


# Riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: valoración funcional y mecánicas de aterrizaje

Risk of anterior cruciate ligament injury in female football: functional and landing mechanics tests

Alba Prieto-Valle <sup>1</sup>  
Alba Aparicio-Sarmiento <sup>1</sup> \*  
María Isabel Gil López <sup>1</sup>  
Raquel Hernández-García <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Facultad Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Murcia, Murcia, España.

## Resumen

El riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior es multifactorial y son numerosas las pruebas que han ido utilizando para localizar posibles factores que incrementen el riesgo de lesión. El objetivo del presente estudio fue describir los déficits funcionales y las mecánicas del riesgo lesional para el ligamento cruzado anterior (LCA) en jugadoras de fútbol de categoría semiprofesionales, así como correlacionar el riesgo de lesión de las jugadoras a través de una prueba funcional y otra de habilidad. En este estudio de caso participaron 17 jugadoras de fútbol femenino de categoría Primera Autonómica y Preferente Autonómica Femenina de un club de fútbol con rango de edad de 14 a 23 años (edad media 17,05±3,24 años). Se utilizó un día de entrenamiento normal para realizar las siguientes pruebas: Over Head Squat y Tuck Jump. Los resultados destacados fueron que la mayoría de jugadoras mostraron riesgo medio de lesión en la prueba funcional, por otro lado, no se mostraron asociaciones significativas entre las pruebas de Overhead Squat test (OHS) y Tuck Jump. Por tanto, se recomienda continuar con esta línea de investigación con la finalidad de detectar un posible sistema de pruebas óptimo para identificar el riesgo de lesión del LCA de forma individual en jugadoras de fútbol, y de este modo, ofrecer a los entrenadores la posibilidad de prescribir trabajo individualizado para alejar a cada jugadora de la lesión del LCA.

**Palabras clave:** Fútbol femenino, ligamento cruzado anterior, Over Head Squat test y tuck Jump.

## Abstract

The risk of anterior cruciate ligament injury is multifactorial and numerous tests have been used to locate possible factors that increase the risk of injury. The aim of this study was to describe the functional deficits and mechanics of anterior cruciate ligament (ACL) injury risk in semi-professional female football players, and to correlate the players' risk of injury using a functional and a skill test. This case study involved 17 female football players of the First Autonomous and Preferential Autonomous Women's categories from a football club with an age range of 14 to 23 years (mean age 17.05±3.24 years). A normal training day was used to perform the following tests: Over Head Squat and Tuck Jump. The main results were that the majority of players showed a medium risk of injury in the functional test, on the other hand, no significant associations were shown between the Overhead Squat test (OHS) and Tuck Jump. Therefore, it is recommended to continue with this line of research in order to detect a possible optimal testing system to identify the risk of ACL injury on an individual basis in female football players, and thus offer coaches the possibility of prescribing individualised work to keep each player away from ACL injury.

**Keywords:** Women's soccer, anterior cruciate ligament, Over Head Squat test, tuck Jump.

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

Recibido: Febrero 12, 2023

Aceptado: Mayo 04, 2023

Publicado: Junio 30, 2023

**Cómo citar:** Prieto-Valle, A., Aparicio-Sarmiento, A., Gil-López, M. I., y Hernández-García, R. (2023). Riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: valoración funcional y mecánicas de aterrizaje. *JUMP*, (7), 28-40. <https://doi.org/10.17561/jump.n7.3>

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

E-ISSN: 2695-6713



DOI: [10.17561/jump.n7.3](https://doi.org/10.17561/jump.n7.3)

## Introducción

El fútbol se ha vuelto cada vez más popular entre las mujeres de todo el mundo, según la Real Federación Española de Fútbol (RFEF), su crecimiento es seis veces superior al de los hombres, que representan más del 90% del total de federados (Real Federación Española de Fútbol, 2017).

Este deporte destaca por demandas condicionales que varían con la edad, el nivel de competición, la posición de las jugadoras y el estilo de juego (Salinero et al., 2013). El fútbol se caracteriza por su intermitencia de esfuerzos, ya que incluye períodos de ejercicio de alta intensidad entremezclados con periodos de ejercicio de baja intensidad, lo que conlleva una demanda de jugadoras que sean competentes en varios aspectos condicionales, como son: la potencia aeróbica y anaeróbica, la fuerza muscular, la velocidad, la flexibilidad y la agilidad (Salinero et al., 2013). Se ha de tener en cuenta también, que en los momentos de alta intensidad se requieren movimientos explosivos, como correr, saltar, patear y cambiar de dirección. Estas acciones explosivas involucran altas fuerzas musculares, altas tasas de desarrollo de fuerza y potencia de salida (Jeras, Bovend'Eerd, y McCrum, 2019).

En cuanto a las lesiones ocurridas en el fútbol femenino según Faude et al. (2006), la incidencia de lesiones en el fútbol es tan alta como en fútbol masculino. En cambio, hay que destacar que el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en el fútbol de élite es mayor para las jugadoras que para los jugadores (Waldén et al., 2011). El 70% - 84% de las lesiones de LCA en mujeres futbolistas ocurren sin contacto (Kaneko et al., 2017). Del Coso, Herrero y Salinero (2018) realizaron un estudio prospectivo con 25.397 jugadoras de fútbol españolas. Encontraron que la mayor incidencia de lesiones fue en las extremidades inferiores, la mayoría tuvieron lugar en rodillas (30,4%) y tobillos (17,9%), afectando sobre todo a los ligamentos, músculos y tendones. Indicaron que la mayoría de estas lesiones ocurrieron durante los partidos y sin contacto. Sin embargo, las lesiones óseas fueron menos frecuentes y se produjeron con mayor frecuencia por contacto con otra jugadora.

Actualmente, existen numerosas referencias que muestran datos similares a los datos de

Del Coso et al. (2018), donde las lesiones más frecuentes en fútbol femenino son localizadas en las rodillas y tobillos. Destacando que, la rotura del ligamento cruzado anterior en la rodilla es la lesión ligamentosa más común y que tienen mayor probabilidad de sufrir este tipo de lesión las mujeres en comparación con los hombres (Grandstrand et al., 2006; Hewett, Torg, y Boden, 2009; Jacobson y Tegner, 2007; Montalvo et al., 2018; Olsen et al., 2004; Steffen et al., 2008).

