	10 (8 - 14)	16	-7
	PA-Flexión tronco máx (°)	9,4±5,5 (7,5 - 11,4)	1	5 (3 - 9)	14 (12 - 17)	19	-1
	PA-Flexión tronco-ROM (°)	3,3±4,1 (1,9 - 4,7)	0,7	0 ( - )	5 (3 - 9)	17	0
	PA-Flexión rodilla en CI (°)	122,4±24,1 (114 - 130,9)	4,1	115 (115 - 126)	134 (129 - 146)	155	13
	PA-Flexión rodilla máx (°)	91,5±26,7 (82,2 - 100,8)	4,6	87 (61 - 99)	107 (104 - 111)	115	13
	PA-Flexión rodilla-ROM (°)	30,9±29,7 (20,6 - 41,3)	5,1	9 (0 - 20)	41 (32 - 61)	119	0
Asi- metrías	Flexión tronco en CI (°)	6,4±5,4 (4,6 - 8,3)	0,9	3 (1 - 5)	9 (6 - 11)	25	0
	Flexión tronco máx (°)	6,5±4,8 (4,8 - 8,2)	0,8	3 (1 - 5)	8 (8 - 11)	24	0
	PA-Flexión tronco en CI (°)	5,1±4,4 (3,5 - 6,6)	0,8	2 (1 - 4)	7 (5 - 9)	19	0
	PA-Flexión tronco máx (°)	5,6±4 (4,2 - 7)	0,7	3 (2 - 6)	7 (6 - 10)	20	0
	PA-Flexión rodilla en CI (°)	19,7±27,8 (10 - 29,4)	4,8	6 (4 - 10)	23 (16 - 32)	140	1
	PA-Flexión rodilla máx (°)	18±20,7 (10,8 - 25,3)	3,6	4 (2 - 8)	25 (14 - 35)	81	0

PA: Penúltimo apoyo; CI: Contacto inicial; IC 95%: Intervalo de confianza al 95%; DE: Desviación estándar; EEM: Error estándar de la media; ROM: Rango de movimiento; Der: Cambio de dirección hacia la derecha; Izq: Cambio de dirección hacia la izquierda; Máx: Máximo; Mín: Mínimo.

**Tabla 3.** Variables de rendimiento de las jugadoras de fútbol en un cambio de dirección según el nivel competitivo (amateur vs. Élite).

Variables (unidad)		Equipo amateur (n=13)			Equipo de élite (n=21)			CM
		Media±DE (EEM)	Máximo	Mínimo	Media±DE (EEM)	Máximo	Mínimo	
Der	TE (s)	2,5±0,1 (0)	2,6	2,3	2,2±0,1 (0)	2,4	2	0,000†
	TA (s)	1,2±0,2 (0)	1,4	1	1±0,1 (0)	1,1	0,9	0,004*
Izq	TE (s)	2,4±0,2 (0)	2,6	2,1	2,3±0,1 (0)	2,4	2,1	0,030*
	TA (s)	1,1±0,1 (0)	1,4	0,9	1±0,1 (0)	1,2	0,9	0,003*

Significación: \*p<0,05; †p<0,001.

DE: Desviación estándar; EEM: Error estándar de la media; Der: Cambio de dirección hacia la derecha; Izq: Cambio de dirección hacia la izquierda; CM: Comparación de medias; TE: Tiempo de ejecución; TA: Tiempo de aproximación; FT: Flexión del tronco; ROM: Rango de movimiento; FR: Flexión de rodilla; PA: Penúltimo apoyo; CI: Contacto inicial.

Respecto a las variables cinemáticas (tabla 4), se encontró que el rango de movimiento medio de flexión de rodilla durante el penúltimo apoyo fue significativamente superior entre las jugadoras del equipo amateur ( $43,5\pm 32,5^\circ$  vs.  $23,2\pm 25,6^\circ$ ), al realizar el COD hacia la izquierda. No obstante, el ROM medio de flexión de rodilla durante el PA al realizar el COD hacia la derecha fue más elevado en el equipo de élite ( $26,5\pm 27,8^\circ$  vs.  $30,1\pm 18,7^\circ$ ), aunque sin diferencias significativas ( $p=0,445$ ). En este sentido, cabe destacar que la asimetría media en la máxima flexión de rodilla encontrada durante el PA fue más elevada en el equipo amateur ( $25,7\pm 22,9^\circ$ ) que en el de élite ( $13,3\pm 18,2^\circ$ ), con tendencia a diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,058$ ).

En cambio, tanto la flexión de tronco inicial como máxima durante el último apoyo, presentaron valores significativamente superiores en el equipo de futbolistas de élite (inicial:  $12,1\pm 6,7^\circ$  vs.  $5,2\pm 6,3^\circ$ ; máxima:  $13,4\pm 6,8^\circ$  vs.  $7,3\pm 6^\circ$ ).

## Discusión

El objetivo principal del presente estudio fue describir la mecánica sagital del cambio de dirección (COD) de un grupo de jugadoras de fútbol. Para ello, se analizaron las mecánicas de flexión de rodilla y de flexión de tronco de las futbolistas durante el penúltimo y último apoyo en un COD de  $90^\circ$ .

**Tabla 4.** Variables de rendimiento y variables cinemáticas de las jugadoras de fútbol en un cambio de dirección según el nivel competitivo (amateur vs. élite).

Variables (unidad)		Equipo amateur (n=13)			Equipo de élite (n=21)			CM Valor-p
		Media±DE (EEM)	Máximo	Mínimo	Media±DE (EEM)	Máximo	Mínimo	
Derecha	FT en CI (°)	9,2±6,7 (1,9)	22	-2	11,1±6,5 (1,4)	25	1	0,433
	FT máxima (°)	11,6±8 (2,2)	23	-3	13,6±7,6 (1,7)	31	3	0,481
	FT-ROM (°)	2,4±3,2 (0,9)	9	-1	2,5±4,3 (0,9)	18	0	0,694
	PA-FT en CI (°)	6,5±4,3 (1,2)	16	0	7,3±5,1 (1,1)	16	-4	0,633
	PA-FT máxima (°)	11,5±5,5 (1,5)	23	0	12±5,7 (1,2)	22	2	0,798
	PA-FT-ROM (°)	5,1±3,2 (0,9)	10	0	4,8±3,5 (0,8)	12	0	0,794
	PA-FR en CI (°)	116,2±30 (8,3)	153	32	127±12 (2,6)	148	113	0,271
	PA-FR máxima (°)	89,8±28,9 (8)	118	30	96,8±14,5 (3,2)	117	52	0,873
	PA-FR-ROM (°)	26,5±27,8 (7,7)	91	0	30,1±18,7 (4,1)	69	2	0,445
Izquierda	FT en CI (°)	5,2±6,3 (1,7)	17	-5	12,1±6,7 (1,5)	24	2	0,005*
	FT máxima (°)	7,3±6 (1,7)	17	-3	13,4±6,8 (1,5)	25	2	0,012*
	FT-ROM (°)	2,2±1,8 (0,5)	5	0	1,3±2,5 (0,5)	10	0	0,053
	PA-FT en CI (°)	4,5±5,1 (1,4)	14	-7	7,2±5,8 (1,3)	16	-3	0,173
	PA-FT máxima (°)	7,5±5,1 (1,4)	17	-1	10,6±5,6 (1,2)	19	1	0,117
	PA-FT-ROM (°)	3,1±3,5 (1)	11	0	3,4±4,5 (1)	17	0	0,884
	PA-FR en CI (°)	122,2±36 (10)	154	13	122,6±13,5 (2,9)	155	102	0,177
	PA-FR máxima (°)	78,7±33,4 (9,3)	111	13	99,4±18,4 (4)	115	29	0,053
	PA-FR-ROM (°)	43,5±32,5 (9)	119	0	23,2±25,6 (5,6)	111	0	0,038*
Asimetría	FT en CI (°)	6,1±6,5 (1,8)	25	0	6,7±4,7 (1)	18	0	0,423
	FT máxima (°)	7,1±6,3 (1,7)	24	0	6,1±3,8 (0,8)	15	0	0,901
	PA-FT en CI (°)	5,4±4,2 (1,2)	16	1	4,9±4,7 (1)	19	0	0,556
	PA-FT máxima (°)	6,5±5,5 (1,5)	20	1	5±2,8 (0,6)	12	0	0,592
	PA-FR en CI (°)	30,2±41,9 (11,6)	140	1	13,2±10,1 (2,2)	33	1	0,375
	PA-FR máxima (°)	25,7±22,9 (6,3)	75	2	13,3±18,2 (4)	81	0	0,058

Significación: \*p&lt;0,05; †p&lt;0,001.

DE: Desviación estándar; EEM: Error estándar de la media; Der: Cambio de dirección hacia la derecha; Izq: Cambio de dirección hacia la izquierda; CM: Comparación de medias; TE: Tiempo de ejecución; TA: Tiempo de aproximación; FT: Flexión del tronco; ROM: Rango de movimiento; FR: Flexión de rodilla; PA: Penúltimo apoyo; CI: Contacto inicial.

En primer lugar, se halló que la media de flexión máxima de tronco en el apoyo final fue muy similar a la media de flexión de tronco en el contacto inicial del último apoyo. Este hallazgo podría deberse a que la máxima flexión de tronco se suela producir con frecuencia en un momento muy próximo al contacto inicial del último apoyo. Este resultado sugiere la posibilidad de utilizar solamente una de las dos medidas para el análisis de la flexión de tronco durante el último apoyo en futuros estudios. En línea con el presente estudio, Weir et al. (2019) describieron la evaluación de la flexión del tronco tanto en el momento del contacto inicial, como al final de la fase de aceptación del peso durante el último apoyo. Sin embargo, Della Villa et al. (2021) plantearon la evaluación de todas

las variables cinemáticas en el momento de máxima flexión de rodilla durante el apoyo final. Esta reducción a un solo momento de medida podría facilitar el proceso de videoanálisis así como la interpretación de resultados.

Similar a lo hallado en la presente investigación, en un estudio donde se realizó videoanálisis del mecanismo lesional del LCA en fútbol masculino (Villa et al., 2020) se determinó que durante el contacto inicial (CI) previo a la lesión, el tronco se mantiene erguido (0°), obteniendo datos semejantes durante el contacto final donde el tronco también se mantuvo erguido (0°). No obstante, a diferencia del estudio de Villa et al. (2020), en el presente estudio se mostraron valores medios de flexión de tronco superiores a los 9° en ambos casos.

En este sentido, la estrategia de mayor flexión de tronco durante el último apoyo mostrada por las jugadoras del presente estudio podría considerarse de menor riesgo, pues como indicaron [Hewett et al. \(2009\)](#), las atletas que sufrieron lesión del LCA demostraron una menor flexión del tronco hacia delante que las mujeres del grupo control. En esta línea, [Sasaki et al. \(2015\)](#) concluyeron que un mayor ángulo del tronco en el contacto inicial se asoció a una posición más segura durante el aterrizaje y la deceleración con una sola pierna.

En relación al penúltimo apoyo, [Jones et al. \(2016\)](#) analizaron las diferencias cinemáticas y cinéticas entre el penúltimo contacto y el contacto final de un PL con 22 jugadoras de fútbol. Estos autores definen el contacto final como la fase durante un corte o pivote cuando un individuo hace contacto con el suelo e inicia el movimiento en una dirección diferente, mientras que se considera penúltimo contacto al apoyo que tiene lugar previamente al contacto final. [Jones et al. \(2016\)](#) sugieren que debe tenerse la capacidad de frenar para cambiar de dirección eficientemente, reduciendo así la carga absorbida por la rodilla durante el apoyo final y favoreciendo una estrategia de COD más segura, así como un mayor rendimiento.

Es evidente que el penúltimo contacto del pie juega un papel importante en la desaceleración al cambiar de dirección y por lo tanto, puede ser considerado como un «paso preparatorio». Las estrategias de frenado que enfatizan en el PA, podrían reducir la carga de la articulación de la rodilla durante el apoyo final, y por otro lado facilitar un mayor rendimiento ([Dos'Santos, Thomas, Comfort, et al., 2019a](#)).

Durante el PA, en el presente trabajo se encontró que la posición media del tronco fue en flexión en el momento del contacto inicial, tanto hacia la derecha como hacia la izquierda. Estos resultados difieren con los del estudio de [Jones et al. \(2016\)](#), que analizaron las características de la deceleración previa al COD en jugadoras de fútbol y hallaron que las futbolistas tendían a inclinarse hacia atrás o estaban más erguidas en todo momento para aumentar el frenado, mientras que durante el contacto final el tronco tendía a flexionarse hacia delante. No obstante, es de destacar que la flexión de tronco durante el PA en el presente estudio no fue muy elevada,

encontrando valores de tan solo 6-7 grados de flexión.

Siguiendo los trabajos de [Dos'Santos, McBurnie, et al. \(2019\)](#) y [Jones et al. \(2017\)](#), para considerar una buena estrategia de deceleración en el último apoyo, debe observarse inclinación del tronco hacia atrás, un contacto adelantado del pie de apoyo respecto al centro de masas y un primer contacto del pie de apoyo realizado con el talón. En base a esta propuesta, se podría considerar que las jugadoras de fútbol que participaron en la presente investigación, no realizaron una estrategia de deceleración clara y eficiente.

En cuanto a la flexión de rodilla, es preciso señalar que la tibia presenta mayor potencial de trasladarse anteriormente en ángulos poco profundos de flexión de la rodilla (el desplazamiento es mayor a 30° que a 90° de flexión de la rodilla), ya que las contracciones del cuádriceps son capaces de producir distensiones del LCA entre los 0° y 30° de flexión de la rodilla ([Quatman et al., 2010](#)). La tensión máxima del LCA ocurre cuando los ángulos de flexión de rodilla son más bajos ([Fox, 2018](#)). De hecho, una postura más erguida de los miembros inferiores, con una menor flexión de cadera y flexión de rodilla reduce la capacidad de atenuar y absorber la carga en la rodilla ([Fox, 2018](#)). Por lo tanto, una mayor flexión de rodilla se considera una estrategia más eficiente para amortiguar la fuerza y reducir la carga sobre el LCA de la rodilla.

En el presente trabajo, se hallaron valores de flexión de rodilla máxima considerablemente superiores (86-89°) a los de flexión de rodilla en el contacto inicial (57-58°) durante el PA, con rangos de flexión de rodilla media de 29-31°. Tal como se observa, en todos los casos las jugadoras realizaron una flexión de rodilla por encima de los 30° indicados en la literatura previa, por lo que los valores de flexión de rodilla del presente estudio podrían considerarse como óptimos para una reducida carga en la rodilla.

[Della Villa et al. \(2021\)](#) analizaron el COD de 34 futbolistas amateur y de élite (18 hombres y 16 mujeres), planteando como mecánica de mayor riesgo una flexión máxima de rodilla inferior a los 50° y como mecánica de riesgo medio, una flexión de rodilla máxima entre 50-70°. De acuerdo a estos valores de referencia, la flexión

de rodilla de las futbolistas de este estudio podría ser calificada como óptima y eficiente desde una perspectiva de reducción del riesgo de lesión. De hecho, la flexión simultánea de la cadera, la rodilla (hasta  $\sim 100^\circ$ ) y el tobillo para absorber la carga en el plano sagital, facilita la aplicación de la fuerza de frenado durante más tiempo y, por lo tanto, favorece la reducción de la carga en la rodilla (Dos'Santos, Thomas, Comfort, et al., 2019a).

Sin embargo, hay que señalar que en el estudio de Della Villa et al. (2021), la flexión de rodilla fue analizada durante el último apoyo previo al COD, lo que dificulta la comparación de resultados con el presente estudio, donde únicamente se analizó la flexión en el penúltimo apoyo, al no disponer de imágenes óptimas de la flexión de rodilla en el último apoyo.

Un segundo objetivo fue comparar la mecánica sagital de cambio de dirección, así como el rendimiento de las jugadoras en la prueba en función de su nivel competitivo.

Tanto la flexión de tronco inicial como máxima durante el último apoyo, presentaron valores significativamente superiores en el equipo de futbolistas de élite. En esta línea, se ha demostrado que una estrategia biomecánica adecuada para reducir el riesgo de lesión es realizar una flexión y rotación del tronco hacia la nueva dirección prevista (Fox, 2018). Por lo tanto, las futbolistas de élite mostraron una mecánica del tronco de menor riesgo durante el último apoyo.

Por el contrario, el rango de movimiento medio de flexión de rodilla durante el penúltimo apoyo fue significativamente superior entre las jugadoras del equipo amateur ( $43,5 \pm 32,5^\circ$  vs.  $23,2 \pm 25,6^\circ$ ), al realizar el COD hacia la izquierda. Es preciso señalar que mayores valores de flexión de rodilla podrían asociarse a un mayor tiempo de contacto durante el apoyo, y por lo tanto, podrían relacionarse con tiempos de ejecución mayores. En el estudio de Fox (2018) demuestran que se requiere un menor tiempo de contacto con el suelo para realizar el COD más rápido, a fin de invertir menos tiempo absorbiendo fuerza e impulsándose en la nueva dirección. En este sentido, cabe destacar que las jugadoras del equipo amateur fueron significativamente más lentas en la ejecución del COD que las jugadoras del equipo de élite, tanto

hacia la derecha como hacia la izquierda. Los PL realizados a mayor velocidad de aproximación y con un mayor ángulo de corte requieren una mayor desaceleración y absorción de la carga para realizar el movimiento. Cuando se aumenta la velocidad, aumenta la carga en la rodilla y con ello, el riesgo de lesión (Fox, 2018). Sin embargo, es posible que las jugadoras de élite realizaran menor flexión de rodilla como estrategia para aumentar su rendimiento en el COD, a pesar de que esto supusiera una mayor carga para la rodilla. Estos resultados contrastan con los del estudio de Sigward & Powers (2006), quienes hallaron que eran los atletas novatos los que presentaban menor flexión de rodilla frente a los experimentados.

Fox (2018) sugiere aumentar la flexión de rodilla para mejorar la mecánica del COD, sin embargo, plantea el dilema de que esta mejora a nivel biomecánico podría ser perjudicial para el rendimiento ya que, reduciría la velocidad de ejecución del cambio de dirección.

El mayor rendimiento de las jugadoras de élite en la ejecución de la prueba, podría deberse a una mayor capacidad de las mismas en cuanto a fuerza excéntrica de miembros inferiores. En relación a este resultado, Jones et al. (2017) determinaron que las jugadoras de fútbol con mayor fuerza excéntrica fueron las que realizaron más rápido el COD, sobre todo aquellas con mayor fuerza excéntrica de extensión de rodilla, ya que eran capaces de desacelerar durante el penúltimo apoyo partiendo desde una velocidad de aproximación más rápida. En este estudio, las jugadoras más fuertes fueron las que registraron velocidades de aproximación más rápidas y una mayor reducción de la velocidad durante el penúltimo apoyo en comparación con las más débiles.

Por otro lado, los resultados del presente trabajo mostraron que las mayores asimetrías en función de la dirección del COD, fueron encontradas en la flexión de rodilla, tanto inicial ( $20^\circ$ ) como máxima ( $18^\circ$ ). Para reducir esos desequilibrios, se ha aconsejado realizar entrenamientos con mayor carga de ejercicios unilaterales respecto a ejercicios bilaterales (Bishop et al., 2019).

Así pues, la asimetría media en la máxima flexión de rodilla encontrada durante el PA fue más elevada en el equipo amateur ( $25,7 \pm 22,9^\circ$ )

que en el de élite ( $13,3 \pm 18,2^\circ$ ). McLean et al. (1999) afirmaron que el nivel de experiencia fue el único factor que tenía un efecto significativo en la variabilidad cinemática de la articulación de la rodilla, poniendo de manifiesto que la variabilidad extrema en diferentes repeticiones de una misma prueba o tarea global, se ha asociado comúnmente con bajos niveles de experiencia o preparación física. En este sentido, aunque no se trató de diferencias significativas, es probable que las jugadoras amateurs mostraran mayores asimetrías debido a una menor consistencia en su ejecución de la técnica del COD.

## Conclusiones

Las conclusiones de la presente investigación fueron:

- La media de flexión máxima de tronco en el apoyo final fue muy similar a la media de flexión de tronco en el contacto inicial del último apoyo, por lo que la reducción a un solo momento de medida podría facilitar el proceso de videoanálisis así como la interpretación de resultados en futuros estudios.
- Las jugadoras de fútbol mostraron una estrategia de flexión de tronco de bajo riesgo durante el apoyo final, con valores medios de flexión de tronco superiores a los  $9^\circ$  tanto en el contacto inicial como en la máxima flexión del último apoyo.
- Las jugadoras de fútbol que participaron en la presente investigación no realizaron una estrategia de deceleración clara y eficiente, ya que durante el penúltimo apoyo, las futbolistas presentaron una posición media de flexión del tronco. Sin embargo, sí que presentaron una adecuada flexión de rodilla durante el penúltimo apoyo.
- Las futbolistas de élite realizaron el cambio de dirección más rápido y de forma más segura, presentando una mayor flexión del tronco durante el último apoyo. Sin embargo, realizaron una menor flexión de rodilla durante el penúltimo apoyo que las jugadoras del equipo amateur.
- Las mayores asimetrías en función del sentido del cambio de dirección, se dieron en cuanto a flexión de rodilla, encontrando los mayores valores de asimetrías en el equipo de nivel amateur.