Hay que tener en cuenta que, la lesión de LCA, puede ser debida a muchos factores, es decir, se trata de una lesión multifactorial, la cual puede aparecer debido a factores intrínsecos, extrínsecos, anatómicos y mecánicos (Davies et al., 2017). Haciendo referencia a los factores anatómicos nos podemos encontrar con, un área intercondílea femoral más pequeña de lo habitual, "genu recurvatum" y "genu varo", pronación excesiva del pie y una alineación alterada de las extremidades inferiores (Forcada et al., 2017). También las restricciones en el rango de movimiento (ROM) de la dorsiflexión de tobillo se asocian con un mayor riesgo de padecer una lesión de LCA (Dill et al., 2014; Fong et al., 2011). Por otro lado, encontramos los factores mecánicos, donde aparecen las maniobras más influyentes en la lesión del LCA, como son, una desaceleración repentina antes de un cambio de dirección o el aterrizaje tras un salto (Faunø y Jakobsen, 2006; Hewett et al., 2009; Kaneko et al., 2017).

Al tratarse de una lesión multifactorial es difícil predecir el riesgo de lesión, sin embargo si se puede incidir en reducir ese riesgo a través de la identificación de algunos factores anatómicos y mecánicos que han sido relacionados con el riesgo de lesión (Davies et al., 2017).

Entre las pruebas más utilizadas se encuentran las pruebas funcionales que nos permiten evaluar los patrones de movimiento globales. A través de las pruebas funcionales se examina la sincronía del control neuromuscular, el rango de movimiento, la fuerza, la resistencia, el equilibrio y la coordinación necesarias para completar el movimiento (O'Connor et al., 2020). Entre ellas, se encuentran los test de valoración funcional integral como Functional Movement Screen (FMS) (Cook, Burton, y Hoogenboom, 2006), el Overhead Squat Test (OHS) de la batería Valoración Funcional Básica (VAFB) (Gil-López, García-Hurtado, y Hernández-García, 2018), y el Y Balance (YB) (Smith, Chimera, y Warren, 2015).

También son muy usados los test de capacidad y mecánica o cinemática de salto. La prueba Drop Vertical Jump (DVJ), es considerada por algunos autores como un gran predictor del riesgo de lesión de LCA (Hewett et al., 2005). Por otro lado, se considera al Tuck Jump Test como otra herramienta de campo útil para detectar el riesgo de lesión durante mecánicas de salto-aterri-zaje en el deporte femenino.

Cabe destacar que el análisis de vídeo se utiliza habitualmente para examinar los factores de riesgo de lesión. Se ha informado que una posición de valgo o abducción de la rodilla al aterrizar o al realizar una tarea motora, se asocia con diferentes lesiones de rodilla, incluida la lesión del LCA (Herrington y Munro, 2010).

En este sentido, los objetivos del presente estudio fueron: describir los déficits funcionales y las mecánicas de riesgo lesional para el LCA en jugadoras de fútbol de categoría semiprofesionales y correlacionar el riesgo de lesión de las jugadoras a través de una prueba funcional y otra de habilidad.

## Material y método

### Muestra

La muestra estuvo formada por 17 jugadoras de fútbol femenino de categoría Primera Autonómica Femenina y Preferente Autonómica Femenina, con un rango de edad entre los 14 y los 23 años (edad media:  $17,05 \pm 3,24$  años; peso medio  $57,88 \pm 8,64$  kg; altura media  $164,23 \pm 7,39$  cm; longitud media pierna derecha  $88,06 \pm 3,70$  cm; longitud media pierna izquierda  $88,21 \pm 3,98$  cm). Destacar que 16 jugadoras señalaron la pierna derecha como pierna dominante y sólo 1 jugadora señaló la izquierda. Las jugadoras entrenaban una media de 4,3 horas semanales, distribuidas en tres sesiones de 1 hora y media y un partido de competición a la semana.

Los criterios de inclusión para formar parte del estudio fueron los siguientes: a) tener, como mínimo, un año de experiencia en el entrenamiento de fútbol; b) formar parte de la actividad competitiva del equipo al menos durante el último año. Como criterio de exclusión se estableció el siguiente: a) presentar alguna lesión que pudiera impedir la realización de las pruebas en el momento de la valoración.

### Diseño y Procedimiento

Se trata de un estudio de caso y se empleó la metodología observacional en la evaluación de las pruebas realizadas. Las pruebas realizadas fueron dos: OHS, de la batería VAFB (Gil-López, García-Hurtado, y Hernández-García, 2018), se trata de una prueba de valoración global para evaluar la calidad de movimiento del patrón motor de flexo-extensión de cadera-rodilla-tobillo, se evalúa la movilidad bilateral simétrica (cadera, tobillos, hombros), la estabilidad del complejo lumbo-pélvico (disociación Lumbo-Pélvica), la estabilidad torácica en plano sagital y la estabilidad escapular (Hernández-García et al., 2020a); y la prueba Tuck Jump utilizada para evaluar mecánicas de salto-aterri-zaje en el deporte femenino. Estas pruebas coinciden en que son empleadas para determinar posibles riesgos de lesión en jugadoras de fútbol, se evalúan de manera cualitativa a través de la observación y ambas evalúan de manera bilateral. Se diferencian en que, Tuck Jump evalúa la habilidad del salto-aterri-zaje y OHS evalúa el patrón motor de la triple flexión extensión de cadera-rodilla-tobillo, patrón motor que se encuentra presente en la habilidad del salto-aterri-zaje.

Antes del inicio de las pruebas, se realizó una explicación sobre ellas y de los objetivos del trabajo a las jugadoras. Todas las jugadoras firmaron el consentimiento informado, así como los padres de las participantes que eran menores de edad, el cual fue previamente aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Murcia (ID: 2694/2020).

Las pruebas se llevaron a cabo en una única sesión, durante su horario habitual de entrenamiento. Se les pasó un cuestionario donde anotaron todos los datos sociodemográficos solicitados, así como la carga de entrenamiento semanal y un registro de lesiones. No se realizó un calentamiento previo, las jugadoras fueron separadas en pequeños grupos y organizadas en circuito para la realización de ambas pruebas. Las mediciones fueron realizadas por el equipo investigador. Para la grabación de las pruebas se utilizaron cámaras (Cámara Bridge - Panasonic Lumix DC-FZ82, Sensor MOS, 18.1 MP, Vídeo 4K, 60x/120x, Wi-Fi, Objetivo) situadas en un trípode a la altura de la cadera de las participantes.

La prueba OHS se grabó desde tres planos, frontal anterior, sagital y frontal posterior. Se indicaron las siguientes pautas a las jugadoras: a) separar los pies (descalzos) a la anchura de los hombros, b) colocar el segundo dedo del pie mirando al frente, c) levantar los brazos hacia arriba, como si quisiese tocar el techo y d) cuando le digamos "preparado, listo, ya", baje el culo todo lo que pueda al suelo. La valoración de la prueba se hizo de acuerdo a los ítems establecidos según la hoja de observación (tabla 1).

Se consideró riesgo de lesión alto para aquellas jugadoras que tuviesen más de 10 compensaciones, riesgo moderado de 9-10 compensaciones y riesgo bajo de 0-8 compensaciones. Para la realización de la prueba Tuck Jump, las cámaras se colocaron desde el plano frontal anterior y sagital. Se les indicó como debían realizar el salto, desde bipedestación con los pies separados a la anchura de los hombros, realizar una ligera flexión de rodillas/cadera mientras se extienden los brazos hacia atrás, a continuación, bascular con los brazos hacia delante y saltar simultáneamente hacia arriba. El aterrizaje se debía hacer con los pies posicionados a la anchura de los hombros, para ello, se dibujó una base de 35 cm de ancho y 41 cm de largo sobre la que la deportista debía

intentar caer. La deportista debía realizar 15 saltos consecutivos sin descanso entre saltos. La valoración de la cinemática se hizo de acuerdo a los ítems establecidos en la hoja de observación definida por Myer et al. (2008).

Una vez realizadas ambas pruebas por todas las jugadoras, se analizaron los videos con el programa Kinovea (versión 0.8.25).

### Análisis estadístico

Los datos fueron codificados y analizados con Microsoft Excel y SPSS Statistics (versión 25.0.). Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva: media, mínimos, máximos y desviación estándar. Se estudiaron frecuencias y porcentajes de las jugadoras, analizando las diferencias en función de la categoría de riesgo correspondiente según las variables analizadas para cada factor de riesgo. Para el estudio de los percentiles se utilizaron referencias reconocidas internacionalmente: Tuck Jump (Myer et al., 2008), OHS (Bishop et al., 2016; Hernández-García et al., 2020b). Por otro lado, para aquellas variables de las que no se encontraron valores de referencia, se categorizaron los datos en función de los puntos de corte obtenidos a través de la función de agrupación visual en SPSS.

Tabla 1. Hoja de registro OHS.

Plano	Observar	Compensaciones		Puntos
		Derecho	Izquierdo	
<b>Frontal anterior</b>	Pie	<input type="checkbox"/> Rotación externa (RE) <input type="checkbox"/> Rotación interna (RI)	<input type="checkbox"/> Rotación externa (RE) <input type="checkbox"/> Rotación interna (RI)	
	Rodillas	<input type="checkbox"/> Valgo <input type="checkbox"/> Varo	<input type="checkbox"/> Valgo <input type="checkbox"/> Varo	
	Tórax	<input type="checkbox"/> Rotación hacia la derecha si <input type="checkbox"/> Rotación hacia la izquierda		
<b>Frontal Posterior</b>	Pie	<input type="checkbox"/> Pronación <input type="checkbox"/> Supinación	<input type="checkbox"/> Pronación <input type="checkbox"/> Supinación	
	Cadera	<input type="checkbox"/> Reparto asimétrico de la carga hacia la derecha <input type="checkbox"/> Reparto asimétrico de la carga hacia la izquierda		
<b>Sagital</b>	Pies	<input type="checkbox"/> Levanta los talones		
	Pelvis	<input type="checkbox"/> Pérdida disociación L-P <45°		
	Lumbar	<input type="checkbox"/> Exceso lordosis		
	Tórax	<input type="checkbox"/> Exceso cifosis		
	Brazos	<input type="checkbox"/> Caen hacia el frente		
	Cervical	<input type="checkbox"/> Extensión cervical <input type="checkbox"/> Flexión cervical		
				Total (0-14) =

OHS. Compensaciones a observar en los tres planos: plano frontal anterior, plano sagital y plano frontal posterior (Bishop et al., 2016; Hernández-García et al., 2020).

Además, para analizar la asociación significativa entre las diferentes variables de test funcionales y test de capacidad se utilizó la prueba Chi-Cuadrado. En todas las pruebas se consideró  $p < 0.05$  como nivel de significación estadística. Se calculó el tamaño del efecto mediante la  $v$  de Cramer.

### Resultados

A continuación, en la **Tabla 2** se muestran estadísticos descriptivos (media, DT, máximos y mínimos) de las variables analizadas en ambas pruebas.

La **ilustración 1** muestra la frecuencia y porcentaje de aparición de cada compensación en el Overhead Squat (OHS).

En el OHS la rotación externa en ambos pies fue manifestada por todas las jugadoras y la caída de los brazos al frente, seguida de la flexión de tronco y pronación de pie derecho se manifestaron como las compensaciones más influyentes.

En la **ilustración 2** aparece la frecuencia y porcentaje de aparición de cada compensación en el Tuck Jump.