## Aplicaciones prácticas

El presente trabajo constituye un ejemplo de valoración del riesgo de lesión mediante la evaluación de la mecánica del cambio de dirección con jóvenes jugadoras de fútbol en un contexto práctico real. De esta manera, los procedimientos descritos podrán servir de guía a los/las profesionales de las Ciencias del Deporte para la aplicación de la prueba y el análisis de la mecánica de cambio de dirección con sus propios deportistas. En este sentido, los datos biomecánicos aportados en el presente estudio con jugadoras de fútbol, podrán ser utilizados como referencia para la interpretación de los valores registrados en otros equipos de similares características.

En concreto, se destaca la recomendación de realizar el análisis cinemático de la flexión del tronco únicamente en el momento de máxima flexión durante el último apoyo, ya que los valores encontrados en este momento fueron muy similares a los hallados en el contacto inicial del apoyo final. Por otra parte, se ha de tener en consideración que los datos extraídos de la evaluación biomecánica del cambio de dirección podrían contribuir de forma importante tanto a orientar el entrenamiento funcional preventivo como a guiar los procesos de recuperación de las futbolistas que ya han sufrido una rotura del LCA. En este sentido, dado que las jugadoras de fútbol que participaron en la presente investigación no realizaron una estrategia de deceleración clara y eficiente, sería recomendable el entrenamiento específico de la mecánica de deceleración en el penúltimo apoyo a nivel general con todas las futbolistas. En base a los resultados del presente trabajo, ha de tenerse en cuenta también, que las jugadoras con menos experiencia deberían hacer mayor hincapié en equilibrar su ejecución mecánica tanto hacia la derecha como hacia la izquierda mediante entrenamiento compensatorio para reducir las asimetrías. Además, dado que las futbolistas de élite realizaron el cambio de dirección más rápido y de forma más segura, cabe destacar que el entrenamiento específico de la mecánica del cambio de dirección podría resultar especialmente relevante para reducir el riesgo de lesión de

las futbolistas con menor experiencia o nivel competitivo.

La falta de valoración de la flexión de rodilla en el último apoyo, constituye una de las principales limitaciones del presente trabajo, no obstante, este análisis no fue posible debido a la grabación de la prueba desde una perspectiva sagital que impedía la visualización del ángulo de flexión de rodilla en el apoyo final del COD. Por lo tanto, se recomienda la grabación de la prueba desde tres puntos: desde ambas perspectivas en el plano sagital, así como desde una vista frontal. De igual forma, futuros estudios deberían analizar la cinemática del cambio de dirección con una muestra más amplia de jugadoras de fútbol de distinto nivel competitivo y contemplando un mayor número de variables cuantitativas, tanto en el plano sagital (relativas a las articulaciones de cadera y tobillo) como en el plano frontal.

## Financiación

Este estudio es parte del Proyecto de I+D+i/ PID2020-115886RB-I00 "El Fútbol Femenino Importa: Identificación del Riesgo de Lesión a través de la Inteligencia Artificial" financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033

## Agradecimientos

La investigadora Alba Aparicio Sarmiento ha participado en el presente trabajo gracias a la Ayuda del programa de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Referencia: FPU18/00702).

## Referencias

- Alahmad, T. A., Kearney, P., & Cahalan, R. (2020). Injury in elite women's soccer: A systematic review. *The Physician and Sportsmedicine*, 0(0), 1-7. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1720548>
- Aliendre Morel, C. R., & Contrera, M. (2019). La discriminación de género en el deporte. El caso del fútbol femenino. *ScientiAmericana*, 6(2), 81-90.
- Bishop, C., Turner, A., Maloney, S., Lake, J., Loturco, I., Bromley, T., & Read, P. (2019). Drop Jump Asymmetry is Associated with Reduced Sprint and Change-of-Direction Speed Performance in Adult Female Soccer Players. *Sports*, 7(1), 29. <https://doi.org/10.3390/sports7010029>
- Bradley, P., & Scott, D. (2019). Análisis físico de la Copa Mundial Femenina de la FIFA Francia 2019 (p. 169). Fédération Internationale de Football Association. <https://digitalhub.fifa.com/m/62485258e710dacf/original/pwinph2nr4snbh5u2wsq-pdf.pdf>
- Cardoso de Araújo, M. de, & Mießen, K. A. M. (2017). Twenty Years of the FIFA Women's World Cup: An Outstanding Evolution of Competitiveness. *Women in Sport and Physical Activity Journal*, 25(1), 60-64. <https://doi.org/10.1123/wspaj.2015-0047>
- Del Coso, J., Herrero, H., & Salinero, J. J. (2018). Injuries in Spanish female soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, 7(2), 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.09.002>
- Della Villa, F., Di Paolo, S., Santagati, D., Della Croce, E., Lopomo, N. F., Grassi, A., & Zaffagnini, S. (2021). A 2D video-analysis scoring system of 90° change of direction technique identifies football players with high knee abduction moment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06571-2>
- Dos'Santos, T., McBurnie, A., Donelon, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). A qualitative screening tool to identify athletes with «high-risk» movement mechanics during cutting: The cutting movement assessment score (CMAS). *Physical Therapy in Sport*, 38, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.05.004>
- Dos'Santos, T., McBurnie, A., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). Biomechanical Comparison of Cutting Techniques: A Review and Practical Applications. *Strength & Conditioning Journal*, 41(4), 40-54. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000461>
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019a). Role of the Penultimate Foot Contact During Change of Direction: Implications on Performance and Risk of Injury. *Strength & Conditioning Journal*, 41(1), 87-104. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000395>
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019b). The Effect of Training Interventions on Change of Direction Biomechanics Associated with Increased Anterior Cruciate Ligament Loading: A Scoping Review. *Sports Medicine*, 49(12), 1837-1859. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01171-0>
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2017). Mechanical Determinants of Faster Change of Direction Speed Performance in Male Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 696-705. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001535>
- Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., & Dvorak, J. (2006). Risk factors for injuries in elite female soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 785-790. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.027540>
- Federation Internationale de Football Association (2019). Women's Football MA's Survey Report (p. 113). [http://ac.els-cdn.com/S002175571500008X/1-s2.0-S002175571500008X-main.pdf?\\_tid=68fff318-30ef-11e7-afa2-0000aacb35f&acdnat=1493919227\\_eca904234cd6239317e02f316d6a2967](http://ac.els-cdn.com/S002175571500008X/1-s2.0-S002175571500008X-main.pdf?_tid=68fff318-30ef-11e7-afa2-0000aacb35f&acdnat=1493919227_eca904234cd6239317e02f316d6a2967)
- Figueres, E., Belloch, S., & Perez-Soriano, P. (2008). Poster: Estudio epidemiológico en el fútbol.
- Fox, A. S. (2018). Change-of-Direction Biomechanics: Is What's Best for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Also Best for Performance? *Sports Medicine*, 48(8), 1799-1807. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0931-3>
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hagglund, M., McCrory, P., & Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(2), 83-92. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x>
- Giza, E., Mithöfer, K., Farrell, L., Zarins, B., & Gill, T. (2005). Injuries in women's professional soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 39(4), 212-216. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.011973>
- Häggglund, M., Waldén, M., Bahr, R., & Ekstrand, J. (2005). Methods for epidemiological study of injuries to professional football

- players: Developing the UEFA model. *British Journal of Sports Medicine*, 39(6), 340-346. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018267>
- Hägglund, M., Waldén, M., Magnusson, H., Kristenson, K., Bengtsson, H., & Ekstrand, J. (2013). Injuries affect team performance negatively in professional football: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 47(12), 738-742. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092215>
- Hewett, T. E., Torg, J. S., & Boden, B. P. (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: Lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 417-422. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.059162>
- Hewett, Timothy E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Jones, P. A., Herrington, L., & Graham-Smith, P. (2016). Braking characteristics during cutting and pivoting in female soccer players. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.05.006>
- Jones, P. A., Thomas, C., Dos'Santos, T., McMahon, J. J., & Graham-Smith, P. (2017). The Role of Eccentric Strength in 180° Turns in Female Soccer Players. *Sports*, 5(2), 42. <https://doi.org/10.3390/sports5020042>
- Jones, P., Donelon, T., & Dos'Santos, T. (2017). A preliminary investigation into a qualitative assessment tool to identify athletes with high knee abduction moments during cutting: Cutting Movement Assessment Score (CMAS). *Professional Strength & Conditioning*, 37-42.
- Kaneko, S., Sasaki, S., Hirose, N., Nagano, Y., Fukano, M., & Fukubayashi, T. (2017). Mechanism of Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Soccer Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.5812/asjism.38205>
- Krustrup, P., & Krustrup, B. R. (2018). Football is medicine: It is time for patients to play! *British Journal of Sports Medicine*, 52(22), 1412-1414. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099377>
- Krustrup, P., Helge, E. W., Hansen, P. R., Aagaard, P., Hagman, M., Randers, M. B., de Sousa, M., & Mohr, M. (2018). Effects of recreational football on women's fitness and health: Adaptations and mechanisms. *European Journal of Applied Physiology*, 118(1), 11-32. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3733-7>
- Llana, S., Soriano, P., & Figueres, E. (2010). La epidemiología en el fútbol: Una revisión sistemática. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(37), 22-40. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista37/artfutbol130.htm>
- Lohmander, L. S., Englund, P. M., Dahl, L. L., & Roos, E. M. (2007). The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: Osteoarthritis. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1756-1769. <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>
- López-Valenciano, A., Raya-González, J., García-Gómez, J. A., Aparicio-Sarmiento, A., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Ayala, F. (2021). Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w>
- López-Valenciano, A., Ruiz-Pérez, I., García-Gómez, A., Vera-García, F. J., De Ste Croix, M., Myer, G. D., & Ayala, F. (2020). Epidemiology of injuries in professional football: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(12), 711-718. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099577>
- Marques, J. B., Paul, D. J., Graham-Smith, P., & Read, P. J. (2020). Change of Direction Assessment Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Review of Current Practice and Considerations to Enhance Practical Application. *Sports Medicine*, 50(1), 55-72. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01189-4>
- McLean, S. G., Neal, R. J., Myers, P. T., & Walters, M. R. (1999). Knee joint kinematics during the sidestep cutting maneuver: Potential for injury in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(7), 959-968. <https://doi.org/10.1097/00005768-199907000-00007>
- Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Silva, P. L., Yut, L., Webster, K. E., Riley, M. A., Kiefer, A. W., Doherty-Restrepo, J. L., & Myer, G. D. (2019). 'What's my risk of sustaining an ACL injury while playing football (soccer)?' A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(21), 1333-1340.
- 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. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2779043/>
- Oja, P., Titze, S., Kokko, S., Kujala, U. M., Heinonen, A., Kelly, P., Koski, P., & Foster, C. (2015). Health benefits of different sport disciplines for adults: Systematic review of observational and intervention studies with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(7), 434-440. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093885>
- Ortín, F. J., Garcés de los Fayos, E. J., & Olmedilla, A. (2010). Influencia de los factores psicológicos en las lesiones deportivas. *Papeles del psicólogo*, 31(3), 8.
- Pangrazio, O., & Forriol, F. (2016). Diferencias de las lesiones sufridas en 4campeonatos sudamericanos de fútbol femenino y masculino. *Revista Latinoamericana de Cirugía Ortopédica*, 1(2), 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.rslaot.2016.10.001>
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2000). Incidence of Football Injuries and Complaints in Different Age Groups and Skill-Level Groups. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5-suppl), 51-57. [https://doi.org/10.1177/28.suppl\\_5.s-51](https://doi.org/10.1177/28.suppl_5.s-51)
- Prien, A., Boudabous, S., Junge, A., Verhagen, E., Delattre, B. M. A., & Tscholl, P. M. (2020). Every second retired elite female football player has MRI evidence of knee osteoarthritis before age 50 years: A cross-sectional study of clinical and MRI outcomes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(2), 353-362. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05560-w>
- Prieto Andreu, J. M. (2015). Variables deportivas y personales en la ocurrencia de lesiones deportivas. Diferencias entre deportes individuales y colectivos (Sport and personal variables in the occurrence of sports injuries. Differences between individual and team sports). *Retos*, 28, 21-25. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i28.34819>
- Quatman, C. E., Quatman-Yates, C. C., & Hewett, T. E. (2010). A «plane» explanation of anterior cruciate ligament injury mechanisms: A systematic review. *Sports Medicine*, 40(9), 729-746. <https://doi.org/10.2165/11534950-000000000-00000>
- Raya-González, J., & Estévez-Rodríguez, J. (2016). Factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en el fútbol. *Revista de Preparación física en el Fútbol*, 21, 8-18.
- Robles-Palazón, F., Ruiz-Pérez, I., Oliver, J., 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.
- Sasaki, S., Nagano, Y., Kaneko, S., Imamura, S., Koabayashi, T., & Fukubayashi, T. (2015). The Relationships Between the Center of Mass Position and the Trunk, Hip, and Knee Kinematics in the Sagittal Plane: A Pilot Study on Field-Based Video Analysis for Female Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 45, 71-80. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0008>
- Secrist, E. S., Bhat, S. B., & Dodson, C. C. (2016). The Financial and Professional Impact of Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Football League Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(8). <https://doi.org/10.1177/2325967116663921>
- Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). Mechanisms of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Athletic Training*, 43(4), 396-408. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.4.396>

- Sigward, S., & Powers, C. M. (2006). The influence of experience on knee mechanics during side-step cutting in females. *Clinical Biomechanics*, 21(7), 740-747. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.03.003>
- UEFA. (2015). Women's Football across the National Associations 2014–15 (p. 93) [Análisis de la evolución del fútbol femenino entre las asociaciones nacionales de la UEFA]. Union of European Football Associations. Women's football across the national associations (2014-15) ([uefa.com](http://uefa.com))
- UEFA.com. (16 de junio de 2010). *Historia de la UEFA Champions League Femenina | UEFA Women's Champions League*. UEFA.com. <https://es.uefa.com/womenschampionsleague/news/01e6-0e11f212c6fe-8e4476f92fe1-1000--historia-de-la-uefa-champions-league-femenina/>
- Valenti, M., Morrow, S., & Scelles, N. (2018). Women's football studies: An integrative review. *Sport, Business and Management: An International Journal*, 8(5), 511-528. <https://doi.org/10.1108/SBM-09-2017-0048>
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Medicine*, 14(2), 82-99. <https://doi.org/10.2165/00007256-199214020-00002>
- Villa, F. D., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., & Villa, S. D. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): Injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *British Journal of Sports Medicine*, 54(23), 1423-1432. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247>
- Waldén, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., & Hägglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: A systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1452-1460. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>
- Webborn, N. (2012). Lifetime injury prevention: The sport profile model. *British Journal of Sports Medicine*, 46(3), 193-197. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090417>
- Weir, G., Alderson, J., Smailes, N., Elliott, B., & Donnelly, C. (2019). A Reliable Video-based ACL Injury Screening Tool for Female Team Sport Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 40(3), 191-199. Scopus. <https://doi.org/10.1055/a-0756-9659>
- Yanguas Leyes, J., Til Pérez, L., & Cortés de Olano, C. (2011). Lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. Estudio epidemiológico de tres temporadas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 46(171), 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.02.006>

# Programa Stop & Go: pruebas de campo para la identificación del riesgo de lesión en jugadores jóvenes de deportes de equipo

Stop & Go Programme: Field-based tests for the identification of injury risk in young team sports players

Francisco Javier Robles-Palazón <sup>1,2</sup>  
 Antonio Cejudo <sup>1,2</sup>  
 Alba Aparicio-Sarmiento <sup>1,2</sup>  
 Pilar Sainz de Baranda <sup>1,2</sup>  
 Francisco Ayala <sup>1,2</sup>

1. Departamento de Actividad Física y Deporte, Facultad de Ciencias del Deporte, Campus de Excelencia Mare Nostrum, Universidad de Murcia, Murcia, España.  
 2. Grupo de investigación Aparato Locomotor y Deporte (RAQUIS), Universidad de Murcia, Murcia, España.

## Resumen

El objetivo principal del presente estudio es describir la batería de cuestionarios y pruebas de campo del Programa Stop & Go para la valoración de los principales factores de riesgo de lesión de la extremidad inferior en jóvenes deportistas. Los 4 cuestionarios y 21 pruebas de campo que componen la batería Stop & Go fueron seleccionados de acuerdo a criterios científicos (altas puntuaciones de validez y fiabilidad), pudiendo ser estas agrupadas en tres grandes bloques. El primer bloque incluye procedimientos destinados a la obtención de información relacionada con las características personales o individuales de los deportistas (ej.: composición corporal, etapa madurativa y experiencia deportiva). Por su parte, el segundo bloque contiene una serie de cuestionarios que evalúan constructos psicológicos relacionados con el rendimiento deportivo (ej.: ansiedad, estrés y motivación). Finalmente, el tercer bloque presenta pruebas físicas diseñadas para valorar un elevado número de medidas del rendimiento físico (ej.: altura y longitud de salto, y tiempo en el sprint de 30 m), mecánica de las habilidades motrices fundamentales (ej.: aterrizaje tras acciones de salto y cambio de dirección), capacidad neuromuscular (ej.: rigidez muscular, estabilidad estática y dinámica), disposición sagital del raquis y rango de movimiento articular de la extremidad inferior. Para aquellos escenarios donde existan importantes limitaciones de tiempo y escasez de recursos humanos y materiales, este estudio también presenta una propuesta básica o reducida de la batería Stop & Go compuesta por 6 pruebas de valoración. En particular, esta propuesta básica reúne aquellas pruebas que, a juicio de los autores, podrían ser consideradas como las mínimas necesarias para la identificación de deportistas con una alta probabilidad de sufrir una lesión del tejido blando (músculo, tendón o ligamento) de la extremidad inferior.

**Palabras clave:** Factores de riesgo, evaluación, adolescentes, control neuromuscular, desarrollo atlético del joven deportista.

## Abstract

The main aim of this study is to describe the battery of questionnaires and field-based tests proposed by the Stop & Go programme for the assessment of the main risk factors for lower extremity injury in youth athletes. The 4 questionnaires and 21 field-based tests that comprise the Stop & Go battery were selected according to scientific criteria (high validity and reliability scores) and can be grouped into three main parts. The first part includes procedures aimed at obtaining information related to the athletes' personal or individual characteristics (e.g., body composition, maturity status and sports experience). The second part includes a series of questionnaires that assess psychological constructs related to sport performance (e.g., anxiety, stress and motivation). Finally, the third part presents physical tests designed to assess a large number of physical performance measures (e.g., jump height and length, and 30 m sprint time), mechanics of fundamental motor skills (e.g., landing after jumping actions and change of direction), neuromuscular capacity (e.g., muscle stiffness, static and dynamic stability), sagittal integral morphotype, and lower extremity joints range of motion. For those scenarios where there are significant time constraints and limited human and equipment resources, this study also presents a basic or reduced proposal composed of only 6 assessment tests. In particular, this basic proposal brings together those tests that, in the authors' opinion, could be considered as the minimum necessary for the identification of athletes with a high probability of suffering a lower extremity soft tissue (muscle, tendon or ligament) injury.

**Keywords:** Risk factors, assessment, adolescents, neuromuscular control, youth athletic development.

\*Autor de correspondencia: Francisco Ayala Rodríguez; [fayala@umh.es](mailto:fayala@umh.es)

Recibido: 15 de enero de 2021  
 Aceptado: 01 de mayo de 2021  
 Publicado: 01 de diciembre de 2021

Como citar (APA): Robles-Palazón, F. J., Cejudo, A., Aparicio-Sarmiento, A., Sainz de Baranda, P. y Ayala, F. (2022). Programa Stop & Go: Pruebas de campo para la identificación del riesgo de lesión en jugadores jóvenes de deportes de equipo. *JUMP*, (4), 59-86. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.6>

## Introducción

Es bien sabido (nivel de evidencia A) que desarrollar en los jóvenes el hábito de practicar de forma regular (casi todos los días) en su tiempo de ocio al menos 60 minutos de ejercicio físico de intensidad moderada a vigorosa ayudará a mitigar de forma sustancial el riesgo de desarrollar en la adultez muchas de las enfermedades crónicas no transmisibles que mayores costes humanos, sociales y económicos presentan en todo el mundo (ej.: aterosclerosis, diabetes mellitus tipo 2, obesidad y determinados tipos de cáncer [pulmonar y próstata]) (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). Asimismo, cada vez hay más pruebas de que el ejercicio físico regular tiene un efecto positivo sobre el desarrollo cognitivo y la socialización (Van Boekel et al., 2016).

El deporte ha demostrado ser una herramienta muy eficaz para ayudar a que los niños y adolescentes adquieran el hábito de realizar ejercicio físico y alcancen las ya citadas recomendaciones de práctica para mejorar y mantener niveles óptimos de salud a la vez que se divierten, amplían sus interacciones sociales y adquieren valores tan importantes como el respeto (a las normas, entrenadores, compañeros y rivales), el esfuerzo, la solidaridad y la igualdad (Cómez-Mármol et al., 2017). De hecho, el deporte es una de las actividades de ocio más extendidas entre los jóvenes de todo el mundo (Auhuber et al., 2019). En España, los datos del último Anuario de Estadísticas Deportivas publicado informan de la existencia de más de 3.840.000 licencias deportivas en 2020 (División de Estadística y Estudios. Secretaría General Técnica - Ministerio de Cultura y Deporte, 2021).