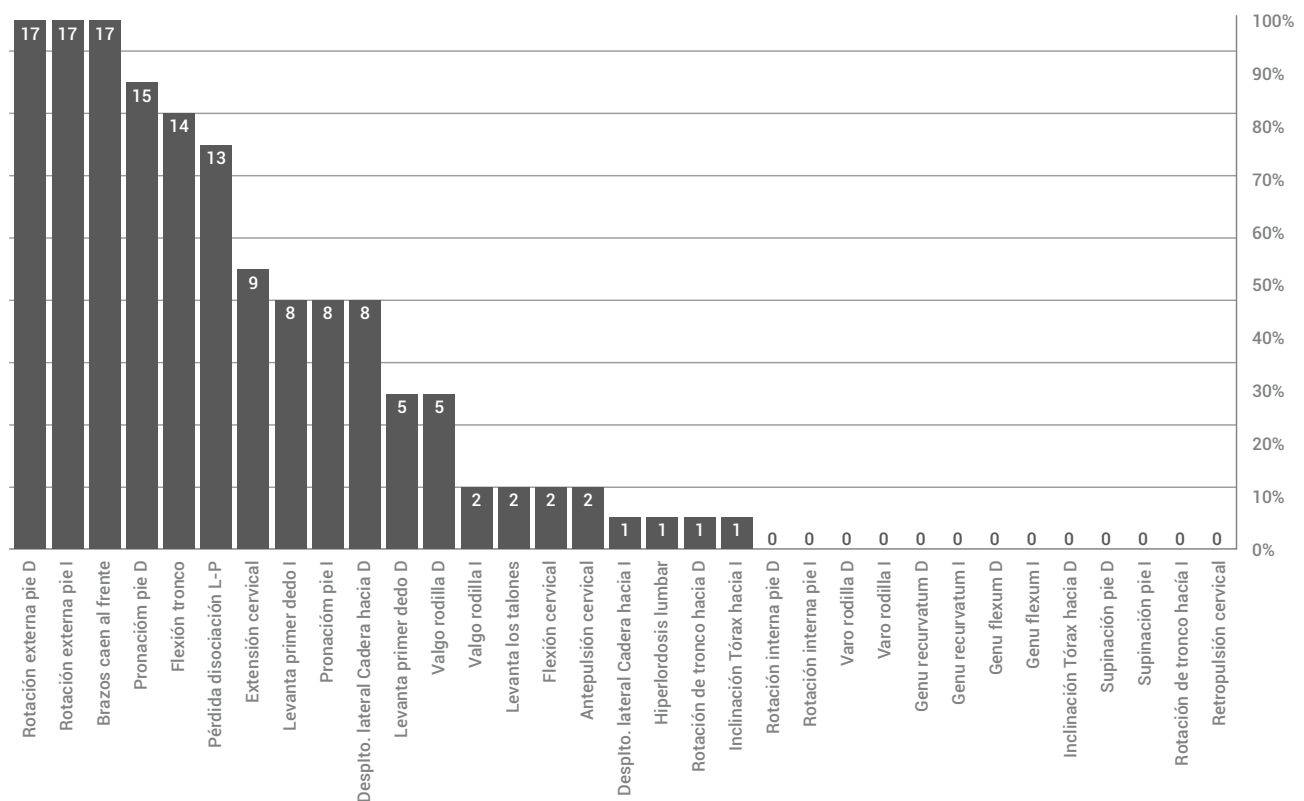
En esta prueba los errores observados más comunes fueron la pérdida de la técnica antes de los 10 segundos, el valgo de rodilla en el aterrizaje y que los pies no aterrizaran a la anchura de los hombros.

**Tabla 2.** Estadísticos descriptivos de las variables analizadas en cada una de las pruebas.

Prueba	Variable (unidad de medida)	Media	DE	MAX	MIN
Tuck Jump	Déficit funcional en salto- aterrizaje bipodal (nº de errores)	5,47	1,55	8,00	3,00
OHS	Déficit funcional en la triple flexo-extensión bipodal (nº de compensaciones)	8,71	1,65	5,00	11,00

NOTA: DE= desviación estándar; Máx.= máximo; Mín.= mínimo; OHS= Overhead Squat.

En la **Tabla 3** se muestran los factores neuromusculares y biomecánicos analizados de cada jugadora, destacando los más influyentes.



**Ilustración 1.** Frecuencia y porcentaje de aparición de cada compensación en el Overhead Squat Test (OHS) [Nota: D= derecha; I= izquierda; L-P= Lumbo-pélvica; Desplto= desplazamiento].

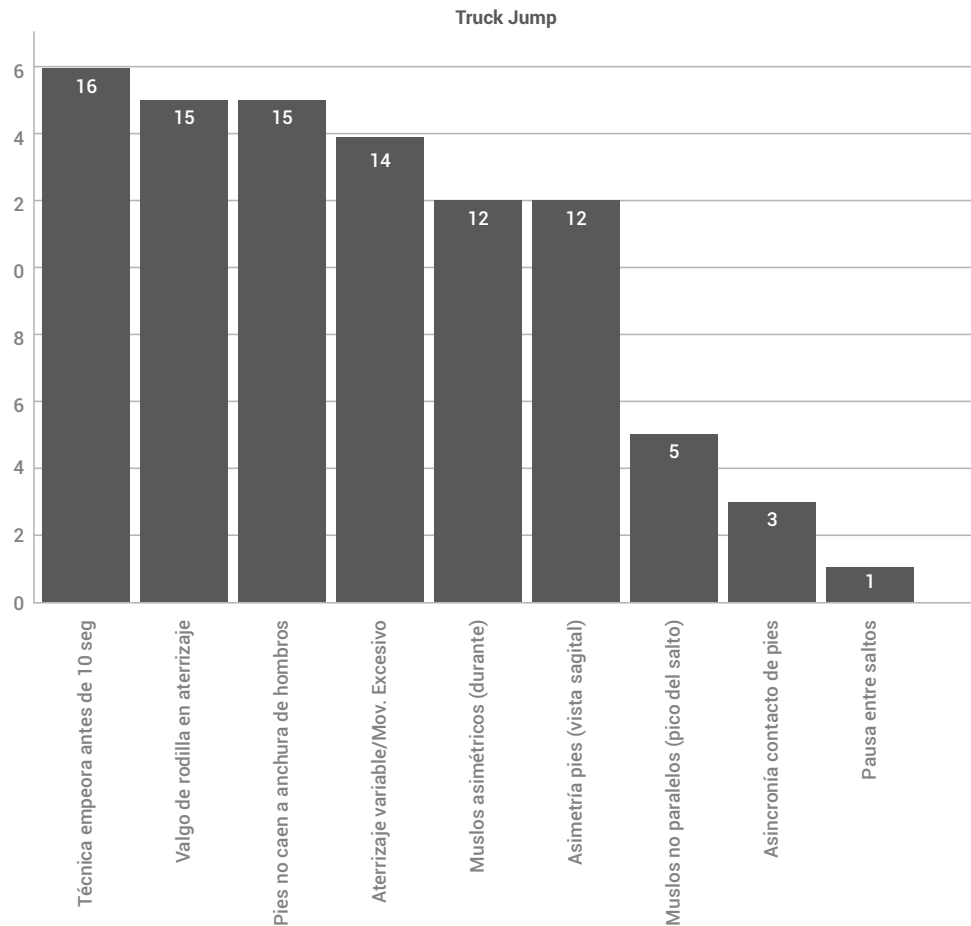


Ilustración 2. Frecuencia y porcentaje de aparición de cada compensación en el Tuck Jump .

Tabla 3. Análisis de los factores neuromusculares y biomecánicos de las jugadoras.