Sin embargo, el deporte (principalmente las modalidades de equipo y naturaleza intermitente) también conlleva un incremento significativo del riesgo de lesión entre sus practicantes en comparación con sus homólogos sedentarios (Theisen et al., 2013). Este riesgo es particularmente alto durante la adolescencia (12-16 años), atribuido principalmente (pero no exclusivamente) al fuerte incremento de la carga de entrenamiento y competición (especialización temprana) y a los desajustes en el control motor propios del periodo puberal en el que se encuentran los deportistas a esas edades (Bastos et al., 2013). De hecho, deportes extremadamente populares entre los jóvenes de todo el mundo

como son el fútbol y el baloncesto (Hulteen et al., 2017) presentan unas tasas de incidencia lesional que oscilan entre las 3 y las 6 lesiones por cada 1000 horas de exposición (Aarts et al., 2021; Owoeye et al., 2020; Robles-Palazón et al., 2021). La extremidad inferior (especialmente las regiones del muslo, el tobillo y la rodilla) parece sufrir la mayor parte de estas lesiones, siendo las musculares y ligamentosas los tipos de lesión más frecuentemente diagnosticados (Aarts et al., 2021; Robles-Palazón et al., 2021).

La preocupación por el fenómeno lesivo no se explica solo por su elevada incidencia, sino también por sus numerosas, y en ocasiones graves, consecuencias para el joven deportista. Un jugador que se lesiona con frecuencia durante los primeros años de su carrera deportiva tendrá mayor dificultad para alcanzar un nivel de rendimiento óptimo debido a su reiterada ausencia de entrenamientos y competiciones (Larruskain et al., 2021). Igualmente, aquellas lesiones más severas pueden provocar trastornos funcionales crónicos en los jóvenes que incluso podrían desencadenar el abandono temprano de la práctica deportiva (Maffulli et al., 2010) y el desarrollo de estilos de vida sedentarios que con frecuencia se perpetuarán durante la etapa adulta (Crane y Temple, 2015).

Afortunadamente, una gran proporción de las lesiones documentadas en jóvenes deportistas (ej.: jugadores de fútbol [Robles-Palazón et al., 2021], baloncesto [Allen et al., 2019], balonmano [Raya-González et al., 2020] y voleibol [Bere et al., 2015]) han mostrado un mecanismo traumático y sin contacto y, por tanto, podrían ser consideradas prevenibles. Por ello, la aplicación de estrategias destinadas a mitigar el riesgo de lesión en jóvenes deportistas es un gran reto que los entrenadores y preparadores físicos tienen que afrontar cada temporada en todo el mundo. Investigaciones previas han sugerido que para que una medida de prevención de lesiones sea altamente efectiva, su diseño debe estar dirigido a las necesidades individuales (factores de riesgo) de cada jugador (Bahr, 2016; Verhagen et al., 2015). El uso de protocolos de valoración preparticipación que permitan a los entrenadores y preparadores físicos detectar el riesgo de lesión e identificar los principales déficits en cada uno de sus jóvenes deportistas puede ser, por tanto, una herramienta valiosa para diseñar medidas preventivas a medida.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio es describir la batería de cuestionarios y pruebas de campo del Programa Stop & Go para la valoración de los principales factores de riesgo de lesión de la extremidad inferior en jóvenes deportistas.

### **Batería de cuestionarios y pruebas de campo: programa Stop & Go**

Los 4 cuestionarios y 21 pruebas de campo que componen la batería del Programa Stop & Go han sido seleccionadas de acuerdo a criterios científicos (altas puntuaciones de validez y fiabilidad) para evaluar de forma rápida un elevado número de potenciales factores de riesgo de lesión. De acuerdo a la naturaleza de las medidas que se obtienen de ellas, estas pruebas pueden ser agrupadas en tres grandes bloques. El primer bloque incluye procedimientos destinados a la obtención de información relacionada con las características personales o individuales de los deportistas (ej.: composición corporal, etapa madurativa y experiencia deportiva). Por su parte, el segundo bloque contiene una serie de cuestionarios que evalúan constructos psicológicos relacionados con el rendimiento deportivo (ej.: ansiedad y control del estrés). Finalmente, el tercer bloque presenta pruebas diseñadas para valorar un elevado número de medidas del rendimiento físico (ej.: altura y longitud de salto, y tiempo en el sprint de 30 m), mecánica de las habilidades motrices fundamentales (aterrizaje tras acciones de salto y cambio de dirección), capacidad neuromuscular (ej.: rigidez muscular, estabilidad estática y dinámica), disposición sagital del raquis y rango de movimiento de las principales articulaciones de la extremidad inferior (batería ROM-Sport). A continuación, se describen todas las pruebas empleadas en cada uno de los tres bloques:

#### **Bloque 1. Características personales**

Investigaciones previas han sugerido como posibles factores de riesgo para la lesión variables personales como la edad (Read et al., 2018a; Rössler et al., 2018), el sexo (Powell y Barber-Foss, 2000), el nivel de rendimiento (Peterson et al., 2000), o determinadas características antropométricas (ej.: longitud de la pierna, estatura, masa corporal [Kemper et al.,

2015; Oliver et al., 2020; Rommers et al., 2020]) de los jóvenes deportistas, entre otras. Por ello, su registro y análisis se hace indispensable en protocolos de valoración pre-participación del riesgo de lesión. La mayor parte de esta información puede ser rápida y fácilmente obtenida mediante el uso de cuestionarios ad hoc (anexo 1) donde los propios adolescentes indiquen: sexo, fecha de nacimiento, nivel de rendimiento, posición táctica, años de participación en el deporte, frecuencia de entrenamiento y pierna dominante. No obstante, estos datos deberán ser completados con una valoración antropométrica donde se registre, al menos, el peso corporal (kg), la estatura (cm), el índice de masa corporal (IMC [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]), la altura sentado (cm), la longitud de la pierna (cm), y la longitud de la tibia (cm) de los deportistas. Para la medición de la altura sentado, se recomienda utilizar un cajón o silla donde el deportista pueda presentar una adecuada alineación del raquis durante la valoración (para el cálculo, no olviden restar la altura del cajón a la altura sentado obtenida). La longitud de la pierna se calculará como la longitud medida desde la espina ilíaca anterosuperior (ASIS) hasta la porción más distal del maléolo tibial medial (Shaffer et al., 2013). La longitud de la tibia se obtendrá de la distancia existente entre la línea articular lateral de la rodilla y el maléolo lateral (Myer et al., 2011). Para la valoración de todas las medidas antropométricas, se recomienda utilizar básculas y plataformas/cintas de medición correctamente calibradas.

A pesar de ser un factor no modificable, una variable fundamental y que no puede ser ignorada en la valoración de las características personales de los jóvenes jugadores es el proceso de crecimiento y maduración biológica. Este proceso modula notablemente los cambios físicos y fisiológicos experimentados por los deportistas a lo largo de la infancia y la adolescencia (Beunen y Malina, 1988; Philippaerts et al., 2006), desempeñando un papel principal en esa compleja interacción existente entre los diferentes factores que pueden incrementar el riesgo de lesión. De hecho, las evidencias disponibles parecen vincular los periodos de rápido crecimiento con un mayor riesgo de lesión (Johnson et al., 2020; Materne et al., 2016; van der Sluis et al., 2014), especialmente en aquellas lesiones provocadas

por sobreuso (Johnson et al., 2020; Materne et al., 2016). Por lo tanto, la identificación de la etapa madurativa en la que se encuentra el joven participante se hace esencial para entender su posible vulnerabilidad a la lesión deportiva. Para conocer el estado madurativo de los deportistas de manera no invasiva, se sugiere el empleo de ecuaciones de regresión que utilizan algunas de las medidas antropométricas anteriormente descritas (como la edad, el peso, la estatura, o la altura sentado) (Mirwald et al., 2002), y otras como la altura de los progenitores del deportista (autorreporte) (Khamis y Roche, 1994), para categorizar a los jugadores en pre-puberales, puberales o post-puberales en función de los años para/desde el pico de velocidad de crecimiento (PVC [conocido comúnmente como estirón puberal]) (Mirwald et al., 2002) o el porcentaje de la estatura final adulta alcanzado hasta el momento de la evaluación (Khamis y Roche, 1994). Si bien recientes investigaciones (Parr et al., 2020) han recomendado para este fin el uso del método basado en la estimación del porcentaje de la estatura final adulta propuesto por Khamis y Roche (1994) por ser una alternativa ligeramente más precisa, el método finalmente seleccionado para evaluar el momento, ritmo y/o secuencia de los acontecimientos madurativos a menudo dependerá del contexto y las posibilidades que este ofrece para su aplicación. A nivel práctico, ambas ecuaciones son lo suficientemente sensibles como para distinguir a los jugadores en etapas pre-puberales (pre-PVC), puberales (circa-PVC) o post-puberales (post-PVC) (Fransen et al., 2021).

En la tabla 1 se presentan las ecuaciones propuestas por Khamis y Roche (1994) y Mirwald et al. (2002) para el cálculo del estado madurativo, así como su interpretación. Dada la complejidad de las ecuaciones, se invita al lector a utilizar la hoja de Excel propuesta por Towlson et al. (2021) (adjunta en su artículo como material suplementario: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254620301198?via%3Dihub#sec0008>) para la estimación de la etapa madurativa de los jóvenes deportistas (especialmente cuando se opte por la ecuación de Khamis y Roche, 1994).

## Bloque 2. Constructos psicológicos

A nivel psicológico, variables como el estrés y la ansiedad (Li et al., 2017; Naderi et al., 2020), la motivación (Steffen et al., 2009) y el estado anímico (Kleinert, 2007) han sido asociadas con el riesgo de sufrir una lesión durante la participación en el deporte. Para la evaluación de estos constructos psicológicos, se proponen las siguientes herramientas (tabla 2):

- La versión adaptada al español de la escala Profile of Mood States (POMS) para deportistas adolescentes (Andrade et al., 2008). Esta versión evalúa 7 factores psicológicos diferentes (tensión, depresión, enfado, vigor, fatiga, confusión, compañerismo) que pretenden describir cómo se siente el deportista. Para ello, el cuestionario se sirve de 33 ítems con 5 opciones de respuesta (desde "nada" hasta "muchísimo") (anexo 2).

**Tabla 1.** Principales ecuaciones para la estimación de la etapa madurativa de los jóvenes deportistas

Autores	Ecuación para chicos	Ecuación para chicas	Interpretación
Khamis y Roche (1994)	Estatura adulta estimada = $\beta_0 + [\beta_1 \times \text{estatura}] + [\beta_2 \times \text{peso}] + [\beta_3 \times \text{media-estatura padres}]$ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \text{ y } \beta_3$ son coeficientes de regresión de Khamis y Roche. Ver Khamis y Roche (1994).	Estatura adulta estimada = $\beta_0 + [\beta_1 \times \text{estatura}] + [\beta_2 \times \text{peso}] + [\beta_3 \times \text{media-estatura padres}]$ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \text{ y } \beta_3$ son coeficientes de regresión de Khamis y Roche. Ver Khamis y Roche (1994).	Estatura (medida) dividida entre estatura adulta estimada (ecuación): < 85% = Pre-puberal 85 a 96% = Puberal > 96% = Post-puberal
Mirwald et al., (2002)	$-9.236 + [0.0002708 \times \text{longitud pierna} \times \text{altura sentado}] - [0.001663 \times \text{edad} \times \text{longitud pierna}] + [0.007216 \times \text{edad} \times \text{altura sentado}] + [0.02292 \times \text{peso} / \text{estatura} \times 100]$	$-9.376 + [0.0001882 \times \text{longitud pierna} \times \text{altura sentado}] + [0.0022 \times \text{edad} \times \text{longitud pierna}] + [0.005841 \times \text{edad} \times \text{altura sentado}] - [0.002658 \times \text{edad} \times \text{peso}] + [0.07693 \times \text{peso} / \text{estatura} \times 100]$	< -1 = Pre-puberal <sup>1</sup> -1 a 1 = Puberal > 1 = Post-puberal

**Nota:** longitud de la pierna para la ecuación de Mirwald et al., (2002) es calculada como la diferencia entre estatura y altura sentado.

<sup>1</sup> Aunque, como se ha indicado, cualquiera de las dos ecuaciones aquí citadas ofrecen información precisa y valiosa para profesionales que trabajan con deportistas en proceso de crecimiento y desarrollo madurativo, una práctica común en entornos de investigación para reducir el error estándar reportado para la ecuación de Mirwald et al., (2002) ( $\pm 6$  meses) es modificar esta interpretación, de manera que aquellos jugadores con valores < -1, -0,5-0,5, y > 1 sean clasificados como pre-, circa- y post-puberales, respectivamente. En estos casos, aquellos jugadores con valores entre -1 y -0,5 o entre 0,5 y 1 son habitualmente eliminados del conjunto de datos con el fin de reducir la probabilidad de error en la categorización del estado madurativo del deportista.

- La versión española del cuestionario de Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD) (Gimeno et al., 2001), que evalúa el control del estrés, la influencia de la evaluación del rendimiento, la motivación, las habilidades mentales del deportista y la cohesión del equipo por medio de 55 ítems calificados en una escala Likert de 5 opciones (desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo") (anexo 3).
- La versión española del cuestionario State-Trait Anxiety Inventory (STAI) (Buela-Casal et al., 2011). Este cuestionario mide la ansiedad estado y rasgo de los jugadores a través de 40 ítems (20 ítems de estado y 20 ítems de rasgo). Los ítems de estado describen la ansiedad de los deportistas justo en el momento específico en que se completa el cuestionario, mientras que los ítems de rasgo describen el nivel de ansiedad que habitualmente experimentan (anexo 4).

### Bloque 3. Pruebas físicas

El presente bloque está compuesto por pruebas físicas y de campo diseñadas para evaluar un elevado número de medidas del rendimiento físico, mecánicas del cambio de dirección y del aterrizaje tras diferentes acciones de salto, capacidad neuromuscular, disposición sagital del raquis y rango de movimiento articular. Para ello, se han seleccionado 6 pruebas de salto vertical (ej.: drop vertical jump [unipodal y bipodal]) y 2 de salto horizontal (ej.: single-legged hop tests), 3 acciones de carrera a la máxima velocidad (una lineal de 30 m y dos con cambio de dirección), y las baterías Fitness Postural (8 pruebas de evaluación de la postura, fuerza y resistencia muscular del tronco y cadera) y ROM-Sport (subdividida en 11 tests distintos para la evaluación del rango de movimiento de la extremidad inferior).

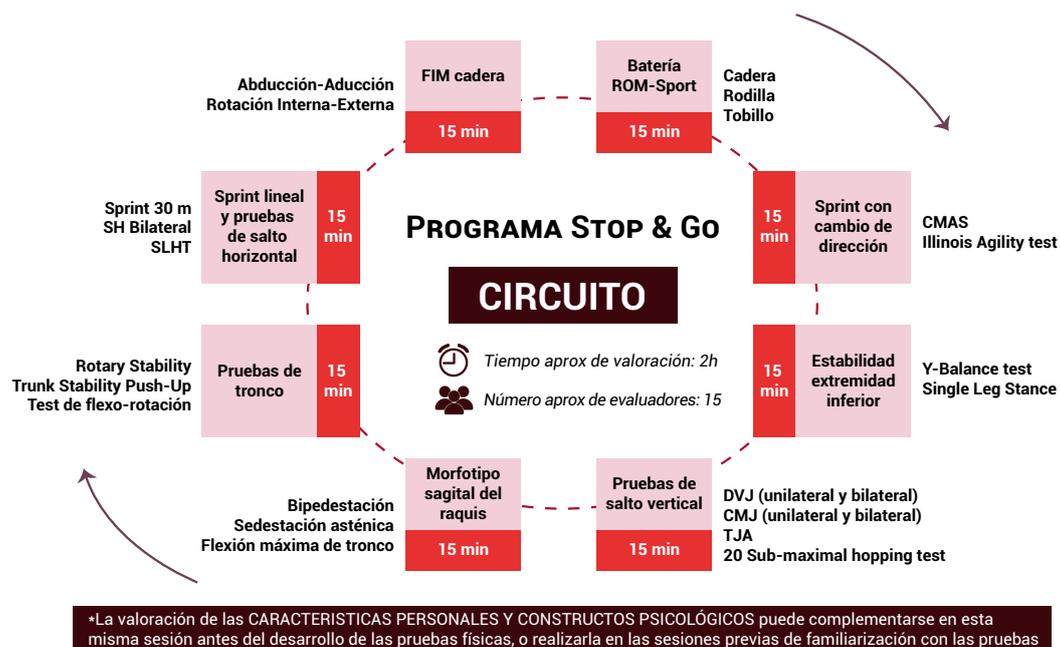
Antes de la realización de las pruebas físicas se recomienda la ejecución de un protocolo de calentamiento dinámico con el fin de preparar al deportista para rendir de forma óptima y segura en cada una de ellas (Bishop, 2003). Para la estandarización de este protocolo, en el Programa Stop & Go se ha optado por el calentamiento dinámico diseñado por Taylor et al., (2009). Sin embargo, otros protocolos con contenidos y duración similar (ej.: FIFA 11+ [Soligard et al., 2008]) serían igualmente válidos como calentamiento previo a la valoración de los deportistas. Tras la implementación del calentamiento, un intervalo de 3-5 minutos de descanso sería aconsejable. Este intervalo permitirá que los deportistas descansen, se rehidraten y se sequen el sudor antes del comienzo de las valoraciones, sin afectar a las adaptaciones provocadas en el organismo por el proceso de calentamiento (Ayala et al., 2016).

Una vez completado el proceso de calentamiento, se desarrollarán las pruebas físicas. En aquellos contextos donde se pretenda evaluar a varios deportistas al mismo tiempo (ej.: un equipo de fútbol compuesto por 18 jugadores), en una misma franja horaria y día, se propone llevar a cabo el desarrollo de las diferentes pruebas adoptando una estructura en forma de circuito para optimizar el tiempo destinado a este fin. En particular, el circuito propuesto constaría de 8 postas, siendo necesarios alrededor de 15 evaluadores (figura 1). Cada posta estaría compuesta por una o varias pruebas físicas cuya duración total es de aproximadamente 15 minutos. En cada posta empezarían 2-3 deportistas distintos y, una vez transcurridos los 15 minutos establecidos, todos los deportistas se desplazarían a la siguiente posta del circuito (siguiendo el sentido de las agujas del reloj). La duración total estimada para la valoración de todas las pruebas utilizando este formato en circuito es de 2 horas (2 horas y 30 minutos teniendo en cuenta los periodos de descanso entre pruebas).

**Tabla 2.** Cuestionarios y variables analizadas para la valoración de constructos psicológicos en jóvenes deportistas.

Cuestionario	Variables						
<b>POMS</b>	Tensión	Depresión	Enfado	Vigor	Fatiga	Confusión	Compañerismo
<b>CPRD</b>	Control del estrés	Influencia evaluación del rendimiento	Motivación	Habilidad mental	Cohesión de equipo		
<b>STAI</b>	Ansiedad estado	Ansiedad rasgo					

**POMS:** escala Profile of Mood States; **CPRD:** cuestionario de Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo; **STAI:** cuestionario State-Trait Anxiety Inventory.



**Figura 1.** Estructura del circuito de valoración propuesto

**Nota:** Se recomienda dejar 3 minutos de descanso entre postas para que los deportistas se rehidraten y se sequen el sudor antes del comienzo de la siguiente valoración. FIM: fuerza isométrica máxima; ROM: rango de movimiento; CMAS: Cutting Movement Assessment Score; DVJ: Drop Vertical Jump; CMJ: Countermovement Jump; TJA: Tuck Jump Assessment; SH: salto horizontal; SLHT: Single-Legged Hop test.

### Pruebas de salto

Las acciones de salto han sido frecuentemente identificadas como patrones motores primarios de lesiones de rodilla y tobillo, como puede ser la ruptura o desgarrar del ligamento cruzado anterior (LCA) (Hewett et al., 2005). Además, investigaciones previas han demostrado que el rendimiento y la cinemática durante un salto depende de la acción específica (Dingenen et al., 2015; Taylor et al., 2016) y, por ello, se ha sugerido el empleo de varias modalidades de salto al analizar el desempeño de los jóvenes jugadores en estas tareas (Read et al., 2019). Por tanto, dentro del protocolo de valoración que aquí se propone se incluyen hasta seis pruebas distintas de salto vertical y dos pruebas de salto horizontal para una evaluación exhaustiva del rendimiento físico, mecánica del aterrizaje y capacidad neuromuscular de los jóvenes deportistas durante este tipo de acciones (tabla 3). Con el objetivo de que la medida tomada sea consistente, se recomienda realizar de tres a cinco intentos válidos para cada uno de los test de salto descritos a continuación, con la excepción del Tuck Jump Assessment donde la exigencia de la prueba podría aconsejar la ejecución de un único intento válido.