Jug.	Tuck Jump: errores relevantes	OHS: CP relevantes
1*	-Técnica empeora antes 10 seg. -Muslos asimétricos durante	-Deplto.lat.cad. D
2†	-Técnica empeora antes 10 seg. -Pausa entre saltos	-Flexión de tronco -Brazos caen al frente -Levanta los talones
3*	-Asimetría pies -Valgo rodilla	-Flexión de tronco -Brazos caen al frente -Pronación pie D
4†	-Técnica empeora antes 10 seg. -Asimetría pies -Valgo rodilla	-Levanta primer dedo D-I - Deplto.lat.cad. D
5†	- Muslos asimétricos	- Valgo rodilla D -Pronación pie D
6*	-Valgo de rodilla	-Pronación pie D - Deplto.lat.cad. D
7*	-Técnica empeora antes 10 seg. - Valgo rodilla	-Pronación pie D -Flexión tronco
8*	- Técnica empeora antes 10 seg. - Valgo rodilla	-Levanta los talones -Flexión de tronco -Pronación pie D
9*	Técnica empeora antes 10 seg. -Muslos asimétricos -Muslos no paralelos -Valgo rodilla	-Pérdida de disociación L-P -Pronación pie D
10*	-Técnica empeora antes 10 seg. -Movimiento excesivo -Valgo de rodilla	-Flexión de tronco -Hiperlordosis lumbar - Deplto.lat.cad. D



**Tabla 3.** Análisis de los factores neuromusculares y biomecánicos de las jugadoras (Continuación).

11*	-Muslos asimétricos -Sincronía contacto pies -Valgo rodilla	Flexión de tronco -Pérdida de disociación L-P
12*	-Movimiento excesivo -Valgo de rodilla	-Pérdida de disociación L-P
13*	-Técnica empeora antes 10 seg. -Valgo de rodilla -Muslos asimétricos -Muslos no paralelos	-Valgo rodilla D -Deplto.lat.cad. D -Pronación pie D
14*	-Muslos asimétricos -Valgo de rodilla	-Deplto..lat.cad. D -Pronación pie D
15*	-Técnica empeora antes 10 seg. -Muslos asimétricos -Valgo de rodilla	-Inclinación tórax I - Deplto.lat.cad. D -Pronación pie D
16	-Movimiento excesivo -Muslos no paralelos	Flexión de tronco -Pérdida de disociación L-P
17*	-Técnica empeora antes 10 seg -Muslos no paralelos -Muslos asimétricos	-Flexión de tronco - Deplto.lat.cad. I -Valgo rodilla I

NOTA: Jug.= jugadora; PD= pierna dominante; PnD= pierna no dominante; OHS= Overhead Squat; D= derecha; I= izquierda; CP= compensaciones; ROM= Range of Movement (rango de movimiento); Dplto. = desplazamiento; seg= segundos; lat=lateral; cad=cadera.

En la **Tabla 4** se muestran las frecuencias y porcentajes de las jugadoras en cada categoría de riesgo según las variables analizadas para cada factor de riesgo.

**Tabla 4.** Frecuencia y porcentaje de jugadoras en cada categoría según las variables analizadas para cada factor de riesgo.

Factor de riesgo	Prueba: variable analizada (N)	Categoría de riesgo	n	%
Mecánicas de riesgo en el salto-aterrizaje bipodal	Tuck Jump: número de errores (17)	Menor riesgo (0-5 errores)	8	47,10
		Mayor riesgo ( $\geq 6$ errores)	9	52,90
Déficit funcional en la triple flexo-extensión bipodal	OHS: déficit funcional según el nº de compensaciones (17)	Riesgo bajo (0-8)	8	47,10
		Riesgo medio (9-10)	7	41,20
		Riesgo Alto (>10)	2	11,80

NOTA: N= número total de jugadoras que han realizado la prueba; n= número de jugadoras clasificadas en cada categoría según el riesgo; OHS= Overhead Squat.

En cuanto a los factores de riesgo de lesión, en la prueba Tuck Jump, el número de jugadoras entre menor riesgo y mayor riesgo está más igualado, presentando un total de 8 jugadoras un menor riesgo de lesión (47,10%) frente a 9 jugadoras con un alto riesgo de lesión (52,90%).

En cuanto al déficit funcional en la triple flexo-extensión bipodal analizado a través del OHS, se destaca que la mayor parte de las jugadoras se encontraban en riesgo medio de lesión, con un total de 7 jugadoras (41,20%) y en riesgo alto de lesión

con un total de 2 jugadoras (11,80%) en función de las compensaciones presentadas en la prueba.

Por otro lado, en la **Tabla 5** se muestra el riesgo de lesión en función de las características individuales y los resultados principales de las jugadoras en cada una de las pruebas.

Por último, en la **Tabla 6** se interpretan los resultados de las variables asociadas en cuanto a test de funcionalidad y cinemática de salto-aterrizaje.

Tras analizar las asociaciones entre las variables del test funcional OHS y el test de mecánicas de salto-aterrizaje Tuck Jump, se apreciaron asociaciones significativas en las categorías de riesgo de OHS y Tuck Jump ( $p < 0,05$ ).

En la **Tabla 5** se observa una asociación negativa entre las categorías de ambas variables. Por un lado, las jugadoras con riesgo bajo en OHS generalmente presentaron mayor riesgo en Tuck Jump (87,5%). Por otro lado, se aprecia que las jugadoras con menor riesgo en el Tuck Jump generalmente presentaron un riesgo medio en el OHS (85,7%). Por lo tanto, presentar mayor riesgo en Tuck Jump estuvo asociado positivamente a presentar riesgo bajo en OHS y negativamente a tener riesgo medio en OHS. El tamaño del efecto de la asociación indica que la magnitud de la asociación encontrada entre las variables es nula ( $V$  de Cramer=0,018). Por ello, se acepta la hipótesis nula de independencia, no existiendo asociación entre las variables.

**Tabla 5.** Análisis del riesgo de lesión en función de las características individuales y los resultados principales en cada una de las pruebas.

Jug.	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	Puesto juego	Pierna dominante (D/I)	Longitud pierna D (cm)	Longitud pierna I (cm)	Tuck Jump: errores	OHS: CP
1	14	46	158	Delantera	Derecha	85,50	85,10	6*	7
2	14	50	167	Delantera	Derecha	89,00	90,00	6*	8
3	20	65	165	Mediocentro	Derecha	90,00	90,30	5*	10*
4	19	60	166	Delantera	Derecha	87,00	86,80	5*	10*
5	13	44	156	Defensa	Derecha	83,00	83,00	4*	10*
6	17	70	160	Portera	Derecha	83,00	83,00	3*	11†
7	20	50	166	Portera	Derecha	88,50	88,30	7†	8
8	22	75	175	Defensa	Derecha	93,00	92,80	4*	10*
9	21	59	184	Mediocentro	Derecha	97,00	98,00	7†	5
10	15	60	169	Defensa	Derecha	92,00	91,00	5*	9*
11	15	50	156	Mediocentro	Derecha	89,00	89,20	6*	8
12	15	54	158	Defensa	Derecha	88,00	88,00	6*	7
13	23	57	163	Mediocentro	Izquierda	86,00	86,00	8†	11†
14	20	63	166	Defensa	Derecha	88,00	90,00	4*	7
15	22	65	162	Defensa	Derecha	83,00	82,00	3*	10*
16	20	56	155	Mediocentro	Derecha	86,00	86,00	6*	8
17	17	62	166	Mediocentro	Derecha	89,00	90,00	8†	9*

NOTA: Jug. = jugadora; PD= pierna dominante; PnD= pierna no dominante; OHS= Overhead Squat;; CP= compensaciones; †Valor de riesgo alto; \*Valor de riesgo medio; †Valor de riesgo alto \*Valor de riesgo medio.

**Tabla 6.** Análisis de asociación entre variable funcional (OHS) y de cinemática salto-aterrizaje (Tuck Jump).

		Tuck Jump			
			Menor riesgo	Mayor riesgo	Total
OHS	Riesgo bajo	Recuento	1	7	8
		% dentro de Recuento OHS	12,5%	87,5%	100%
		% dentro de Tuck Jump	12,5%	77,8%	47,1%
		% del total	5,9%	41,2%	47,1%
	Riesgo medio	Recuento	6	1	7
		% dentro de Recuento OHS	85,7%	14,3%	100%
		% dentro de Tuck Jump	75%	11,1%	41,2%
		% del total	35,3%	5,9%	41,2%
	Riesgo alto	Recuento	1	1	2
% dentro de Recuento OHS		50%	50%	100%	
% dentro de Tuck Jump		12,5%	11,1%	11,8%	
	% del total	5,9%	5,9%	11,8%	
Total	Recuento	8	9	17	
	% dentro de Recuento OHS	47,1%	52,9%	100%	
	% dentro de Tuck Jump	100%	100%	100%	
	% del total	47,1%	52,9%	100%	

NOTA: OHS= Overhead Squat.

## Discusión

El objetivo principal del presente trabajo fue describir los déficits funcionales y las mecánicas de riesgo lesional para el LCA en jugadoras de fútbol de categoría semiprofesional. Así como, correlacionar una prueba funcional y otra de habilidad y ver su relación con el riesgo de lesión del LCA. Las participantes presentaron mejores valores con respecto a la pierna dominante y la mayoría presentó riesgo medio en la prueba funcional y riesgo alto en la prueba de habilidad del salto.

La prueba funcional analizada OHS, se utiliza para identificar la disfunción del movimiento y para ayudar a guiar las estrategias de prevención de lesiones. Algunos autores han sugerido que la sentadilla profunda es un movimiento necesario en la mayoría de los deportes (Smith et al., 2015). La realización del OHS, que representa el patrón motor de triple flexo-extensión, permite evaluar la calidad del movimiento y detectar limitaciones, siendo así importante para determinar la funcionalidad básica de un deportista (estabilidad, movilidad, control motor y simetría) e identificar a aquellos deportistas que presentan mayor riesgo de sufrir una lesión (Hernández-García et al., 2020a). Por lo tanto, la capacidad de realizar



movimientos multiarticulares y multiplanares de manera eficiente y explosiva, sin compensación, es un requisito para el éxito en el deporte. Tal y como afirman [Hernández-García et al. \(2020a\)](#) los patrones motores básicos son la base sobre la que se sustentan las habilidades complejas y los gestos técnicos que precisa cada deportista para su rendimiento.

En cuanto a los resultados obtenidos en el OHS, destaca que la mayor parte de las jugadoras (7) se encontraban en riesgo medio de lesión mientras que en solo 2 jugadoras se detectó riesgo alto de lesión, presentando una media de compensaciones de 8,71. Por ello, Las compensaciones más frecuentes de las jugadoras fueron la rotación externa de ambos pies (100%), los brazos caen al frente (100%), pronación del pie derecho (85%), flexión de tronco (80%), pérdida de disociación L-P (75%), extensión cervical (55%), levanta primer dedo izquierdo (50%), pronación pie izquierdo (50%) y desplazamiento lateral de la cadera hacia la derecha (50%).

Estos datos coinciden en su mayoría con los mostrados en el estudio de [Hernández-García et al. \(2020a\)](#) donde evalúan a 16 jugadoras de fútbol de segunda división, siendo las compensaciones más frecuentes la rotación externa de ambos pies (100%), que los brazos caigan al frente (100%), la pérdida de disociación L-P (56,25%), la extensión cervical (43,75%) y el reparto asimétrico de la carga de la cadera hacia la derecha (43,75%), entre otros. Del mismo modo, [Gil-López et al. \(2018\)](#) en la valoración funcional a 13 judokas, se encontraron en el OHS que la rotación externa y la eversión de ambos pies, así como la pérdida de disociación lumbo-pélvica fueron algunas de las compensaciones más comunes.

Así pues, analizando las compensaciones más relevantes, y que más inciden en el riesgo de lesión del LCA, se puede destacar que la rotación externa de los pies puede ser debida a una falta de dorsiflexión de tobillo o bien a la hiperactivación de los rotadores externos de cadera en comparación con los rotadores internos ([Hernández-García et al., 2020a](#)). Además, el levantamiento del primer dedo izquierdo (pierna no dominante de las que presentaron esta compensación) puede ser debido a varios factores, uno de ellos por una inhibición del músculo peroneo lateral largo, cuya función es la eversión del ante pie, ayudante de los flexores plantares y depresor de la cabeza del 1º metatarso. Y, por otro lado, por

una hiperactivación del extensor largo del primer dedo, no dejando actuar al tibial anterior como principal flexor dorsal del pie ([Piñeiro, 2018](#)).