### Pruebas de salto vertical

#### Drop Vertical Jump (DVJ)

Se propone la realización del DVJ tanto en su modalidad bilateral como unilateral. Los participantes se dejarán caer desde un cajón de 40 cm de altura sobre una plataforma de contacto<sup>2</sup> situada 20 cm delante de este para, posteriormente, realizar un salto vertical máximo, minimizando el tiempo de contacto con el suelo (Thomas et al., 2009). Se limitará la acción de los brazos posicionando las manos sobre la cadera a lo largo de todo el movimiento. Para la valoración de la función del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) se utilizará tanto la altura de salto como el índice de fuerza reactiva (RSI = altura del salto / tiempo de contacto) (Flanagan y Comyns, 2008). Igualmente, y dado que el DVJ ha sido el test más utilizado para analizar las mecánicas de aterrizaje de los deportistas (Pedley et al., 2020), la valoración en esta prueba irá acompañada de un análisis cinemático. Para ello, se utilizará una cámara de vídeo

<sup>2</sup> Para el contexto aplicado existen alternativas muy económicas que facilitan la valoración del rendimiento en acciones de salto, como es el caso de la aplicación My Jump y My Jump 2, disponibles para iPhone y Android (Balsalobre-Fernández et al., 2015; Sharp et al., 2019).

en el plano frontal y otra cámara en el plano sagital, permitiendo la grabación de la prueba y evaluación de la mecánica de cada jugador de manera retrospectiva mediante el uso de Kinovea (software de libre uso: <https://www.kinovea.org>). La grabación frontal posibilitará el análisis del valgo dinámico de rodilla en el punto de máxima flexión de rodilla (frontal plane projection angle [FPPA]), mientras que la grabación realizada en el plano sagital permitirá analizar los ángulos de flexión de cadera (HF), rodilla (KF) y tobillo (AF) en el momento del contacto inicial (esto es, el primer fotograma en el que se observa contacto con el suelo) y máxima flexión (posición más baja, donde no se produce movimiento en cadera, rodilla y tobillo), así como el rango de movimiento (ROM = máxima flexión – contacto inicial) en estas tres articulaciones, siguiendo la metodología descrita por Robles-Palazón et al., (2021). La presencia de un valgo dinámico de rodilla elevado (FPPA > 10°) ha sido identificado como un factor que podría elevar de forma sustancial la probabilidad de sobrecargar la rodilla, y en particular el LCA (incremento del momento de abducción de rodilla) (Herrington y Munro, 2010). Igualmente, mecánicas de salto caracterizadas por pobres valores de flexión de cadera, rodilla y/o tobillo han sido consideradas como potencialmente dañinas para la integridad de la rodilla (Pollard et al., 2010).

### Countermovement Jump (CMJ)

La capacidad de salto también será evaluada por medio del CMJ bilateral y unilateral. Para el desarrollo de la prueba, se limitará la acción de los brazos posicionando las manos en la cadera. Dado que estudios previos han relacionado desequilibrios de fuerza de reacción vertical máxima generada sobre el suelo (peak vertical ground reaction force [pvGRF]) entre extremidades inferiores con una mayor probabilidad de sufrir una lesión deportiva (Read et al., 2018a), la caída en esta prueba se realizará sobre una plataforma de fuerzas. Además del registro de la altura de salto y del análisis cinemático (que se realizará siguiendo misma metodología explicada anteriormente en el DVJ) se añadirá, por tanto, el cálculo del pvGRF durante el despegue y durante el aterrizaje en esta prueba. Igualmente, y teniendo en cuenta que los vídeos de lesiones de LCA de la rodilla estiman que la rotura se produciría

aproximadamente durante los 50 milisegundos siguientes al contacto inicial (Krosshaug et al., 2007), el tiempo desde que se detecta el contacto con la plataforma hasta que se produce el pvGRF durante el aterrizaje (pLFT) también será registrado. Se examinarán posibles diferencias bilaterales (esto es, asimetrías) entre piernas dominante y no dominante para todas las variables (altura, pvGRF en despegue y aterrizaje, y tiempo hasta pvGRF en el aterrizaje), teniendo como punto de referencia para identificar diferencias potencialmente peligrosas aquellas que sean >10% (Oliver et al., 2020).

### Tuck Jump Assessment (TJA)

La prueba TJA consiste en realizar saltos verticales profundos (lo más alto posible y llevando rodillas al pecho durante el vuelo) de forma repetida durante 10 segundos (Myer et al., 2008). Para su ejecución, los deportistas se colocarán sobre dos tiras verticales de cinta separadas 35 cm y conectadas por una línea horizontal, formando una figura que simula una H cuya función es asegurar el correcto posicionamiento de los pies (Lloyd et al., 2019). Los participantes iniciarán la prueba con un salto con contramovimiento, tratando de aterrizar sobre la misma huella y minimizando el tiempo de contacto con el suelo entre repeticiones. Dada la inconsistencia en los resultados de fiabilidad documentados (Gokeler y Dingenen, 2019; Lindblom et al., 2021; Racine et al., 2021) para el análisis cualitativo del TJA utilizando la hoja de observación tradicional (puntuación dicotómica [0 o 1]) propuesta por Myer et al. (2008) o la modificada (puntuación policotómica [0, 1 o 2]) propuesta por Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2017), se recomienda acompañar la valoración cualitativa de esta prueba con un análisis cinemático cuantitativo (Robles-Palazón et al., 2021). Para ello, se utilizará una cámara de vídeo en el plano frontal y otra cámara en el plano sagital, y posteriormente se llevará a cabo un análisis del valgo dinámico de rodilla (FPPA) y de los ángulos de flexión de cadera (HF), rodilla (KF) y tobillo (AF) durante el aterrizaje siguiendo la metodología descrita previamente para el DVJ (Robles-Palazón et al., 2021). La presencia de valgo dinámico de rodilla <10°, 10°-20° o >20° se considerará como riesgo menor, moderado o severo (Read et al., 2018b), respectivamente, mientras que reducidos ángulos de flexión

de cadera, rodilla y/o tobillo también serán considerados como mecánicas potencialmente dañinas (Pollard et al., 2010).

### 20 Sub-maximal Two-Legged Hopping test

Inadecuados niveles de rigidez (stiffness) muscular (entendida como la capacidad biomecánica del músculo de oponerse al estiramiento) podrían conllevar una excesiva carga articular (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016), por lo que la evaluación de la función del CEA se completará a través de la valoración de esta rigidez muscular. A los participantes se les indicará: que mantengan las manos en las caderas en todo momento, evitando así la interferencia de la parte superior del cuerpo; que salten y aterricen en el mismo lugar; que aterricen con las piernas totalmente extendidas; y que miren hacia delante a una posición fija para ayudar a mantener el equilibrio (Lloyd et al., 2009). Sobre una plataforma de contacto, se realizarán 20 saltos sub-máximos con dos piernas siguiendo una frecuencia de 2,5 Hz (Lloyd et al., 2009). Para el mantenimiento de la frecuencia de salto se utilizará un metrónomo. El tiempo de vuelo y el tiempo de contacto de diez saltos consecutivos que sean considerados "aceptables" (normalmente, de la sexta a la décimo quinta repetición) serán utilizados para el análisis. La rigidez muscular se calculará por medio de la ecuación descrita por Dalleau et al., (2004):

$$\frac{\pi \times (T_f + T_c)}{T_c^2 \times \left( \frac{T_f + T_c}{\pi} - \frac{T_c}{4} \right)} \quad (1)$$

"Donde  $T_f$  es el tiempo de vuelo y  $T_c$  es el tiempo de contacto con el suelo."

### Pruebas de salto horizontal

#### Salto horizontal bilateral

Para valorar el rendimiento de los participantes en el salto horizontal se propone la prueba de salto horizontal bilateral. En ella, se utilizará una cinta métrica estándar para medir la distancia de salto alcanzada desde la línea de salida hasta el talón del deportista (el más próximo a la línea de salida) en el aterrizaje. Para el correcto desempeño de las pruebas de salto horizontal, se permitirá el movimiento libre de los brazos en todos los test.

### Batería Single-Legged Hop tests

Tradicionalmente, la batería Single-Legged Hops ha sido utilizada para diagnosticar asimetrías bilaterales (pierna dominante vs. pierna no dominante) en las extremidades inferiores de pacientes que han sufrido una lesión de LCA (Grindem et al., 2011; Noyes et al., 1991). Esta batería está compuesta por cuatro pruebas de salto horizontal unilateral que permiten la valoración de la fuerza, coordinación y estabilidad de los deportistas en acciones de salto (Noyes et al., 1991). De las cuatro pruebas, para el Programa Stop & Go sugerimos el uso de las tres siguientes: single hop for distance (SHD [salto único]), triple hop for distance (THD [triple salto]) y crossover hop for distance (CHD [triple salto cruzado]). El SHD consiste en la realización de un salto único unilateral tratando de alcanzar la mayor distancia posible sin perder el control y el equilibrio durante el aterrizaje. El THD valora la distancia máxima alcanzada tras la realización de tres saltos consecutivos sobre una misma pierna. Siguiendo una dinámica similar a la del THD, el CHD evalúa la distancia máxima alcanzada tras la realización de tres saltos consecutivos cruzados sobre una misma pierna (apoyando de manera alterna a cada lado de la línea donde se sitúa la cinta métrica). La distancia de los saltos será medida con una cinta métrica estándar y tomando como referencia el talón del participante. Para determinar la distancia relativa saltada, la distancia absoluta alcanzada en cm se normalizará y se analizará como porcentaje de la longitud de la pierna (medida tal y como se describe en el apartado de variables personales [ASIS-maléolo tibial medial]): distancia / longitud de la pierna  $\times 100 = \%$  longitud de la pierna (Munro y Herrington, 2011). Igualmente, se evaluarán posibles asimetrías entre piernas dominante y no dominante. Aunque aún en proceso de debate por la comunidad científica, se podría sugerir que una asimetría bilateral mayor del 10-15% en estas pruebas podría ser identificada como un factor de riesgo de lesión del tejido blando de la extremidad inferior (Noyes et al., 1991; Oliver et al., 2020).

### Acciones de carrera a máxima velocidad

El Programa Stop & Go implementa tres pruebas de carrera a la máxima velocidad destinadas a la evaluación del rendimiento físico y neuromuscular de los deportistas durante las mismas (tabla 4).

**Tabla 3.** Pruebas de salto incluidas en el Programa Stop & Go.

Pruebas de salto vertical				
Parámetros analizados	Drop vertical jump	Countermovement jump	Tuck jump	20 Sub-maximal Two-Legged Hopping test
Mecánica del aterrizaje	Valgo dinámico de rodilla (FPPA) (°) Ángulos de flexión de cadera, rodilla y tobillo en el momento del contacto inicial y máxima flexión. Rango de movimiento de la flexión de cadera, rodilla y tobillo (máxima flexión – contacto inicial)			
Rendimiento del salto	Altura de salto (cm)			
Capacidad neuromuscular	Índice de fuerza reactiva Diferencias bilaterales	Pico máximo de fuerza reactiva vertical (pvGRF) Tiempo hasta el pvGRF en aterrizaje Diferencias bilaterales	Déficits (SI/NO): Dominancia ligamentosa Dominancia cuádriceps Dominancia del tronco Dominancia de una pierna Fatiga neuromuscular Déficit feedforward	Rigidez muscular
Pruebas de salto horizontal				
Parámetros analizados	Salto horizontal bilateral	Batería Single-Legged Hop tests		
		Single hop	Triple hop	Crossover hop
Rendimiento del salto	Distancia de salto (cm)			
Capacidad neuromuscular		Diferencias bilaterales en la distancia alcanzada	Diferencias bilaterales en la distancia alcanzada	Diferencias bilaterales en la distancia alcanzada

**FPPA:** Frontal Plane Projection Angle.

### Sprint lineal de 30 m

El rendimiento de los deportistas en el desplazamiento lineal a máxima velocidad se valorará mediante un sprint de 30 metros (m). El tiempo de paso a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 m se registrará a través de fotocélulas. Igualmente, la capacidad mecánica de los deportistas para producir fuerza durante la carrera a máxima velocidad se analizará utilizando el método descrito por Samozino et al. (2016) y obteniendo: fuerza máxima teórica (F0), velocidad (V0), potencia máxima (Pmax) y eficacia mecánica de la aplicación de fuerza en el suelo (ratio de fuerza [RF] y disminución de la RF sobre la aceleración [DRF])<sup>3</sup>.

### Sprint con cambio de dirección

Las acciones de cambio de dirección han sido identificadas como unas de las de mayor riesgo de lesión en el deporte (Waldén et al., 2015). De hecho, el reciente estudio publicado por Della Villa et al., (2020) muestra que aquellas situaciones de desaceleración y/o cambio de dirección podrían ser responsables de hasta un 34% de las lesiones de LCA que se producen durante la práctica

profesional del fútbol. Por tanto, el análisis de las mecánicas de cambio de dirección resulta especialmente relevante para la evaluación del riesgo de lesión de rodilla, en general, y de LCA, en particular, en jóvenes deportistas.

Para la valoración de estas mecánicas se plantea la evaluación del Cutting Movement Assessment Score (CMAS), una prueba que consiste en ejecutar una carrera de aproximación de 5 m en línea recta, seguida de la realización de un cambio de dirección de 90° y la posterior re-aceleración en la nueva dirección hasta completar una nueva distancia de 5 m (Dos'Santos et al., 2019) (figura 2). El tiempo que el participante necesita para completar la prueba se registrará mediante un sistema de fotocélulas. Además, todas las repeticiones serán grabadas desde el plano frontal y sagital con el objetivo de completar la valoración cualitativa propuesta por Dos'Santos et al., (2019) con un análisis cinemático de la acción por medio del software Kinovea (igual que para las pruebas de salto). Para este análisis se seguirá el procedimiento descrito previamente por Weir et al., (2019), y se registrarán los ángulos de flexión lateral del tronco, de abducción de cadera y de valgo dinámico de rodilla en el momento del contacto inicial y máxima flexión en el plano frontal, además de la flexión de tronco, cadera, rodilla y

<sup>3</sup> Para el cálculo del tiempo de paso a los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 m y posterior análisis del rendimiento mecánico durante el sprint, una alternativa válida, fiable y económica para el contexto práctico es la grabación del sprint y el análisis a través de la aplicación My Sprint (Romero-Franco et al., 2017), disponible para iPhone.

tobillo en el contacto inicial y punto de máxima flexión en el plano sagital (figura 3). El rango de movimiento (ROM = máxima flexión – contacto inicial) de las articulaciones desde que se produce el apoyo hasta el momento de máxima flexión identificada también será registrado.

La agilidad de los deportistas para realizar acciones de sprint y cambios de dirección se evaluará mediante el Illinois Agility test, una prueba utilizada habitualmente en el contexto del deporte juvenil (Faude et al., 2017). La zona para la ejecución del test estará delimitada por una

longitud de 10 m y una anchura (distancia entre los puntos de salida y llegada) de 5 m. Cuatro picas en el centro de la zona (a 2,5 m, punto medio entre la salida y la llegada) separadas a una distancia de 3,3 m entre sí señalarán la zona de desplazamiento en zigzag. Se utilizarán cuatro conos para marcar la salida, la llegada y dos puntos de giro situados en línea recta desde estos puntos que señalan el inicio y fin de la prueba (figura 4). El participante tratará de completar la prueba en el menor tiempo posible. Para ello, un sistema de fotocélulas será utilizado.

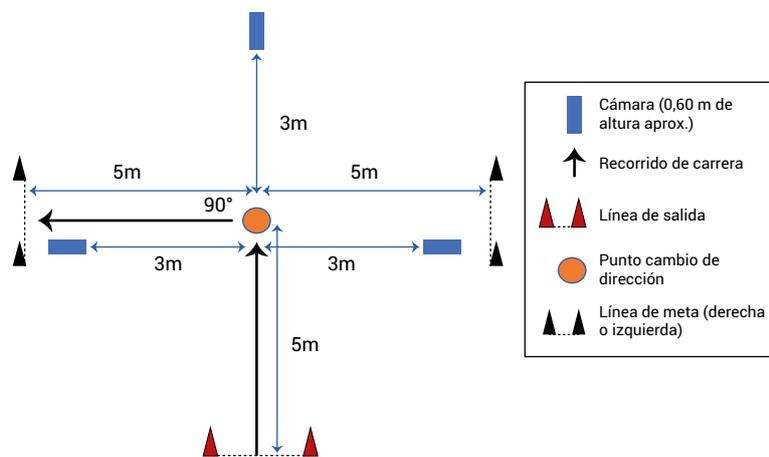


Figura 2. Estructura de la prueba Cutting Movement Assessment Score (CMAS)

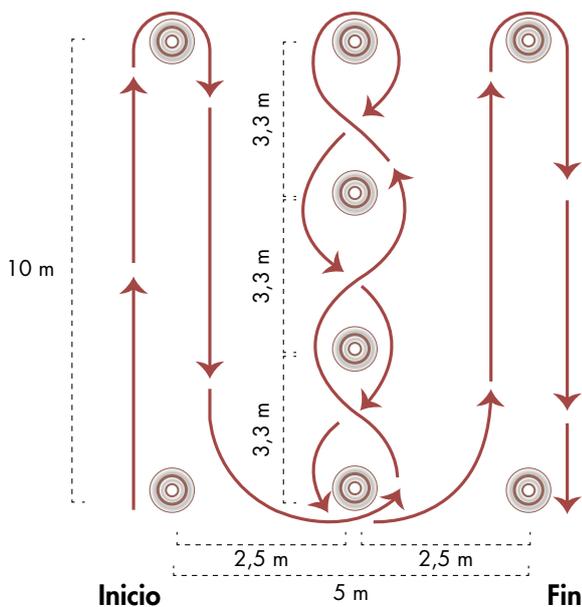


Figura 3. Valoración cinemática cuantitativa sugerida para la prueba Cutting Movement Assessment Score (CMAS)

**Tabla 4.** Acciones de carrera a máxima velocidad incluidas en el Programa Stop & Go.

Pruebas de carrera a máxima velocidad			
Parámetros analizados	Sprint lineal de 30 metros	Sprint con cambio de dirección	
		CMAS	Illinois Agility test
Mecánica del movimiento		Cambio de dirección 90°: Ángulos de flexión lateral del tronco, abducción de cadera y valgo dinámico de rodilla (FPPA) en el momento del contacto inicial y máxima flexión Ángulos de flexión de tronco, cadera, rodilla y tobillo en el momento del contacto inicial y máxima flexión. Rango de movimiento de la flexión de tronco, cadera, rodilla y tobillo (máxima flexión – contacto inicial)	
Rendimiento en la acción	Tiempo en completar la prueba (s)		
Capacidad neuromuscular	Fuerza máxima teórica (F0) Velocidad (V0) Potencia máxima (Pmax) Eficacia mecánica de la aplicación de fuerza en el suelo: ratio de fuerza (RF) y disminución de la RF sobre la aceleración (DRF)	Déficits (SI/NO): Déficit estrategia de deceleración Dominancia ligamentosa Déficit control de tronco Dominancia cuádriceps Dominancia de una pierna	

**CMAS:** Cutting Movement Assessment Score



**Figura 4.** Estructura del Illinois Agility test

### Fitness Postural

El grupo de investigación Aparato Locomotor y Deporte de la Universidad de Murcia, liderado por los profesores Fernando Santonja y Pilar Sainz de Baranda, ha reunido un conjunto de pruebas que valoran la postura de los deportistas en una batería denominada Fitness Postural. Las pruebas incluidas en esta batería permiten evaluar parámetros tan relevantes para la predicción del riesgo de lesión como la estabilidad dinámica y estática del tronco y de extremidades inferiores, la fuerza y resistencia muscular del tronco y de la musculatura de la cadera, la flexibilidad de

extremidades inferiores y el morfotipo raquídeo. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada una de las pruebas.

### Y-Balance test

Estudios previos han mostrado una relación entre déficits y desequilibrios en el control postural dinámico y la probabilidad de sufrir una lesión deportiva (Plisky et al., 2006). Una de las pruebas más utilizadas para la valoración de este constructo es el Y-Balance test (Shaffer et al., 2013). Este test analiza el control en las extremidades inferiores durante la ejecución de tres movimientos: anterior, posteromedial y posterolateral (figura 5). Para ello, el ejecutante se coloca sobre la plataforma, situando el extremo distal del pie evaluado sobre la línea de partida. A continuación, trata de alcanzar la mayor distancia posible desplazando el cajón correspondiente con la pierna libre, siempre realizando movimientos controlados y manteniendo las manos en la cadera. Una vez finalice el movimiento y vuelva de manera controlada a la posición de inicio, el evaluador registrará la distancia alcanzada en cada dirección (anterior, posteromedial y posterolateral). Esta distancia será posteriormente normalizada en función de la longitud de la pierna del deportista (siguiendo descripción aportada en el apartado de variables personales):  $\text{distancia} / \text{longitud de pierna} \times 100 = \% \text{longitud de pierna}$  (Shaffer et al., 2013). Además de las distancias alcanzadas de

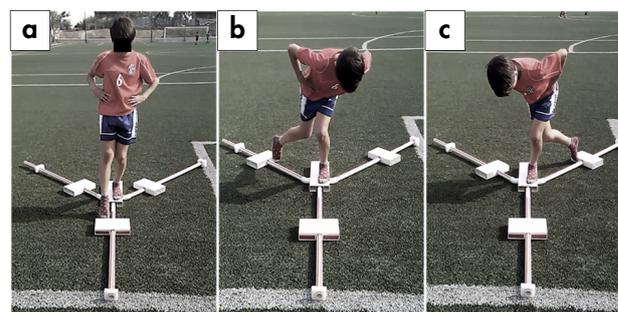
forma individual para cada dirección, también se podrá obtener una medida global (puntuación compuesta) de la prueba para cada pierna a través del promedio de los datos registrados para cada dirección. Igualmente, se examinarán posibles diferencias bilaterales entre piernas dominante y no dominante de forma individual para cada dirección y sobre el valor compuesto. Aquellas diferencias mayores del 10-15% podrían ser consideradas como posible factor de riesgo de lesión del tejido blando de la extremidad inferior (López-Valenciano et al., 2018).

**Rotary Stability y Trunk Stability Push-Up.**

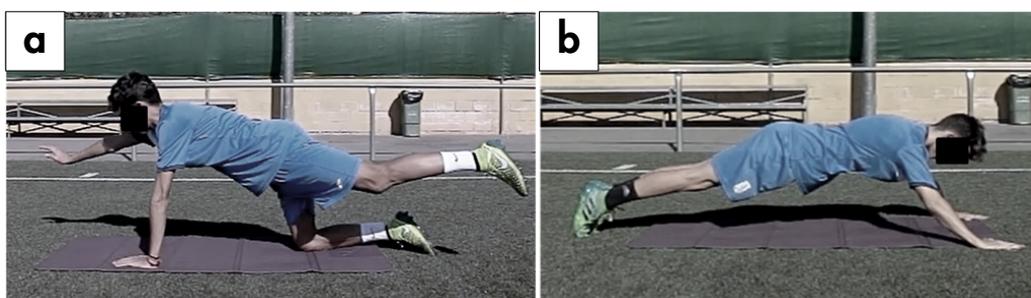
La estabilidad dinámica de la musculatura del tronco se analizará mediante los test Rotary Stability y Trunk Stability Push-Up, pertenecientes a la conocida batería Functional Movement Screen (FMS [Cook et al., 2006]). El test Rotary Stability evalúa la estabilidad del tronco en varios planos durante un movimiento combinado de las extremidades superiores e inferiores, mientras que el Trunk Stability Push-Up pone a prueba la capacidad de estabilizar la columna vertebral en un plano anterior y posterior

durante un movimiento de cadena cinética cerrada de la parte superior del cuerpo (figura 6). Para la adecuada valoración de estas pruebas, se realizará una grabación de vídeo frontal y sagital y, posteriormente, se categorizará la ejecución en cada prueba en una escala de 0-3, siendo 0 la peor puntuación y 3 la mejor puntuación posible.

La ejecución mostrada en la imagen (a) de la figura 6 sería un ejemplo de movimiento calificado con un "2" para el Rotary Stability, mientras que la imagen (b) muestra un ejemplo de ejecución a la que se otorgaría un valor de 3 puntos para el Trunk Stability Push-Up.



**Figura 5.** Y-Balance test: (a) distancia anterior, (b) posteromedial y (c) posterolateral



0	El deportista recibe una puntuación de cero si existe dolor asociado a la ejecución de la prueba
1	Incapacidad de realizar una repetición en diagonal Chicos incapaces de realizar una repetición con manos alienadas con el mentón (barbilla); chicas incapaces de ejecutar repetición con pulgares alineados con la clavícula
2	Realiza una repetición diagonal correcta El cuerpo se levanta como una unidad/bloque. Los chicos realizan una repetición con pulgares alineados con el mentón; las chicas con pulgares alineados con la clavícula
3	Realiza una repetición unilateral correcta El cuerpo se levanta como una unidad/bloque. Los chicos realizan una repetición con pulgares alineados con parte superior de la cabeza; las chicas con pulgares alineados con el mentón.

**Figura 6.** Rotary Stability (a) y Trunk Stability Push-Up (b)

### Single Leg Stance (SLS)

La prueba SLS se utilizará para valorar la estabilidad estática de los deportistas durante el apoyo unipodal. En esta prueba, el participante mantendrá durante 20 s la postura, tratando de realizar el menor movimiento posible mientras se encuentra apoyado en su pierna dominante y sobre una plataforma de fuerzas (Donath et al., 2012). El desplazamiento acumulado del centro de presiones servirá como medida de estabilidad del deportista.

### Test de flexo-rotación

La aparición temprana de fatiga en la musculatura del tronco podría desencadenar severos problemas de coordinación muscular, control postural y estabilidad del raquis (Juan-Recio et al., 2014; Van Dieën et al., 2012), y como consecuencia, una mayor probabilidad de sufrir una lesión deportiva. Para la valoración de la fuerza resistencia de la musculatura del tronco se propone el test de flexo-rotación (Flexion Rotation Trunk Test [Brotons-Gil et al., 2013]), una prueba que evalúa no solo la capacidad de resistencia de los flexores sino también la de los rotadores del tronco. Durante la ejecución de la prueba, el participante se situará en decúbito supino, con la cabeza y espalda apoyadas en el suelo, las piernas flexionadas 90° y los brazos extendidos sobre el tronco de manera que las manos queden apoyadas sobre muslos con ambos pulgares entrelazados. El examinador será el encargado de ayudar al ejecutante a mantener las rodillas en la posición de partida durante todo el desarrollo del test, situando sus manos a ambos lados de estas. El deportista tratará de realizar el mayor número de repeticiones posible durante los 90 s de duración del test. Para que las repeticiones sean contabilizadas, el participante deberá tocar la mano del examinador realizando un movimiento de flexo-rotación y retornar a la posición de partida (apoyando la cabeza en el suelo) antes de volver a ejecutar la siguiente repetición hacia el lado opuesto (de acuerdo con el procedimiento descrito por Brotons-Gil et al. (2013) (figura 7).

### Fuerza isométrica de la abducción y aducción de cadera

Los déficits y los desequilibrios de fuerza muscular también han sido resaltados en investigaciones previas como potenciales factores de riesgo de lesión en jóvenes deportistas (De Ridder et al., 2017). La fuerza de abducción y de la aducción de cadera ha sido,

además, relacionada con la capacidad de los deportistas para controlar el centro de masas corporal y la alineación de las extremidades inferiores durante acciones dinámicas (Myer et al., 2012). Por esta razón, en el Programa Stop & Go consideramos la evaluación de la fuerza isométrica de la abducción y aducción de cadera como otro aspecto clave dentro de las estrategias de valoración pre-participación. Para su evaluación se propone el protocolo descrito por Thorborg et al., (2010), donde el participante efectuará una máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC) unilateral de la abducción y aducción de cadera durante 5 s contra un dinamómetro manual. Para ello, el participante se situará en decúbito supino y con la cadera en posición neutra (0° de flexión y abducción), mientras que el examinador se encargará de fijar el dinamómetro en el maléolo externo (para la abducción de cadera) y maléolo interno (para la aducción de cadera) del tobillo. Los resultados individuales para cada medida de la abducción y aducción de cadera serán normalizados en función del peso corporal del deportista (fuerza isométrica normalizada = fuerza isométrica máxima [N] / peso corporal [kg]) (Cejudo et al., 2021; Sigward et al., 2008). La estimación del momento del brazo de palanca o torque máximo también se calculará multiplicando el valor de fuerza isométrica máxima por la longitud de la tibia (m) y, posteriormente, dividiendo el resultado obtenido por la masa corporal (Cejudo et al., 2021; Sigward et al., 2008). Finalmente, se examinarán posibles desequilibrios de fuerza bilateral (entre piernas dominante y no dominante) y unilateral (entre agonista y antagonista). Diferencias bilaterales superiores al 10% podrían ser consideradas como un factor de riesgo de lesión de la extremidad inferior (López-Valenciano et al., 2018).



Figura 7. Test de flexo-rotación

### **Fuerza isométrica de la rotación interna y externa de cadera**

Para la valoración de la fuerza isométrica de rotadores internos y externos de cadera se seguirá un protocolo similar al anterior. En este caso, el participante también efectuará una máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC) unilateral de la rotación interna y externa de cadera durante 5 s contra un dinamómetro manual, pero desde una posición de decúbito prono con cadera neutra (o a 0°) y la rodilla flexionada a 90° (Cejudo et al., 2021). El examinador fijará el dinamómetro de acuerdo a las indicaciones descritas anteriormente, mientras que un segundo evaluador asistente se encargará del control de posibles movimientos compensatorios que pueda ejecutar el participante y que pudieran alterar la medida obtenida. Concretamente, en la evaluación de la rotación interna de cadera se evitará la elevación de la hemipelvis contralateral y movimientos como la abducción o extensión de cadera, mientras que en la rotación externa de cadera se impedirá la elevación de la hemipelvis homolateral y movimientos de cadera como la aducción o extensión. El test será repetido si el evaluador asistente no es capaz de controlar los movimientos compensatorios. Igual que para la fuerza isométrica de la abducción y aducción de cadera, los resultados individuales para cada medida de la rotación interna y externa de cadera serán normalizados en función del peso corporal del deportista, y se estimará el momento del brazo de palanca o torque máximo multiplicando el valor de fuerza isométrica máxima por la longitud de la tibia (m) y dividiendo posteriormente el resultado obtenido por la masa corporal (Cejudo et al., 2021; Sigward et al., 2008). Finalmente, se examinarán posibles desequilibrios de fuerza bilateral (entre piernas dominante y no dominante) y unilateral (entre agonista y antagonista).

### **Morfotipo sagital del raquis**

Estudios previos han demostrado que aquellos movimientos y posturas específicas y repetitivas de cada deporte podrían influir en las curvaturas de la columna vertebral (Rajabi et al., 2008; Wodecki et al., 2002), y estas alteraciones, a su vez, podrían incrementar el riesgo de sufrir una lesión (especialmente de aquellas que acontecen en la musculatura del

tronco). Por ello, existe la necesidad de integrar la evaluación de la disposición del raquis en los protocolos de identificación del riesgo. En este sentido, la metodología propuesta por Santonja (1996) para la medición integral del morfotipo sagital del raquis permite la evaluación de las curvaturas sagitales de la columna vertebral en bipedestación (Sainz de Baranda et al., 2010; Sanz-Mengibar et al., 2018), sedestación asténica (Sainz de Baranda et al., 2010) y flexión máxima del tronco (Sanz-Mengibar et al., 2018), proporcionando un diagnóstico preciso de la desalineación sagital de la columna vertebral (figura 8). Para su evaluación, será necesario que antes de la recogida de datos se señale en la piel del participante las apófisis espinosas de la primera vértebra torácica (T1), la 12ª vértebra torácica (T12) y la quinta vértebra lumbar (L5) (Sainz de Baranda et al., 2010). Para evaluar la bipedestación, el participante se colocará de pie y relajado, mientras el examinador posiciona un inclinómetro en la primera marca (T1) y lo calibra a 0° (Sanz-Mengibar et al., 2018). A continuación, el examinador perfilará la curvatura hasta alcanzar la máxima angulación de la curvatura torácica, y registrará ese valor del ángulo. Posteriormente, en este punto máximo, se calibrará de nuevo el inclinómetro a 0°, y se perfilará la curvatura lumbar hasta alcanzar el máximo ángulo, que también será registrado. Para medir la sedestación, el participante se sentará en una camilla manteniendo una postura relajada, con los antebrazos apoyados en los muslos, las rodillas flexionadas y sin apoyo de los pies (Sainz de Baranda et al., 2010). El examinador, primero, situará el inclinómetro en la primera marca (T1), y lo calibrará a 0°; después, colocará el inclinómetro en la segunda marca (T12) y registrará los grados de la curva torácica; finalmente, calibrará el inclinómetro a 0° en esta segunda marca y dirigirá entonces el inclinómetro hasta la tercera marca (L5), donde registrará el valor de la curva lumbar. Por último, las curvaturas torácica y lumbar durante la flexión máxima del tronco se evaluarán de forma similar al procedimiento empleado para la sedestación, con la única excepción de la posición del participante, quien se situará en posición de máxima flexión de tronco con las piernas totalmente extendidas (Sanz-Mengibar et al., 2018). De esta evaluación integral se obtendrán los valores de angulación de las

curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedestación y flexión máxima del tronco.

### ROM-Sport (miembro inferior)

Una limitada flexibilidad muscular ha sido evidenciada como un posible factor de riesgo de lesión en el deporte (Ruiz-Pérez et al., 2021), por lo que su evaluación debe ser un componente clave en todo protocolo de identificación del riesgo. Para la valoración del perfil de flexibilidad de las extremidades inferiores se sugiere la batería ROM-Sport, compuesta por un total de 11 pruebas que determinan el grado de flexibilidad de los principales grupos musculares a través del análisis del rango de movimiento (ROM) pasivo máximo (Cejudo et al., 2020). En la cadera, esta batería analiza el ROM de la flexión con rodilla extendida (FCRE) para isquiosurales, la flexión con rodilla flexionada (FCRF) para glúteo mayor, la extensión para psoas-ilíaco (EC), la aducción de la cadera con rodilla en flexión (ADD) para piramidal, glúteo medio y glúteo menor, la abducción con rodilla neutra (ABD) para aductores, la abducción con la rodilla en flexión (ABDRF) para aductores monoarticulares (pectíneo, aductor menor, aductor mediano o largo y aductor mayor), la rotación interna con rodilla flexionada (RIC) para rotadores externos de cadera (piramidal, obturador interno, obturador externo, gemelo superior, gemelo inferior, cuadrado femoral) y la rotación externa con rodilla flexionada (REC) para rotadores internos de cadera (glúteo medio, glúteo menor y tensor de la fascia lata). En la rodilla, valora el ROM de su flexión (FR) para cuádriceps. Y en el tobillo, mide la dorsiflexión con rodilla extendida (DFTRE) para gemelo y la dorsiflexión con rodilla flexionada para sóleo (DFTRF). Para la evaluación del ROM, será necesaria una camilla ajustable, un inclinómetro con varilla telescópica extensible, un goniómetro y un lumbosant (soporte lumbar para estandarizar la curvatura lumbar)<sup>4</sup>. Además de los resultados individuales para cada medida del ROM, esta batería también permitirá identificar posibles asimetrías entre piernas dominante y no dominante. Tomando como referencia los valores sugeridos por Fousekis et al., (2011) y Ellenbecker et al., (2007),

aquellas diferencias bilaterales superiores a 8° podrían ser consideradas “de riesgo”.

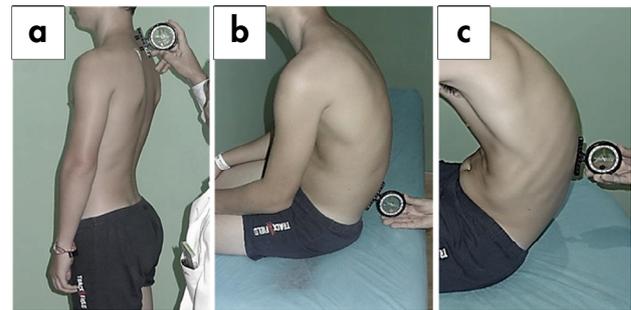


Figura 8. Evaluación integral del morfotipo sagital del raquis: (a) bipedestación, (b) sedestación asténica y (c) flexión máxima del tronco

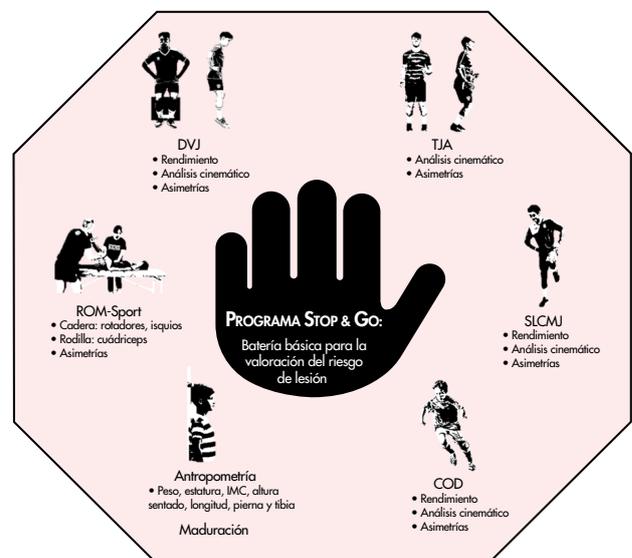


Figura 9. Batería básica para la valoración del riesgo de lesión en jóvenes deportistas propuesta por el Programa Stop & Go. Las fuentes de mayor tamaño indican el nombre de las pruebas, mientras que las de menor tamaño señalan su información más relevante. ROM: rango de movimiento; DVJ: Drop Vertical Jump; TJA: Tuck Jump Assessment; SLCMJ: Single Leg Countermovement Jump; CoD: cambio de dirección; IMC: índice de masa corporal.

### Aplicaciones prácticas

La implementación de estrategias que ayuden a reducir la incidencia y severidad de las lesiones que acontecen durante la participación de niños y adolescentes en el deporte requiere de protocolos de valoración válidos y fiables que permitan identificar aquellos jugadores en situación de alto riesgo. Tradicionalmente, estos protocolos han requerido el uso de equipamientos especializados y altamente costosos, que además implican un registro, filtrado y análisis de datos que requiere de una extensa

<sup>4</sup> Desde un punto de vista práctico, existen alternativas válidas, fiables y económicas para la valoración de la flexibilidad a través del ROM, como pueden ser la aplicación My ROM (antes Dorsiflex [Balsalobre-Fernández et al., 2019]) para iPhone o Clinometer (Mohammad et al., 2021) para Android y iPhone.

formación y trabajo. Esto limita la capacidad de examinar a un gran número de jugadores en cortos periodos de tiempo; algo que, sin embargo, representa el contexto real de la práctica deportiva en etapas formativas. Los test de campo se erigen, por tanto, como una buena alternativa para su utilización en el deporte base. En el Programa Stop & Go, presentamos una extensa batería que permite evaluar numerosos factores de riesgo personales, psicológicos y físicos propuestos previamente por la literatura científica a través de cuestionarios y test de campo. La aplicación de esta batería en pretemporada (y otros periodos de descanso a lo largo de la temporada, como fin de año o vacaciones de primavera) podría ayudar a identificar aquellos patrones de movimiento deficitarios y factores que puedan incrementar sustancialmente el riesgo de lesión en los jóvenes deportistas y, por tanto, a la toma de decisiones eficaces por parte de clubes, entrenadores y preparadores físicos que posibiliten la reducción de lesiones en sus respectivos equipos.

No obstante, somos conscientes de la gran cantidad de pruebas recogidas por la batería completa del Programa Stop & Go, y de las restricciones temporales y de recursos humanos habitualmente existentes en el deporte base. Por ello, y para cuando existan estas limitaciones, recomendamos utilizar la batería básica para la valoración del riesgo (figura 9), que incluye aquellas pruebas consideradas fundamentales por la relevancia de la información aportada. El tiempo estimado para realizar la valoración básica a un único deportista es de 15 min, por lo que la aplicación de esta versión reducida en modo circuito permitiría la evaluación de un grupo de 15-20 deportistas en aproximadamente 1h.

Una vez identificados aquellos patrones de movimiento deficitarios y factores que puedan predisponer al riesgo de lesión, el siguiente paso será la implementación de ejercicios que mejoren los déficits individuales detectados durante las valoraciones (van Mechelen et al., 1992). Tras un entrenamiento adecuado, el rendimiento en las pruebas debería mejorar y, en consecuencia, los déficits deberían reducirse, minimizando así el riesgo de lesión del joven deportista (Read et al., 2016).