Del mismo modo, la flexión del tronco podría ser consecuencia de esa falta de dorsiflexión de tobillo y falta de activación de los extensores del tronco y extensores de cadera. Aunque también puede ser debido a déficits de movilidad, como una excesiva flexión de la cadera, tensión de los flexores del tronco (abdominales) y / o falta de movilidad de la columna lumbar. Por lo que una disminución en la estabilidad central y la sinergia muscular del tronco y los estabilizadores de la cadera, afectan negativamente al rendimiento en las actividades de potencia y pueden aumentar la incidencia de lesiones debido a la falta de control del centro de masa ([Myer et al., 2014](#)). En cuanto a la compensación de la pronación del pie izquierdo que presentan las jugadoras (pierna no dominante de las que presentaron esta compensación) podría responder a la falta de fuerza en el gastrocnemio medial, tibial anterior y / o tibial posterior que disminuye la capacidad del deportista para controlar el valgo de la rodilla y los movimientos de pronación del pie y puede contribuir al desplazamiento excesivo de la rodilla medial y al valgo dinámico ([Myer et al., 2014](#)). Por lo tanto, quizás sería recomendable sumar algunos test analíticos de movilidad de tobillo y cadera, así como test analíticos de fuerza. Por ello, un rango limitado de movimiento de la dorsiflexión de tobillo se ha implicado previamente en varios trastornos de rodilla y tobillo, destacando la lesión LCA. La dorsiflexión de tobillo limitada puede dificultar la capacidad de realizar una sentadilla profunda al detener prematuramente el movimiento hacia adelante de la tibia ([Rabin y Kozol, 2017](#)). Por otro lado, otra posible causa del movimiento excesivo de la rodilla en el plano frontal es la deficiencia de la fuerza muscular de la cadera debido a la disminución de la fuerza del abductor que da como resultado una aducción excesiva de la cadera, valgo y pronación del pie ([Rabin, Einstein, y Kozol, 2018](#)). En este sentido, un patrón de movimiento alterado típicamente caracterizado por una disminución del movimiento de la cadera, la rodilla y el tobillo en el plano sagital y un aumento del movimiento de la rodilla en el plano frontal se ha asociado previamente con rotura de LCA ([O'Connor et al., 2020](#)).

Por otro lado, las jugadoras realizaron la prueba Tuck Jump, esta prueba evalúa los

defectos de la técnica de aterrizaje durante una actividad pliométrica repetitiva donde las alturas de aterrizaje reflejan la capacidad de salto de cada individuo y, por lo tanto, las fuerzas son equivalentes a las experimentadas regularmente durante las acciones deportivas (Myer et al., 2008).

En los resultados de Tuck Jump, 9 jugadoras presentaron un riesgo alto de lesión, siendo la pérdida de la técnica antes de los 10 segundos, valgo de rodilla en aterrizaje y pies no caen a la anchura de los hombros los déficits más frecuentes.

Read et al. (2016) en su estudio con jóvenes futbolistas masculinos, destacaron que aquellos jóvenes prepúberes presentaron criterios de déficit con una fiabilidad aceptable en valgo de rodilla, pies no paralelos al ancho de hombros al aterrizar y una pausa entre saltos. Sin embargo, las variables de valgo de rodilla al aterrizar, muslos no paralelos durante el vuelo y alto ruido de contacto fueron los únicos criterios con una fiabilidad aceptable en el grupo postpuberal. Por lo tanto, el valgo de rodilla al aterrizar fue el ítem más acontecido en ambos grupos, coincidiendo así con el presente estudio. Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2017), habla de varios componentes que destacan en la lesión del LCA tras aterrizar de un salto, destaca como los más comunes el colapso medial de las rodillas al aterrizar, que la rodilla permanezca completamente extendida durante el aterrizaje, el peso del deportista se apoya prácticamente en una única extremidad y el tronco tiende a flexionarse lateralmente. Junto a estos componentes de lesión, Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2017) los relaciona con cuatro desequilibrios neuromusculares: una mayor dependencia en el control del plano frontal en comparación con el control del plano sagital, una estrategia dominante de cuádriceps para estabilizar la articulación de la rodilla, mayor fuerza, coordinación y equilibrio en la extremidad dominante y disminución de la propiocepción y estabilidad del tronco. Siguiendo esta línea, Myer et al., (2008), dice que el uso de la evaluación de Tuck Jump para identificar desequilibrios neuromusculares puede proporcionar una dirección para el tratamiento dirigido para aquellos con alto riesgo de lesión del LCA.

Por último, se mostró que los resultados de funcionalidad motriz en la triple flexo-extensión bilateral (OHS) no estuvieron relacionados con los resultados de funcionalidad motriz en mecánicas de salto-aterrizaje bipodal (Tuck Jump).

Son escasos los estudios donde combinan y asocian baterías de pruebas funcionales y de capacidad en jugadoras de fútbol. Los estudios encontrados, combinan varias pruebas funcionales con la intención de reducir el riesgo de lesión, examinar el rendimiento de los atletas, detectar asimetrías o déficits funcionales (Bird y Markwick, 2016; Lisman et al., 2018; Troule y Casamichanana 2016), sin embargo no estudiaron la asociación entre ninguna de las distintas pruebas, por lo que sería interesante en futuros estudios correlacionar pruebas de funcionalidad y capacidad para el estudio de posibles factores de riesgo en jugadoras de fútbol.

### Limitaciones y propuestas de investigaciones futuras

Las principales limitaciones del presente estudio fueron el tamaño y la falta de homogeneidad de la muestra, que provoca resultados no generalizables al resto de mujeres futbolistas. Del mismo modo, el tamaño de la muestra puede haber limitado el poder estadístico para detectar asociaciones entre las distintas pruebas. Además, el análisis de las pruebas solo se realizó por un solo evaluador, una sola vez, por lo que carece de fiabilidad intra e Inter-evaluador.

No obstante, el objetivo principal del estudio era detectar factores de riesgo de lesión LCA en cada jugadora, para poder asesorar al cuerpo técnico con recomendaciones en el entrenamiento.

Por otro lado, solo se evaluaron mujeres futbolistas por lo que no se puede extrapolar estos resultados a deportistas masculinos o deportistas de otros deportes. Destacar la falta de test analíticos de movilidad de tobillo y cadera y test analíticos de fuerza para detectar posibles asociaciones con los déficits en los test globales. Por último, la mayoría de referencias citadas para la categorización de riesgo de lesión no se realizó con estudios en mujeres futbolistas semiprofesionales, por lo que los datos podrían variar en función de la categoría, sexo y deporte. En definitiva, sería recomendable desarrollar futuros estudios con el objetivo de investigar sobre relación existente entre las pruebas de funcionalidad y de capacidad, y de este modo llegar a identificar el riesgo de lesión en una muestra más amplia, a través de diseños prospectivos.