## Financiación

Este trabajo es resultado de los proyectos de I+D titulados "Estudio del riesgo de lesión en jóvenes deportistas a través de redes de inteligencia artificial" (DEP2017-88775-P) y "El fútbol femenino importa: Identificación del riesgo de lesión a través de la inteligencia artificial" (PID2020-115886RB-I00), ambos financiados por la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Francisco Javier Robles-Palazón es beneficiario de un contrato predoctoral para la formación de personal investigador (20326/FPI/17), financiado a través de la Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. La investigadora Alba Aparicio-Sarmiento ha participado en el presente trabajo gracias a la Ayuda del programa de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Referencia: FPU18/00702). Francisco Ayala es beneficiario de un contrato posdoctoral Ramón y Cajal (RYC2019-028383-I), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

## Referencias

- Aarts, D., Barendrecht, M., Kemler, E., y Gouttebauge, V. (2021). The prevention of injuries among youth basketballers according to the "Sequence of Prevention": a systematic review. *South African Journal of Sports Medicine*, 33(1), 1-12.
- Allen, A. N., Wasserman, E. B., Williams, R. M., Simon, J. E., Dompier, T. P., Kerr, Z. Y., y Snyder Valier, A. R. (2019). Epidemiology of secondary school boys' and girls' basketball injuries: National athletic treatment, injury and outcomes network. *Journal of Athletic Training*, 54(11), 1179-1186.  
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-330-18>
- Andrade, E., Arce, C., Armental, J., Rodríguez, M., y de Francisco, C. (2008). Indicadores del estado de ánimo en deportistas adolescentes según el modelo multidimensional del POMS. *Psicothema*, 20(4), 630-635.
- Auhuber, L., Vogel, M., Grafe, N., Kiess, W., y Poulain, T. (2019). Leisure activities of healthy children and adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12), 2078.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph16122078>
- Ayala, F., Moreno-Pérez, V., Vera-García, F. J., Moya, M., Sanz-Rivas, D., y Fernandez-Fernandez, J. (2016). Acute and time-course effects of traditional and dynamic warm-up routines in young elite junior tennis players. *PLOS ONE*, 11(4), 1-14.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152790>
- Bahr, R. (2016). Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will...: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 776-780.  
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096256>

- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., y Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Balsalobre-Fernández, C., Romero-Franco, N., y Jiménez-Reyes, P. (2019). Concurrent validity and reliability of an iPhone app for the measurement of ankle dorsiflexion and inter-limb asymmetries. *Journal of Sports Sciences*, 37(3), 249–253. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1494908>
- Bastos, F. N., Vanderlei, F. M., Vanderlei, L. C. M., Júnior, J. N., y 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. <https://doi.org/10.1186/1755-7682-6-14>
- Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y., y Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British Journal of Sports Medicine*, 49(17), 1132–1137. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094959>
- Beunen, G., y Malina, R. M. (1988). Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 16(1), 503–540.
- Bishop, D. (2003). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483–498.
- Brotos-Gil, E., García-Vaquero, M. P., Peco-González, N., y Vera-García, F. J. (2013). Flexion-rotation trunk test to assess abdominal muscle endurance: reliability, learning effect, and sex differences. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1602–1608.
- Buela-Casal, G., Guillén-Riquelme, A., y Seisdedos Cubero, N. (2011). Cuestionario de ansiedad estado-rasgo: adaptación española. Madrid: TEA Ediciones.
- Cejudo, A., Armada-Zarco, J. M., Izzo, R., y Sainz de Baranda, P. (2021). Perfil de fuerza isométrica máxima de los rotadores de la cadera de un equipo senior de fútbol. *Journal of Universal Movement and Performance*, (4), 1–9. <https://doi.org/10.17561/jump.n4.1>
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., De Ste Croix, M., y 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>
- Cómez-Mármol, A., Sánchez-Alcaraz, B. J., De la Cruz, E., Valero, A., y González-Villora, S. (2017). Personal and social responsibility development through sport participation in youth scholars. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(2), 775–782. <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.02118>
- Cook, G., Burton, L., y Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(3), 132–139. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1382055>
- Crane, J., y Temple, V. (2015). A systematic review of dropout from organized sport among children and youth. *European Physical Education Review*, 21(1), 114–131.
- Dalleau, G., Belli, A., Viale, F., Lacour, J. R., y Bourdin, M. (2004). A simple method for field measurements of leg stiffness in hopping. *International Journal of Sports Medicine*, 25(3), 170–176. <https://doi.org/10.1055/s-2003-45252>
- De Ridder, R., Witvrouw, E., Dolphens, M., Roosen, P., y Van Ginckel, A. (2017). Hip strength as an intrinsic risk factor for lateral ankle sprains in youth soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(2), 410–416.
- Della Villa, F., Buckthorpe, M., Grassi, A., Nabiuzzi, A., Tosarelli, F., Zaffagnini, S., y Della Villa, S. (2020). Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *British Journal of Sports Medicine*, 54(23), 1423–1432. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101247>
- Dingenen, B., Malfait, B., Vanrenterghem, J., Robinson, M. A., Verschueren, S. M. P., y Staes, F. F. (2015). Can two-dimensional measured peak sagittal plane excursions during drop vertical jumps help identify three-dimensional measured joint moments? *Knee*, 22(2), 73–79. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.12.006>
- División de Estadística y Estudios. Secretaría General Técnica - Ministerio de Cultura y Deporte (2021). *Anuario de estadísticas deportivas 2021*. Ministerio de Cultura y Deporte. <https://www.culturaydeporte.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/deportes/anuario-de-estadisticas-deportivas.html>
- Donath, L., Roth, R., Zahner, L., y Faude, O. (2012). Testing single and double limb standing balance performance: comparison of COP path length evaluation between two devices. *Gait and Posture*, 36(3), 439–443. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.04.001>
- Dos'Santos, T., McBurnie, A., Donelon, T., Thomas, C., Comfort, P., y Jones, P. A. (2019). A qualitative screening tool to identify athletes with 'high-risk' movement mechanics during cutting: the cutting movement assessment score (CMAS). *Physical Therapy in Sport*, 38, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.05.004>
- Ellenbecker, T. S., Ellenbecker, G. A., Roetert, E. P., Silva, R. T., Keuter, G., y Sperling, F. (2007). Descriptive profile of hip rotation range of motion in elite tennis players and professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(8), 1371–1376. <https://doi.org/10.1177/0363546507300260>
- Faude, O., Rössler, R., Petushek, E. J., Roth, R., Zahner, L., y Donath, L. (2017). Neuromuscular adaptations to multimodal injury prevention programs in youth sports: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Physiology*, 8, 791. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00791>
- Flanagan, E. P., y Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength and Conditioning Journal*, 30(5), 32–38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318187e25b>
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Lloyd, R. S., Read, P., y Myer, G. D. (2017). Intra- and inter-rater reliability of the Modified Tuck Jump Assessment. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(1), 117–124.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Romero-Rodríguez, D., Montalvo, A. M., Kiefer, A. W., Lloyd, R. S., y Myer, G. D. (2016). Integrative neuromuscular training in youth athletes. Part I: identifying risk factors. *Strength and Conditioning Journal*, 38(4), 36–48. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000234>
- Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., y 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. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.077560>
- Fransen, J., Skorski, S., y Baxter-Jones, A. D. (2021). Estimating is not measuring: the use of non-invasive estimations of somatic maturity in youth football. *Science and Medicine in Football*, 5(4), 261–262. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1975808>
- Gimeno, F., Buceta, J. M., y Pérez-Llanta, M. (2001). El cuestionario «Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo» (CPRD): características psicométricas. *Análisis Psicológica*, 11(1), 93–113. <https://doi.org/10.14417/ap.346>
- Gokeler, A., y Dingenen, B. (2019). Between-session and inter-rater reliability of the modified tuck jump assessment in healthy adult athletes. *Physical Therapy in Sport*, 37, 10–14. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.02.002>
- Grindem, H., Logerstedt, D., Eitzen, I., Moksnes, H., Axe, M. J., Snyder-Mackler, L., Engebretsen, L., y Risberg, M. A. (2011). Single-Legged Hop Tests as Predictors of Self-Reported Knee Function in Nonoperatively Treated Individuals With Anterior Cruciate Ligament Injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2347–2354. <https://doi.org/10.1177/0363546511417085>

- Herrington, L., y Munro, A. (2010). Drop jump landing knee valgus angle; normative data in a physically active population. *Physical Therapy in Sport*, 11(2), 56-59. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2009.11.004>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., y Succop, P. (2005). Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Hulthén, R. M., Smith, J. J., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Hallal, P. C., Colyvas, K., y Lubans, D. R. (2017). Global participation in sport and leisure-time physical activities: a systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine*, 95, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.027>
- Johnson, D. M., Williams, S., Bradley, B., Sayer, S., Murray Fisher, J., y Cumming, S. (2020). Growing pains: maturity associated variation in injury risk in academy football. *European Journal of Sport Science*, 20(4), 544-552. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1633416>
- Juan-Recio, C., Barbado, D., López-Valenciano, A., y Vera-García, F. J. (2014). Test de campo para valorar la resistencia de los músculos del tronco. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(117), 59-68.
- Kemper, G. L. J., van der Sluis, A., Brink, M. S., Visscher, C., Frencken, W. G. P., y Elferink-Gemser, M. T. (2015). Anthropometric injury risk factors in elite-standard youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 36(13), 1112-1117. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1555778>
- Khamis, H. J., y Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.
- Kleinert, J. (2007). Mood states and perceived physical states as short term predictors of sport injuries: two prospective studies. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5(4), 340-351. <https://doi.org/10.1080/1612197x.2007.9671840>
- Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., Hewett, T. E., y Bahr, R. (2007). Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Injury in Basketball: Video Analysis of 39 Cases. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(3), 359-367. <https://doi.org/10.1177/0363546506293899>
- Larruskain, J., Lekue, J. A., Martín-Garetxana, I., Barrio, I., McCall, A., y Gil, S. M. (2021). Injuries are negatively associated with player progression in an elite football academy. *Science and Medicine in Football* (Ahead of print). <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.1943756>
- Li, H., Moreland, J. J., Peek-Asa, C., y Yang, J. (2017). Preseason anxiety and depressive symptoms and prospective injury risk in collegiate athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(9), 2148-2155. <https://doi.org/10.1177/0363546517702847>
- Lindblom, H., Hägglund, M., y Sonesson, S. (2021). Intra- and interrater reliability of subjective assessment of the drop vertical jump and tuck jump in youth athletes. *Physical Therapy in Sport*, 47, 156-164. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.11.031>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., y Williams, C. A. (2009). Reliability and validity of field-based measures of leg stiffness and reactive strength index in youths. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1565-1573. <https://doi.org/10.1080/02640410903311572>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Myer, G. D., De Ste Croix, M., Wass, J., y Read, P. J. (2019). Comparison of drop jump and tuck jump knee joint kinematics in elite male youth soccer players: implications for injury risk screening. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(6), 760-765.
- López-Valenciano, A., Ayala, F., Puerta, J. M., De Ste Croix, M., Vera-García, F. J., Hernández-Sánchez, S., Ruiz-Pérez, I., y Myer, G. D. (2018). A preventive model for muscle injuries: a novel approach based on learning algorithms. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(5), 915-927. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001535>
- Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulis, N., Loppini, M., y 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>
- Materne, O., Farooq, A., Johnson, A., Greig, M., y McNaughton, L. (2016). Relationship between injuries and somatic maturation in highly trained youth soccer players. En T. Favero, B. Drust, y B. Dawson (Eds.), *International research in science and soccer II* (pp. 182-192). Abingdon: Routledge.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., y Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689-694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Mohammad, W. S., Elattar, F. F., Elsaï, W. M., y AlDajah, S. O. (2021). Validity and reliability of a smartphone and digital inclinometer in measuring the lower extremity joints range of motion. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 10(2), Ahead of Print. <https://doi.org/10.26773/mjssm.210907>
- Munro, A. G., y Herrington, L. C. (2011). Between-session reliability of four hop tests and the agility T-test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1470-1477.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., y Hewett, T. E. (2012). An integrated approach to change the outcome part II: targeted neuromuscular training techniques to reduce identified ACL injury risk factors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2272-2292. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825c2c7d>
- Myer, G. D., Ford, K. R., y Hewett, T. E. (2008). Tuck jump assessment for reducing anterior cruciate ligament injury risk. *Athletic Therapy Today*, 13(5), 39-44.
- Myer, G. D., Ford, K. R., y Hewett, T. E. (2011). New method to identify athletes at high risk of ACL injury using clinic-based measurements and freeware computer analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 238-244. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.072843>
- Naderi, A., Shaabani, F., Zandi, H. G., Calmeiro, L., y Brewer, B. W. (2020). The effects of a mindfulness-based program on the incidence of injuries in young male soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 42(2), 161-171. <https://doi.org/10.1123/JSEP.2019-0003>
- Noyes, F. R., Barber, S. D., y 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.
- Oliver, J. L., Ayala, F., De Ste Croix, M. B. A., Lloyd, R. S., Myer, G. D., y Read, P. J. (2020). Using machine learning to improve our understanding of injury risk and prediction in elite male youth football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(11), 1044-1048. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.021>
- Organización Mundial de la Salud (2020). *Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios: de un vistazo*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337004>
- Owoeye, O. B. A., Ghali, B., Befus, K., Stilling, C., Hogg, A., Choi, J., Palacios-Derflinger, L., Pasanen, K., y Emery, C. A. (2020). Epidemiology of all-complaint injuries in youth basketball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(12), 2466-2476. <https://doi.org/10.1111/sms.13813>
- Parr, J., Winwood, K., Hodson-Tole, E., Deconinck, F. J. A., Parry, L., Hill, J. P., Malina, R., y Cumming, S. P. (2020). Predicting the timing of the peak of the pubertal growth spurt in elite male youth soccer players: evaluation of methods. *Annals of Human Biology*, 47(4), 400-408. <https://doi.org/10.1080/03014460.2020.1782989>
- Pedley, J. S., Lloyd, R. S., Read, P. J., Moore, I. S., De Ste Croix, M., Myer, G. D., y Oliver, J. L. (2020). Utility of kinetic and kinematic

- jumping and landing variables as predictors of injury risk: a systematic review. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 2(4), 287-304. <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00090-1>
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., y Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5 Suppl), 51–57.
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., Bourgois, J., Vrijens, J., Beunen, G., y Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 221–230. <https://doi.org/10.1080/02640410500189371>
- Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., y Underwood, F. B. (2006). Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(12), 911–919. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2244>
- Pollard, C. D., Sigward, S. M., y Powers, C. M. (2010). Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. *Clinical Biomechanics*, 25(2), 142–146. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.10.005>
- Powell, J. W., y Barber-Foss, K. D. (2000). Sex-related injury patterns among selected high school sports. *American Journal of Sports Medicine*, 28(3), 385–391. <https://doi.org/10.1177/03635465000280031801>
- Racine, K., Warren, M., Smith, C., y Lininger, M. R. (2021). Reliability of the tuck jump assessment using standardized rater training. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(1), 162–168. <https://doi.org/10.26603/001c.18662>
- Rajabi, R., Doherty, P., Goodarzi, M., y Hemayatlab, R. (2008). Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic participants. *British Journal of Sports Medicine*, 42(3), 229–232. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033639>
- Raya-González, J., Clemente, F. M., Beato, M., y Castillo, D. (2020). Injury profile of male and female senior and youth handball players: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3925. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113925>
- Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., y Lloyd, R. S. (2016). Neuromuscular risk factors for knee and ankle ligament injuries in male youth soccer players. *Sports Medicine*, 46(8), 1059–1066. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0479-z>
- Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., y Lloyd, R. S. (2018a). A prospective investigation to evaluate risk factors for lower extremity injury risk in male youth soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(3), 1244–1251. <https://doi.org/10.1111/sms.13013>
- Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, M. B. A., Myer, G. D., y Lloyd, R. S. (2018b). Landing kinematics in elite male youth soccer players of different chronologic ages and stages of maturation. *Journal of Athletic Training*, 53(4), 372–378. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-493-16>
- Read, P. J., Oliver, J. L., Myer, G. D., y Lloyd, R. S. (2019). Reducing injury risk in young athletes. En R. S. Lloyd, y J. L. Oliver (Eds.), *Strength and conditioning for young athletes* (pp. 336–361). New York: Routledge.
- Robles-Palazón, F. J., López-Valenciano, A., De Ste Croix, M., Oliver, J. L., García-Gómez, A., Sainz de Baranda, P., y Ayala, F. (2021). Epidemiology of injuries in male and female youth football players: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sport and health science*, S2095-2546(21)00109-5. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.10.002>
- Robles-Palazón, F. J., Ruiz-Pérez, I., Oliver, J. L., Ayala, F., y 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>
- Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Rodríguez-Juan, J. J., González-Hernández, J., Toscano-Bendala, F. J., Cuadrado-Peñafiel, V., y Balsalobre-Fernández, C. (2017). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science*, 17(4), 386–392. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249031>
- Rommers, N., Rössler, R., Verhagen, E., Vandecasteele, F., Verstockt, S., Vaeyens, R., Lenoir, M., D'Hondt, E., y Witvrouw, E. (2020). A machine learning approach to assess injury risk in elite youth football players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(8), 1745–1751. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002305>
- Rössler, R., Junge, A., Chomiak, J., Némec, K., Dvorak, J., Lichtenstein, E., y Faude, O. (2018). Risk factors for football injuries in young players aged 7 to 12 years. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(3), 1176–1182. <https://doi.org/10.1111/sms.12981>
- Ruiz-Pérez, I., López-Valenciano, A., Hernández-Sánchez, S., Puerta-Callejón, J. M., De Ste Croix, M., Sainz de Baranda, P., y Ayala, F. (2021). A field-based approach to determine soft tissue injury risk in elite futsal using novel machine learning techniques. *Frontiers in Psychology*, 12, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.610210>
- Sainz de Baranda, P., Santonja, F., y Rodríguez-Iniesta, M. (2010). Tiempo de entrenamiento y plano sagital del raquis en gimnastas de trampolín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 10(40), 521–536.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., y Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 648–658. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>
- Santonja, F. (1996). Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva. En V. Ferrer, L. Martínez, y F. Santonja (Eds.), *Escolar: Medicina y Deporte* (pp. 251–268). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.
- Sanz-Mengibar, J. M., Sainz de Baranda, P., y Santonja-Medina, F. (2018). Training intensity and sagittal curvature of the spine in male and female artistic gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(4), 465–471. <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.17.06880-3>
- Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorensen, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., y Childs, J. D. (2013). Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Military Medicine*, 178(11), 1264–1270. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222>
- Sharp, A. P., Cronin, J. B., y Neville, J. (2019). Using smartphones for jump diagnostics: a brief review of the validity and reliability of the My Jump app. *Strength & Conditioning Journal*, 41(5), 96–107. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000472>
- Sigward, S. M., Ota, S., y Powers, C. M. (2008). Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38(11), 661–667. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2695>
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., Junge, A., Dvorak, J., Bahr, R., y Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 337, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Steffen, K., Pensgaard, A. M., y Bahr, R. (2009). Self-reported psychological characteristics as risk factors for injuries in female youth football. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(3), 442–451. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00797.x>
- Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A. D., y Shultz, S. J. (2016). Biomechanical comparison of single- and double-leg jump landings in the sagittal and frontal plane. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(6), 1–9. <https://doi.org/10.1177/2325967116655158>

- Taylor, K. L., Sheppard, J. M., Lee, H., y Plummer, N. (2009). Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 657-661. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.04.004>
- Theisen, D., Frisch, A., Malisoux, L., Urhausen, A., Croisier, J. L., y Seil, R. (2013). Injury risk is different in team and individual youth sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(3), 200-204. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.07.007>
- Thomas, K., French, D., y Hayes, P. R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 332-335.
- Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S. P., y Hölmich, P. (2010). Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(3), 493-501. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00958.x>
- Towlson, C., Salter, J., Ade, J. D., Enright, K., Harper, L. D., Page, R. M., y Malone, J. J. (2021). Maturity-associated considerations for training load, injury risk, and physical performance in youth soccer: one size does not fit all. *Journal of Sport and Health Science*, 10(4), 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.09.003>
- Van Boekel, M., Bulut, O., Stanke, L., Palma Zamora, J. R., Jang, Y., Kang, Y., y Nickodem, K. (2016). Effects of participation in school sports on academic and social functioning. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 46, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2016.05.002>
- van der Sluis, A., Elferink-Gemser, M. T., Coelho-e-Silva, M. J., Nijboer, J. A., Brink, M. S., y Visscher, C. (2014). Sport injuries aligned to peak height velocity in talented pubertal soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(4), 351-355.
- Van Dieën, J. H., Luger, T., y Van Der Eb, J. (2012). Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1307-1313. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2082-1>
- van Mechelen, W., Hlobil, H., y Kemper, H. C. G. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports Medicine*, 14(2), 82-99.
- Verhagen, E., Bolling, C., y Finch, C. F. (2015). Caution this drug may cause serious harm! why we must report adverse effects of physical activity promotion. *British Journal of Sports Medicine*, 49(1), 1-2. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093604>
- Waldén, M., Krosshaug, T., Børneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., y Hägglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in noncontact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 49(22), 1452-1460. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>
- Weir, G., Alderson, J., Smailes, N., Elliott, B., y Donnelly, C. (2019). A reliable video-based ACL injury screening tool for female team sport athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 40(3), 191-199. <https://doi.org/10.1055/a-0756-9659>
- Wodecki, P., Guigui, P., Hanotel, M. C., Cardinne, L., y Deburge, A. (2002). Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities. *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de l'Appareil Moteur*, 88(4), 328-336.

## Anexos

### Anexo 1. Características personales y lesiones previas

**Nombre y apellidos:** \_\_\_\_\_

**Equipo/categoría:** \_\_\_\_\_

**Club:** \_\_\_\_\_

**Fecha de nacimiento:** \_\_\_\_\_

**Sexo:**  Hombre  Mujer

**Altura del padre:** \_\_\_\_\_

**Altura de la madre:** \_\_\_\_\_

**Años federado:** \_\_\_\_\_

**Posición deportiva:** \_\_\_\_\_

**Pierna dominante:** \_\_\_\_\_

**Días de entrenamiento a la semana:** \_\_\_\_\_

**Tiempo de entrenamiento/día:** \_\_\_\_\_

**¿Prácticas otro/s deporte/s?:**  Sí  No

**Si marcaste sí, indica: ¿cuáles?** \_\_\_\_\_

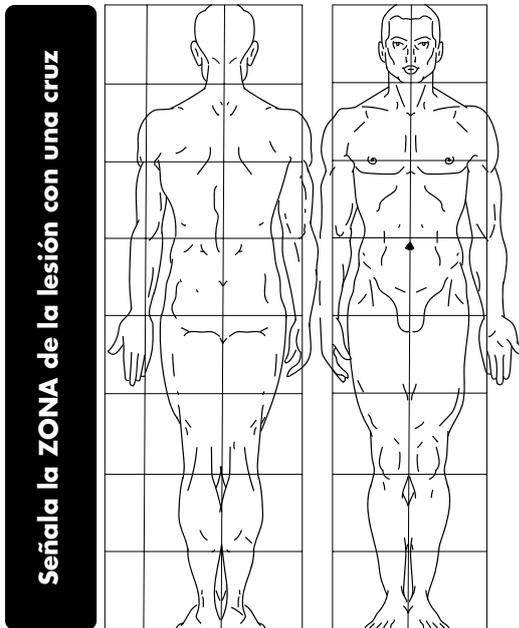
**Días de entrenamiento/semana:** \_\_\_\_\_

**Tiempo de entrenamiento/día:** \_\_\_\_\_

A continuación, te pedimos que registres las lesiones sufridas la **TEMPORADA PASADA**. Marca con una cruz cada una de las opciones que mejor describan la lesión registrada, y rellena una ficha independiente para cada una de las lesiones padecidas.

¿Cuántas lesiones padeciste la temporada pasada?

Rellena una ficha por cada una de las lesiones padecidas



<b>Lugar</b>	Competición
	Entrenamiento
	Otra (fuera del deporte)
<b>Momento</b>	Pre-temporada
	Temporada regular
	Play-off
	Selecciones
<b>Mecanismo de lesión</b>	Sobreuso
	Traumática
<b>¿Lesión por contacto o colisión?</b>	No
	Sí, con otro jugador
	Sí, con el balón
	Sí, con otro objeto
<b>Gravedad estimada de la lesión</b>	Mínima (ausencia de 1 a 3 días)
	Menor (ausencia de 4 a 7 días)
	Moderada (ausencia de 8-28 días)
	Severa (mayor de 28 días)
<b>¿Fue una recaída?</b>	No, fue una lesión nueva
	No, fue un aumento de los síntomas de dolor de una lesión que ya venía arrastrando
	Sí, recaída temprana (< 2 meses que volvió a la competición tras la lesión anterior)
	Sí, recaída tardía (> 2 meses que volvió a competir)
<b>Segmento de la lesión</b>	Dominante
	No Dominante
	Ambos
	No aplicable

<b>Localización lesión</b>	Cabeza/Cara
	Cuello/Columna cervical
	Hombro/Clavícula
	Brazo (parte alta)
	Codo
	Antebrazo
	Muñeca
	Mano/Dedos
	Esternón/Costillas/Espalda alta
	Abdomen
	Espalda baja-lumbar/Pelvis/Sacro
	Cadera/Ingle
	Muslo
	Rodilla
	Pierna/Tendón de Aquiles
Tobillo	
Pie/Dedos	
Otros: _____	
<b>Tipo de lesión</b>	Fracturas y estrés óseo
	Articular (no hueso) y ligamentos
	Muscular y tendón
	Contusión/Laceración/Lesión en piel
	Sistema nervioso central/Periférico
Otros: _____	
<b>Subcategoría tipo de lesión</b>	Fractura
	Otras lesiones de hueso
	Dislocación/Subluxación
	Esguinces/Lesiones de ligamento
	Lesión del menisco/Cartilago
	Músculo: desgarro/rotura de fibras/calambres
	Tendón: rupturas/tendinitis/bursitis
	Hematoma/Moradón/Contusión
	Abrasión
	Laceración
	Conmoción cerebral (con o sin pérdida de conciencia)
Lesión nerviosa	
Lesión dental	
Otros: _____	
<b>Tratamiento (puede señalar varias opciones)</b>	Fisioterapia
	Cirugía
	Fármacos
	Otros: _____
<b>Breve descripción de la lesión</b>	
<b>LESIÓN Nº:</b>	

**Anexo 2.** Perfil de estados de ánimo (profile of mood states [POMS]) para deportistas adolescentes<sup>5</sup>

Nombre:	Fecha:
---------	--------

Más abajo hay una lista de palabras que describen sensaciones que tiene la gente. Por favor, lee cada una cuidadosamente. Después rodea con un círculo, o tacha con una X uno de los números que hay al lado, el que mejor describa **CÓMO TE HAS SENTIDO TÚ DURANTE LA SEMANA PASADA** incluyendo el día de hoy.

Los números significan:  
 0 = Nada;                      1 = Un poco;                      2 = Moderadamente;                      3 = Bastante;                      4 = Muchísimo.

1.	Intranquilo	0	1	2	3	4
2.	Amable	0	1	2	3	4
3.	Furioso	0	1	2	3	4
4.	Lleno de energía	0	1	2	3	4
5.	Arrepentido por las cosas hechas	0	1	2	3	4
6.	Inquieto	0	1	2	3	4
7.	Con rabia	0	1	2	3	4
8.	Alegre	0	1	2	3	4
9.	Abatido	0	1	2	3	4
10.	Confundido	0	1	2	3	4
11.	Desesperado	0	1	2	3	4
12.	Molesto	0	1	2	3	4
13.	Amistoso	0	1	2	3	4
14.	Inútil	0	1	2	3	4
15.	Agotado	0	1	2	3	4
16.	Indeciso	0	1	2	3	4
17.	Cansado	0	1	2	3	4
18.	Incapaz de concentrarme	0	1	2	3	4
19.	Animado	0	1	2	3	4
20.	Nervioso	0	1	2	3	4
21.	Confiado	0	1	2	3	4
22.	Enfadado	0	1	2	3	4
23.	Tenso	0	1	2	3	4
24.	Triste	0	1	2	3	4
25.	Fatigado	0	1	2	3	4
26.	Infeliz	0	1	2	3	4
27.	Activo	0	1	2	3	4
28.	Culpable	0	1	2	3	4
29.	Desorientado	0	1	2	3	4
30.	Débil	0	1	2	3	4
31.	Solo	0	1	2	3	4
32.	Comprensivo	0	1	2	3	4
33.	Desanimado	0	1	2	3	4

**RAQUIS**  
 Grupo de Investigación  
 Aparato Locomotor y Deporte

**FACTORES DEL POMS-ADOLESCENTES**

TENSIÓN	1, 6, 20, 23
ESTADO DEPRIMIDO	5, 9, 11, 14, 24, 26, 28, 31, 33
ENFADO	3, 7, 12, 22
ENERGÍA-VITALIDAD	4, 8, 19, 27
FATIGA	15, 17, 25, 30
CONFUSIÓN (poca claridad de ideas)	10, 16, 18, 29
COMPAÑERISMO	2, 13, 21, 32

**EVALUACIÓN DEL POMS-ADOLESCENTES**

El resultado obtenido para cada factor se calculará mediante la suma de las puntuaciones otorgadas por el deportista (de 0 a 4, según aparece en el propio cuestionario) para cada uno de sus ítems.

<sup>5</sup> Cuestionario propuesto en Andrade, E., Arce, C., Armental, J., Rodríguez, M., de Francisco, C. (2008). Indicadores del estado de ánimo en deportistas adolescentes según el modelo multidimensional del POMS. *Psicothema*, 20(4), 630-635.

**Anexo 3. Cuestionario de características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD)<sup>6</sup>**

Nombre:	Fecha:
---------	--------

Estimado deportista:

El deporte de alta competición exige, cada vez más, que los métodos de entrenamiento y preparación de los deportistas cuyo objetivo es la consecución del éxito al más alto nivel evolucionen teniendo en cuenta las características físicas, técnicas y psicológicas de los deportistas que deben ser entrenados, así como su opinión respecto a cuestiones relacionadas con su participación en pruebas, partidos y competiciones. Esta es la tendencia que, desde hace años, se ha seguido en los países cuyos deportistas, hoy en día, suelen acaparar el mayor número de medallas y primeros puestos a nivel mundial, siendo nuestra intención recoger un amplio número de datos de deportistas españoles que permitan hacer lo mismo en España. Por este motivo nos dirigimos a usted ya que consideramos que, como deportista de competición que es, sus respuestas serán para nosotros de una gran ayuda.

En concreto, se trata de conocer ciertas características y opiniones de los deportistas españoles en relación con su participación en las competiciones deportivas. Con este fin, le agradeceríamos que contestase a las preguntas que le adjuntamos.

No existen respuestas mejores o peores. Cada deportista es diferente, razón por la cual le pedimos que conteste con la máxima sinceridad.

El cuestionario es estrictamente confidencial; si quiere poner su nombre puede hacerlo y, en ese caso, podremos informarle sobre sus contestaciones más adelante. Si no desea poner su nombre puede dejar el espacio correspondiente en blanco.

Numerosos deportistas de diferentes deportes han sido invitados a participar. Muchos de ellos ya han aceptado hacerlo. Esperamos contar también con su valiosa y amable colaboración.

Muchas gracias.

**INSTRUCCIONES**

Conteste, por favor, a cada una de las siguientes cuestiones, indicando en qué medida se encuentra de acuerdo con ellas.

Como podrá observar existen seis opciones de respuesta, representadas cada una por un cuadrado. Elija la que desee, según se encuentre más o menos de acuerdo, marcando con una cruz el cuadrado correspondiente. En el caso de que no entienda lo que quiere decir exactamente alguna de las preguntas, marque con una cruz el cuadrado de la última columna.

**EJEMPLOS**

PREGUNTAS:	TOTALMENTE EN DESACUERDO		TOTALMENTE DE ACUERDO		NO ENTIENDO
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1. Me encuentro muy nervioso/a antes de una competición (o un partido) importante	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Esta respuesta significaría que no se está de acuerdo con el enunciado, aunque no totalmente en desacuerdo.

2. Me motivan más las competiciones (o los partidos) que los entrenamientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------

<sup>6</sup> Cuestionario extraído de Gimeno, F., Buceta, J. M. & Pérez-Llantada, M. C. (2001). El cuestionario «Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo» (CPRD): características psicométricas. *Análisis Psicológica*, 19(1), 93-113.



PREGUNTAS:	TOTALMENTE EN DESACUERDO		TOTALMENTE DE ACUERDO		NO ENTIENDO
27. Cuando mi equipo pierde me encuentro mal con independencia de mi rendimiento individual					
28. Cuando cometo un error en una competición (o partido) me pongo muy ansioso					
29. En este momento, lo más importante en mi vida es hacerlo bien en mi deporte					
30. Soy eficaz controlando mi tensión					
31. Mi deporte es toda mi vida					
32. Tengo fe en mí mismo					
33. Suelo encontrarme motivado por superarme día a día					
34. A menudo pierdo la concentración durante la competición (o partido) como consecuencia de las decisiones de los árbitros o jueces que considero desacertadas y van en contra mía o de mi equipo					
35. Cuando cometo un error durante una competición (o partido) suele preocuparme lo que piensen otras personas como el entrenador, los compañeros de equipo o alguien que esté entre los espectadores					
36. El día anterior a una competición (o partido) me encuentro habitualmente demasiado nervioso o preocupado					
37. Suelo marcarme objetivos cuya consecución depende de mí al 100% en lugar de objetivos que no dependen solo de mí					
38. Creo que la aportación específica de todos los miembros de un equipo es sumamente importante para la obtención del éxito del equipo					
39. No merece la pena dedicar tanto tiempo y esfuerzo como yo le dedico al deporte					
40. En las competiciones (o partidos) suelo animarme con palabras, pensamientos o imágenes					
41. A menudo pierdo la concentración durante una competición (o partido) por preocuparme o ponerme a pensar en el resultado final					
42. Suelo aceptar bien las críticas e intento aprender de ellas					
43. Me concentro con facilidad en aquello que es lo más importante en cada momento de una competición (o partido)					
44. Me cuesta aceptar que se destaque más la labor de otros miembros del equipo que la mía					
45. Cuando finaliza una competición (o partido) analizo mi rendimiento de forma objetiva y específica (es decir, considerando hechos reales y cada apartado de la competición o el partido por separado)					
46. A menudo pierdo la concentración en la competición (o partido) a consecuencia de la actuación o los comentarios poco deportivos de los adversarios					
47. Me preocupan mucho las decisiones que respecto a mí pueda tomar el entrenador durante una competición (o partido)					
48. No ensayo mentalmente, como parte de mi plan de entrenamiento, situaciones que debo corregir o mejorar					
49. Durante los entrenamientos suelo estar muy concentrado en lo que tengo que hacer					
50. Suelo establecer objetivos prioritarios antes de cada sesión de entrenamiento y de cada competición (o partido)					
51. Mi confianza en la competición (o partido) depende en gran medida de los éxitos o fracasos en las competiciones (partidos) anteriores					
52. Mi motivación depende en gran medida del reconocimiento que obtengo de los demás					
53. Las instrucciones, comentarios y gestos del entrenador suelen interferir negativamente en mi concentración durante la competición (o partido)					
54. Suelo confiar en mí mismo aún en los momentos más difíciles de una competición (o partido)					
55. Estoy dispuesto a cualquier esfuerzo por ser cada vez mejor					

**FACTORES DEL CPRD**

CONTROL DEL ESTRÉS	1, 3, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 24, 26, 30, 32, 36, 41, 43, 54
INFLUENCIA DE LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO	9, 16, 28, 34, 35, 42, 44, 46, 47, 51, 52, 53
MOTIVACIÓN	4, 15, 29, 31, 33, 39, 49, 55
HABILIDAD MENTAL	2, 7, 23, 25, 37, 40, 45, 48, 50
COHESIÓN DE EQUIPO	5, 11, 18, 22, 27, 38

**EVALUACIÓN DEL CPRD**

La puntuación total para cada factor se obtendrá mediante la suma de las puntuaciones otorgadas para cada uno de sus ítems. Para ello, otorgaremos valores de 0 a 4 en cada respuesta, de manera que una cruz en el primer recuadro sea puntuada con un "0" para esa pregunta, mientras que una cruz en el último recuadro (excluyendo "no entiendo") sea calificada con "4" puntos.

Por ejemplo, para la última pregunta del cuestionario, se otorgarán las siguientes calificaciones en función de la casilla marcada:

	0	1	2	3	4	NO ENTIENDO
55. Estoy dispuesto a cualquier esfuerzo por ser cada vez mejor						

No obstante, algunas preguntas del cuestionario utilizan ítems formulados en negativo y, por tanto, requieren de una recodificación en las puntuaciones otorgadas a las respuestas. En estos casos invertiremos las puntuaciones, de manera que una cruz en el primer recuadro sea puntuada con un "4" para esa pregunta, mientras que una cruz en el último recuadro (excluyendo "no entiendo") sea calificada con "0" puntos.

En la primera pregunta del cuestionario encontramos un ejemplo de ítem que requiere recodificación:

	4	3	2	1	0	NO ENTIENDO
1. Suelo tener problemas concentrándome mientras compito						

A continuación, se listan todos los ítems del cuestionario que requieren esta recodificación antes del cálculo de las puntuaciones totales: 1, 2, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 26, 28, 34, 35, 36, 39, 41, 44, 46, 47, 48, 51, 52, 53.

**Anexo 4. Cuestionario de ansiedad estado-rasgo (STAI)<sup>7</sup>**

Nombre:	Fecha:
---------	--------

**A-E**

**INSTRUCCIONES**

A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la puntuación de 0 a 3 que indique mejor cómo se **SIENTE USTED AHORA MISMO**, en este momento. No hay respuestas buenas ni malas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y conteste señalando la respuesta que mejor describa su situación presente.

Los números significan			
0= Nada;	1= Algo;	2= Bastante;	3= Mucho.

		Nada	Algo	Bastante	Mucho
1.	Me siento calmado	0	1	2	3
2.	Me siento seguro	0	1	2	3
3.	Estoy tenso	0	1	2	3
4.	Estoy contrariado	0	1	2	3
5.	Me siento cómodo (estoy a gusto)	0	1	2	3
6.	Me siento alterado	0	1	2	3
7.	Estoy preocupado ahora por posibles desgracias futuras	0	1	2	3
8.	Me siento descansado	0	1	2	3
9.	Me siento angustiado	0	1	2	3
10.	Me siento confortable	0	1	2	3
11.	Tengo confianza en mí mismo	0	1	2	3
12.	Me siento nervioso	0	1	2	3
13.	Estoy desasosegado	0	1	2	3
14.	Me siento muy "atado" (como oprimido)	0	1	2	3
15.	Estoy relajado	0	1	2	3
16.	Me siento satisfecho	0	1	2	3
17.	Estoy preocupado	0	1	2	3
18.	Me siento aturdido y sobreexcitado	0	1	2	3
19.	Me siento alegre	0	1	2	3
20.	En este momento me siento bien	0	1	2	3

**A-R**

**INSTRUCCIONES**

A continuación encontrará unas frases que se utilizan corrientemente para describirse uno a sí mismo. Lea cada frase y señale la puntuación de 0 a 3 que indique mejor cómo se **SIENTE USTED EN GENERAL**, en la mayoría de las ocasiones. No hay respuestas buenas ni malas. No emplee demasiado tiempo en cada frase y conteste señalando lo que mejor describa cómo se siente usted generalmente.

Los números significan:			
0 = Casi nunca;	1 = A veces;	2 = A menudo;	3 = Casi siempre.

<sup>7</sup> Cuestionario extraído de Buela-Casal, G., Guillén-Riquelme, A., & Seisdedos Cubero, N. (2011). Cuestionario de ansiedad estado-rasgo: adaptación española. Madrid: TEA Ediciones.

		Casi nunca	A veces	A menudo	Casi siempre
21.	Me siento bien	0	1	2	3
22.	Me siento seguro	0	1	2	3
23.	Siento ganas de llorar	0	1	2	3
24.	Me gustaría ser tan feliz como otros	0	1	2	3
25.	Pierdo oportunidades por no decidirme pronto	0	1	2	3
26.	Me siento descansado	0	1	2	3
27.	Soy una persona tranquila, serena y sosegada	0	1	2	3
28.	Veó que las dificultades se amontonan y no puedo con ellas	0	1	2	3
29.	Me preocupo demasiado por cosas sin importancia	0	1	2	3
30.	Soy feliz	0	1	2	3
31.	Suelo tomar las cosas demasiado seriamente	0	1	2	3
32.	Me falta confianza en mí mismo	0	1	2	3
33.	Me siento seguro	0	1	2	3
34.	Evito enfrentarme a las crisis o dificultades	0	1	2	3
35.	Me siento triste (melancólico)	0	1	2	3
36.	Estoy satisfecho	0	1	2	3
37.	Me rondan y molestan pensamientos sin importancia	0	1	2	3
38.	Me siento aturdido y sobreexcitado	0	1	2	3
39.	Me siento alegre	0	1	2	3
40.	En este momento me siento bien	0	1	2	3

**FACTORES DEL STAI**

Ansiedad-Estado (A-E)	Ítems del 1 al 20
Ansiedad-Rasgo (A-R)	Ítems del 21 al 40

**EVALUACIÓN DEL STAI**

La puntuación total para A-E y A-R se obtendrá mediante la suma de las puntuaciones otorgadas (de 0 a 3, según valores que aparecen en el propio cuestionario) para cada uno de sus ítems. No obstante, y dado que algunas preguntas del cuestionario utilizan ítems negativos para valorar la ansiedad, se hace necesaria la recodificación de las puntuaciones concedidas a las respuestas de los siguientes ítems: 1, 2, 5, 8, 10, 11, 15, 16, 19, 20, 21, 26, 27, 30, 33, 36, 39. En estos casos invertiremos las puntuaciones, de manera que una respuesta de "0" otorgada por el deportista para ese ítem se convertirá en un valor de "3" para el cálculo de las puntuaciones totales.

Por ejemplo, para el ítem número 1 del cuestionario, se otorgarán las siguientes calificaciones en función de la respuesta marcada:

	Nada	Algo	Bastante	Mucho
1. Me siento calmado	3	2	1	0

## **POLÍTICA EDITORIAL**

Journal of Universal Movement and Performance (JUMP) es una revista digital multidisciplinar de publicación periódica de artículos científicamente fundamentados y relevantes para el desarrollo de las distintas dimensiones del rendimiento motriz en las diferentes áreas de conocimiento tanto de manera general (Ciencias, Ciencias de la Salud, Ingeniería y Arquitectura, Ciencias Sociales y Jurídicas, Arte y Humanidades), como de manera específica (Ciencias del Deporte, Música, Danza, rendimiento militar, educación en sus diferentes vertientes relacionadas con el movimiento, o Bellas Artes, entre otras). El objetivo bidireccional de esta revista, centrado tanto en el desarrollo del campo de conocimiento en cuestión como en el acercamiento de los avances científicos a los profesionales del ámbito práctico, permite (y así se fomentará) la publicación de apartados de divulgación que faciliten la transferencia del conocimiento científico al mundo laboral, pero siempre dentro de artículos de carácter científico que son elegidos a través de un riguroso proceso de revisión externa por expertos bajo la modalidad doble ciego.

## **ENFOQUE Y ALCANCE**

JUMP es una revista de libre acceso en la red que publica artículos de investigación original y revisiones en todas las áreas y disciplinas relacionadas con el movimiento y rendimiento humano. La revista está dirigida, por tanto, a investigadores, y profesionales relacionados con este campo de estudio. Los trabajos deben ser originales, no publicados ni estar siendo considerados en otra revista para su publicación. El autor es el único responsable de las afirmaciones sostenidas en su artículo.

Los artículos originales deben presentar resultados de trabajos de investigación. Tendrán la siguiente estructura: resumen, palabras clave, texto (introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones y aplicaciones

prácticas), agradecimientos y bibliografía. Los artículos de revisión deben exponer el estado de la cuestión sobre un determinado tema a través de una rigurosa pesquisa bibliográfica. También se publicarán cartas al editor con comentarios cortos sobre desacuerdos o acuerdos conceptuales, metodológicos o de contenido sobre artículos publicados previamente en la revista.

## **IDIOMA**

El idioma de los documentos publicados en la revista será el español y el inglés. No obstante, todos los artículos deberán aportar un título, abstract y palabras clave en inglés acompañando a título, resumen y palabras clave originales.

## **PERIODICIDAD DE PUBLICACIÓN**

La frecuencia de publicación es bianual, con dos números publicados electrónicamente cada año durante los meses de enero y julio. Se publicarán entre 6-10 artículos por número. En cualquier caso, la revista se reserva la posibilidad de publicar mayor/menor número de artículos números especiales, como monográficos, suplementos, etc..

## **POLÍTICA DE ACCESO ABIERTO**

JUMP es una revista de acceso abierto, por lo que todo el contenido publicado en esta revista está disponible de manera gratuita para el cualquier usuario e institución. Los usuarios pueden leer, descargar, imprimir, buscar o vincular los textos completos de los artículos, o usarlos para cualquier otro propósito legal, sin solicitar permiso previo al editor o autor del documento.

## **PROCESO DE REVISIÓN POR PARES**

Todos los manuscritos recibidos serán revisados en primera instancia por los editores principales, editores asociados y editores de

sección, quienes decidirán si el artículo sigue la línea editorial de la revista y si cumple con los requisitos formales establecidos en las normas de los autores. Los manuscritos que no cumplan con estas características formales serán devueltos a sus autores en un plazo de 20 días para que sean adaptados a las normas actuales, y aquellos que no sigan la línea editorial serán rechazados para su publicación en la revista.

La recepción de los trabajos será comunicada de inmediato por correo electrónico, y aquellos documentos que presenten una adaptación correcta a las normas de los autores y que sigan la línea editorial de la revista serán enviados anónimamente a revisores externos para su rigurosa revisión. Todos los artículos recibidos (excepto las Cartas al Editor) serán revisados a través de un sistema anónimo de revisión por pares, en el que participarán al menos dos evaluadores expertos en la temática objeto de estudio.

El proceso de revisión del artículo se realiza con el software Open Journal System (OJS) que garantiza el registro electrónico automatizado y auditable de todas las interacciones. Es un proceso transparente que permite mejorar los textos cuando su publicación es viable.

Los artículos podrán ser rechazados, aceptados con pequeñas modificaciones, aceptados con modificaciones importantes o aceptados sin modificación. En caso de ligeras modificaciones y modificaciones importantes, la versión actualizada del artículo enviado por los autores será de nuevo revisada por al menos uno de los evaluadores iniciales con el objetivo de asegurar la correcta ejecución de los cambios sugeridos antes de la publicación del manuscrito.

## EDITOR Y ENTIDAD AUTORA

Editor: Universidad de Jaén

Entidad autora o responsable: Grupo de investigación Ciencia, Educación, Deporte y Actividad Física (Universidad de Jaén); Grupo investigación Human Movement and Sport Exercise (HUMSE) (Universidad de Murcia)

## PATROCINADOR

Consejo Superior de Deportes

## CALIDAD CIENTIFICA

Los responsables de la revista, se comprometan a diseñar el OJS siguiendo a las indicaciones señaladas en las normativas de FECYT. Se adjunta el template modelo, que como se aprecia se ajusta a las normativas FECYT.

## NORMAS DE AUTORES

### Presentación y estructura de los artículos originales

JUMP es una publicación académica que no emite ni acepta pagos por el envío, procesamiento y publicación de las colaboraciones que recibe.

El artículo debe enviarse al OJS de la revista. El autor debe registrarse en el sistema, llenar y adjuntar toda la documentación que se requiera (carta de presentación, carta de cesión de derechos, etc.).

En la lista de autores firmantes deben figurar únicamente aquellas personas que han contribuido intelectualmente al desarrollo del trabajo. Haber ayudado en la colección de datos o haber participado en alguna técnica no son, por sí mismos criterios suficientes para figurar como autor. En general, para figurar como autor se deben cumplir los siguientes requisitos: 1. Haber participado en la concepción y realización del trabajo que ha dado como resultado al artículo en cuestión. 2. Haber participado en la redacción del texto y en las posibles revisiones del mismo. 3. Haber aprobado la versión que finalmente va a ser publicada.

Es necesario que, al momento de enviar manuscritos, el autor incluya información de todos los coautores (nombre normalizado, ORCID, afiliación institucional) e información precisa sobre la investigación y apoyo financiero.

El texto del manuscrito no debe contener ninguna información de los autores ni de las instituciones a las que pertenecen para poder garantizar una revisión doble ciego. Toda esta información debe incluirse en los formularios que el sistema dispone. Los manuscritos originales y de revisión deben cumplir con la siguiente estructura:

- **Título del artículo** (conciso pero informativo), en castellano e inglés, conformado con el mayor número de términos significativos posibles (a ser posible tomados de un vocabulario controlado de la especialidad). Si es necesario

se añadirá un subtítulo no superior a 40 letras y espacios, en castellano e inglés

- El **Resumen** será de una extensión entre 250 y 300 palabras. En el caso de los artículos originales el resumen hará referencia a los cuatro apartados (resumen estructurado): Introducción, Material y Métodos, Resultados y Discusión (IMRD). En cada uno de ellos se describirá de forma concisa, respectivamente, el motivo y el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones. Se enfatizarán los aspectos novedosos y relevantes del trabajo. En el caso de los artículos de revisión, el resumen debe indicar de manera concisa el objetivo de la revisión, los criterios de selección y metodología de la búsqueda bibliográfica, evaluación breve de la información recolectada y conclusiones.

- **Palabras clave:** Debajo del resumen se especificarán de 5-10 palabras clave o frases cortas que identifiquen el contenido del trabajo para su inclusión en los repertorios y bases de datos nacionales e internacionales. Se procurará poner el mayor número posible hasta un máximo de diez. Se deben utilizar términos controlados de referencia.

- **Introducción:** Debe incluir los fundamentos y el propósito del estudio o de la revisión, utilizando las citas bibliográficas estrictamente necesarias. No incluirá datos o conclusiones del trabajo que se presenta.

- **Material y métodos:** Será presentado con la precisión que sea conveniente para que el lector comprenda y confirme el desarrollo de la investigación. Fuentes y métodos previamente publicados deben describirse sólo brevemente y aportar las correspondientes citas, excepto que se hayan realizado modificaciones en los mismos. Se describirá el cálculo del tamaño de la muestra y la forma de muestreo utilizada en su caso. Se hará referencia al tipo de análisis documental, crítico, estadístico, etc. empleado (indíquese el que proceda según área de conocimiento). Si se trata de una metodología original, es necesario exponer las razones que han conducido a su empleo y describir sus posibles limitaciones. Cuando se trate de trabajos experimentales en los que se hayan utilizado grupos humanos o de animales, se indicará si se han tenido en cuenta los criterios éticos aprobados por la comisión correspondiente del centro en el que se realizó el estudio y, en todo caso, si se han respetado los acuerdos

de la Declaración de Helsinki en su revisión de octubre del año 2000, elaborada por la Asociación Médica Mundial (<http://www.wma.net/>). No deben utilizarse los nombres ni las iniciales de las personas que hayan participado formando parte de la muestra estudiada. Cuando se haga referencia a sustancias o productos químicos debe indicarse el nombre genérico, la dosificación y la vía de administración. En los artículos de revisión, el apartado de «metodología» debe exponer cómo, con qué criterios y qué trabajos se han seleccionado y revisado.

- **Resultados:** Aparecerán en una secuencia lógica en el texto, tablas o figuras, no debiendo repetirse en todas ellas los mismos datos. Se procurará resaltar las observaciones importantes. Se describirán, sin interpretar ni hacer juicios de valor, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados.

- **Discusión:** Resumirán los hallazgos, relacionando las propias observaciones con otros estudios de interés y señalando las aportaciones y limitaciones de unos y otros. No se deben repetir con detalle los datos u otro material ya comentado en otros apartados. Mencionar las inferencias de los hallazgos y sus limitaciones, incluyendo las deducciones para una investigación futura. Enlazar las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando las afirmaciones gratuitas y las conclusiones no apoyadas completamente por los datos del trabajo.

- **Aplicaciones prácticas:** Se indicarán de manera detallada la utilidad que las aportaciones realizadas en su estudio tienen en el entorno profesional o aplicado. Se pretende que este texto se dirija a entornos profesionales (entrenadores, profesores de educación física, militares, músicos, etc.), por lo que tendrá un carácter divulgativo, con un lenguaje claro, preciso y sencillo, detallando la utilidad al ámbito profesional que tiene la aportación científica analizada en el estudio. Esta sección deberá tener un mínimo de 500 palabras.

- **Agradecimientos:** Únicamente se agradecerá su colaboración a personas que hayan hecho contribuciones sustanciales al estudio, pero sin llegar a merecer la calificación de autor, debiendo disponer el autor de su consentimiento por escrito. Así mismo, El Council Science Editors (CSE) recomienda a los autores, en su caso, una declaración explícita de la fuente de financiación de la investigación y que esta se ubique en los agradecimientos (CSE 2000)

(Conflicts of Interest and the Peer Review Process. Draft for CSE member review, posted 3/31/00. <http://www.cbe.org/>). Esta sección solo se debe incluir una vez el manuscrito sea aprobado para su publicación.

- **Referencias:** La bibliografía debe reseñarse a continuación de las conclusiones o de los agradecimientos si los hubiere, cumpliendo las normas APA (última edición). Para artículos originales se proponen entre 30 y 40 referencias y para artículos de revisión entre 80 y 100 referencias a literatura especializada publicada recientemente en revistas de calidad. Se utilizará la normativa de citas y referencias de las normas APA (última edición). A continuación, se detallan algunos ejemplos:

- **Artículo de revista:** Apellido, A. A., Apellido, B. B., & Apellido, C. C. (Fecha). Título del artículo. Nombre de la revista, volumen(número), pp–pp. <https://doi.org/10.xxxx>

- **Libro:** Apellido, A. A. (Año). Título. Editorial. <https://doi.org/10.xxxx>

- **Capítulo de libro:** Apellido, A., & Apellido, B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. Apellido, & A. Apellido (Eds.), Título del libro (pp. xx–xx). Editorial. <https://doi.org/10.xxxx>

- **Tesis:** Autor, A., & Autor, A. (Año). Título de la tesis (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la institución, Lugar.

Consultar más en: [Reference Examples APA](#)

Para el uso de fotografías, imágenes, gráficos, mapas e ilustraciones se deben adjuntar en formato digital a 300 dpi, mínimo, y además deberán parecer con sus respectivos pies de imagen, en los que se referencia el número de la serie, el nombre de la pieza (en cursiva), autoría, procedencia, técnica, fecha de elaboración y demás informaciones que correspondan, tal como lo define las normas APA. Para la presentación de tablas y figuras consultar: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/tables-figures>

## NORMAS DE REVISORES

La tarea del Revisor Externo, como evaluador de pares, es la de analizar de forma crítica y constructiva el contenido del manuscrito, para colaborar con el editor en comprobar y ratificar si el trabajo presentado es de alta calidad científica y cumple todos los parámetros de JUMP para ser aceptado y posteriormente editado. La valoración de los revisores es clave para apreciar la originalidad,

actualidad y novedad, relevancia (aplicabilidad de los resultados), significación (avance del conocimiento científico), fiabilidad y validez científica (calidad metodológica), presentación (correcta redacción y estilo) y organización del manuscrito (coherencia lógica y presentación material). Para ello, os evaluadores tendrán a su disposición un formulario de evaluación en línea soportado en el sistema de gestión editorial OJS.

Los revisores tendrán un plazo máximo de 30 días (hábiles o calendario) para emitir su dictamen.

## ÉTICA DE LA PUBLICACIÓN

JUMP tiene como objetivo mejorar cada día sus procesos de recepción, revisión, edición y publicación de artículos científicos. Es por ello que adopta los lineamientos de Committee on Publication Ethics (COPE) en Ética de la publicación para evitar las malas conductas en la publicación, adoptar procedimientos ágiles de corrección y retractación y garantizar a los lectores que todos los artículos publicados han cumplido con los criterios de calidad definidos en la Guía para autores.

Son consideradas malas conductas y causales de rechazo del manuscrito en cualquier etapa del proceso de publicación:

1. La publicación redundante
2. Plagio y autoplagio
3. Falsificación de datos (fotografías, estadísticas, gráficos, etc.)
4. Falsificación de información (filiación de los autores, firmas, etc.)
5. Suplantación y falsificación de autoría

## DEBERES DE LOS AUTORES

### Normas de información

Los autores de los artículos originales deben presentar una descripción precisa del trabajo realizado, así como una discusión objetiva de su importancia. Los datos subyacentes deben estar representados con precisión. Declaraciones fraudulentas a sabiendas o inexactas constituirá un comportamiento poco ético y son inaceptables.

### La originalidad y el plagio

Los autores deben asegurarse de que han

escrito obras totalmente originales, y si los autores han utilizado el trabajo y / o las palabras de los demás, que ésta ha sido debidamente citado o citada. El plagio en todas sus formas constituye una conducta poco ética editorial y es inaceptable.

La publicación múltiple, redundante o concurrente

Un autor no debería en general publicar los manuscritos que describen esencialmente la misma investigación en más de una revista o publicación primaria. Presentar el mismo manuscrito a más de una revista al mismo tiempo que constituye un comportamiento poco ético y publicación es inaceptable.

En general, un autor no debe someter a consideración en otra revista un artículo previamente publicado. La publicación de algunos tipos de artículos (por ejemplo, guías clínicas, traducciones) en más de una revista es a veces justificable, siempre que se cumplan determinadas condiciones. Los autores y editores de las revistas interesadas deben ponerse de acuerdo para la publicación secundaria, que debe reflejar los mismos datos y la interpretación del documento principal.

### **Reconocimiento de las fuentes**

El reconocimiento adecuado del trabajo de los demás siempre debe ser respetado. Los autores deben citar las publicaciones que han influido en la determinación de la naturaleza del trabajo presentado. La información obtenida en privado, como en la conversación, correspondencia, o la discusión con terceros, no debe ser utilizada o ser comunicada sin el permiso explícito y por escrito de la fuente. La información obtenida en el curso de los servicios confidenciales, tales como el arbitraje o solicitudes de subvención no debe ser utilizada sin el permiso explícito por escrito del autor de la obra involucrada en estos servicios.

### **La autoría del documento**

La autoría debe limitarse a aquellos que han hecho una contribución significativa a la concepción, diseño, ejecución o interpretación del presente estudio. Todos los que han hecho contribuciones significativas deben aparecer como coautores. Cuando hay otras personas que han participado en ciertos aspectos sustantivos del proyecto de investigación, deben ser reconocidos

o enumerados como colaboradores. El autor correspondiente debe asegurarse de que todos los coautores han leído y aprobado la versión final del manuscrito y han acordado su presentación para su publicación.

### **Divulgación y conflictos de intereses**

Todos los autores deben revelar en su manuscrito cualquier conflicto de tipo financiero o de otro tipo de intereses que pudiera ser interpretado para influir en los resultados o interpretación de su manuscrito. Todas las fuentes de apoyo financiero para el proyecto deben ser divulgadas.

Ejemplos de posibles conflictos de interés que deben ser descritos incluyen el empleo, consultorías, propiedad de acciones, honorarios, testimonio experto remunerado, las solicitudes de patentes / registros, y las subvenciones u otras financiaciones. Los posibles conflictos de intereses deben hacerse públicos lo antes posible.

## **DEBERES DE LOS EDITORES**

### **Decisiones publicación**

El editor de JUMP es responsable de decidir cuál de los artículos presentados a la revista deben publicarse. La validación de la obra en cuestión y su importancia para los investigadores y los lectores siempre debe manejar este tipo de decisiones. El editor se basa en las políticas del Comité Editorial de la revista y está limitado por requisitos legales como relativos a la difamación, violación de derechos de autor y plagio. El editor puede conferirle a otros editores o revisores (o agentes de la sociedad) la toma de esta decisión.

### **Juego limpio**

Un editor debe evaluar los manuscritos para su contenido intelectual, sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los autores.

### **Confidencialidad**

El director y todo el personal editorial no deben revelar ninguna información acerca de un manuscrito enviado a nadie más que al autor correspondiente, los revisores, los revisores

potenciales, asesores de otras editoriales, y el editor, según corresponda.

### **Divulgación y conflictos de interés**

Materiales no publicados que figuran en un manuscrito enviado no deben ser utilizados en la investigación propia de un editor sin el consentimiento expreso y por escrito del autor.

Información privilegiada o ideas obtenidos mediante la revisión paritaria debe ser confidencial y no se usa para beneficio personal.

Los editores se inhiben de considerar manuscritos en los que tienen conflictos de intereses derivados de la competencia, colaboración, u otras relaciones o conexiones con cualesquiera de los autores, empresas o instituciones relacionadas con los manuscritos.

Los editores les solicitan a todos los articulistas revelar los conflictos de intereses relevantes y publicar correcciones si los intereses surgieron después de la publicación. Si es necesario, se adoptarán otras medidas adecuadas, tales como la publicación de una retracción o manifestación del hecho.

JUMP se asegura de que el proceso de revisión por pares de los números especiales es el mismo que el utilizado para los números corrientes de la revista. Los números patrocinados deben aceptarse únicamente sobre la base de los méritos académicos y en el interés para los lectores y no son influenciados por consideraciones comerciales.

Las secciones que están regidas por la evaluación por pares están claramente identificadas.

## **DEBERES DE LOS REVISORES**

### **Contribución a las decisiones editoriales**

La revisión por pares ayuda al editor a tomar decisiones editoriales a través de las comunicaciones editoriales con el autor también puede ayudar al autor a mejorar el artículo. La revisión por pares es un componente esencial de la comunicación académica formal y está en el centro del método científico. JUMP comparte la opinión de que todos los académicos que desean contribuir a las publicaciones tienen la obligación de hacer una buena parte de la revisión.

### **Prontitud**

Cualquier árbitro seleccionado que se sienta incompetente para revisar la investigación reportada en un manuscrito o sepa que su pronta revisión será imposible debe notificar al editor.

### **Confidencialidad**

Todos los manuscritos recibidos para su revisión deben ser tratados como documentos confidenciales. No deben ser mostrados o discutidos con otros.

### **Normas de objetividad**

Las revisiones deben realizarse objetivamente. La crítica personal del autor es inapropiada. Los árbitros deben expresar claramente sus puntos de vista con argumentos de apoyo.

### **Reconocimiento de fuentes**

Los revisores deben identificar trabajos publicados relevantes que no hayan sido citados por los autores. Cualquier declaración de que una observación, derivación o argumento haya sido previamente reportado debe ir acompañada de la citación pertinente. Un revisor también debe llamar a la atención del editor cualquier semejanza sustancial o superposición entre el manuscrito en consideración y cualquier otro documento publicado de que tienen conocimiento personal.

### **Divulgación y conflicto de intereses**

Los materiales no publicados revelados en un manuscrito enviado no deben ser utilizados en la investigación de un revisor, sin el consentimiento expreso por escrito del autor. La información privilegiada o las ideas obtenidas a través de la revisión por pares deben mantenerse confidenciales y no usarse para beneficio personal. Los revisores no deben considerar los manuscritos en los cuales tienen conflictos de intereses resultantes de relaciones competitivas, colaborativas u otras relaciones con cualquiera de los autores, compañías o instituciones conectadas a los documentos.

## **ERRORES EN LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS**

Cuando un autor descubre un error o inexactitud significativa en su propio trabajo publicado, es su obligación notificar rápidamente al director o editor de la revista y cooperar con la corrección. De igual manera, los revisores y lectores podrán enviarnos por correo electrónico sus comentarios y sugerencias que permitan mejorar la calidad de nuestra publicación.

Los juicios y opiniones expresados en los artículos y comunicaciones publicados en JUMP son del autor(es) y no necesariamente del Comité Editorial.

Tanto el Comité Editorial como la Universidad declinan cualquier responsabilidad sobre el material publicado. Ni el Comité Editorial ni la Universidad garantizan o apoyan ningún producto que se anuncie en la Revista, ni garantizan las afirmaciones realizadas por el fabricante sobre dicho producto o servicio.

---

E-ISSN: 2695-6713

Número 4  
Julio-Diciembre 2021

Journal of  
Universal  
Movement and  
Performance