## Conclusiones

Las compensaciones más frecuentes de las jugadoras en OHS fueron la rotación externa de ambos pies, los brazos caen al frente, pronación del pie derecho, flexión de tronco, pérdida de disociación L-P, extensión cervical, levanta primer dedo izquierdo, pronación pie izquierdo y desplazamiento lateral de la cadera hacia la derecha. Tan solo dos jugadoras presentaron riesgo elevado de lesión.

La pérdida de la técnica antes de los 10 segundos, valgo de rodilla en aterrizaje y pies no caen a la anchura de los hombros fueron los déficits más frecuentes en Tuck Jump, presentando nueve jugadoras riesgo alto de lesión.

Los resultados de funcionalidad motriz en la triple flexo-extensión bilateral (OHS) no estuvieron relacionados con los resultados de funcionalidad motriz en mecánicas de salto-aterrizaje bipodal (Tuck Jump).

En conclusión, la reducción del riesgo de lesión en el LCA debe ser integral e incluir la comprensión de los principales predictores de lesiones sin contacto en atletas femeninas, la adopción de un proceso de detección para evaluar y estratificar el riesgo, y el desarrollo e implementación de planes correctivos individualizados para atletas en función de los resultados. Por lo que, aquellas identificadas como potencialmente en riesgo de lesiones deben emprender una evaluación más integral y detallada.

## Aplicaciones practicas

Teniendo en cuenta los resultados de la presente investigación y al igual que indican López-Valenciano et al. (2019) se propone que, las intervenciones de entrenamiento en mujeres futbolistas deben centrarse en ejercicios diseñados para mejorar el ROM en la dorsiflexión del tobillo, la fuerza y movilidad de los abductores de cadera y la estabilidad del CORE (especialmente en el plano frontal). Asimismo, Cug et al. (2016) sugieren que la distancia de alcance anterior en pruebas de estabilidad dinámica está afectada por muchos factores: la fuerza (en concreto, la fuerza de los glúteos), la flexibilidad, control neuromuscular, estabilidad central, rango de movimiento, equilibrio, propiocepción y

coordinación de extremidades inferiores. Por ello, los programas de prevención de lesiones deben trabajar con éxito los déficits comúnmente vistos. En este sentido, y teniendo en cuenta, las manifestaciones más relevantes presentadas por las jugadoras y la literatura previa, se proponen las siguientes pautas con el objetivo de incluirlas como dinámica en los calentamientos y de este modo mejorar las limitaciones mostradas en las jugadoras con el propósito final de reducir el riesgo de lesión del LCA:

1. LIBERACIÓN MIOFASCIAL: Automasaje con foam roller en sóleo, gemelo, isquiosurales, cuádriceps, glúteo y dorsal para la mejora del ROM articular (Cheatham et al., 2015).
2. MOVILIDAD: Ejercicios de movilidad en la dorsiflexión de tobillo, así como de cadera global, es decir, flexo-extensión, aducción y abducción y rotación interna y externa (López-Valenciano et al., 2019), focalizando atención en la extensibilidad isquiosural y del sóleo (Maniar et al., 2020).
3. CORE: Trabajo para la estabilidad dinámica del CORE, especialmente en el plano frontal (Cug et al., 2016; López-Valenciano et al., 2019; Sasaki et al., 2019; Waldén et al., 2012), así como estabilidad dinámica del miembro inferior unilateral y equilibrio postural (López-Valenciano et al., 2019).
4. FUERZA: Trabajo para estabilizar la ratio de fuerza entre rotadores internos y externos de cadera, así como entre abductores y aductores, incluyendo el trabajo de fuerza isométrica (Hernández-García et al., 2020a; Khayambashi et al., 2016; López-Valenciano et al., 2019). Además de incluir trabajo de fuerza excéntrica en isquiosurales (Dewig et al., 2020) para posteriormente integrarlo en patrones de carrera.

Además, se recomienda incluir tareas más globales, donde aparezca una integración de los componentes propuestos anteriormente en el calentamiento, y de este modo contribuir a que las jugadoras mejoren su eficiencia fisiológica y mecánica:

- a. Pliometría bipodal y monopodal y trabajo de la biomecánica y cinemática de aterrizaje

bipodal y monopodal (Brophy et al., 2010; De Ste Croix et al., 2018; Lopes et al., 2018).

b. Entrenamiento de fuerza y potencia en tareas de predominio de rodilla (squat) y cadera (dead lift) bipodal y monopodal (Hernández-García et al., 2020a).

## 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

- Bird, S. P., y Markwick, W. J. (2016). Musculoskeletal screening and functional testing: considerations for basketball athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(5), 784–802. NCBI: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27757291> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5046972>
- Bishop, C., Edwards, M., y Turner, A. N. (2016). Screening movement dysfunctions using the overhead. *Professional Strength y Conditioning*, (42), 22–30. Researchgate: <https://www.researchgate.net/publication/309194176>
- Brophy, R., Silvers, H. J., Gonzales, T., y Mandelbaum, B. R. (2010). Gender influences: The role of leg dominance in ACL injury among soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 44(10), 694–697. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.051243>
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., y Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 827.
- 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 : NAJSPT*, 1(3), 132–139. NCBI PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21522225> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2953359>
- Cug, M., Wikstrom, E. A., Golshaei, B., y Kirazci, S. (2016). The effects of sex, limb dominance, and soccer participation on knee proprioception and dynamic postural control. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(1), 31–39. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0250>
- Davies, G. J., Mccarty, E., Provencher, M., y Manske, R. C. (2017). ACL Return to Sport Guidelines and Criteria. *Current Reviews Musculoskeletal Medicine*, 10, 307–314. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9420-9>
- De Ste Croix, M., Hughes, J., Ayala, F., Taylor, L., y Datson, N. (2018). Efficacy of Injury Prevention Training Is Greater for High-Risk vs Low-Risk Elite Female Youth Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 46(13), 3271–3280. <https://doi.org/10.1177/0363546518795677>
- Del Coso, J., Herrero, H., y 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>
- Dewig, D. R., Goodwin, J. S., Pietrosimone, B. G., y Blackburn, J. T. (2020). Associations among eccentric hamstrings strength, hamstrings stiffness, and jump-landing biomechanics. *Journal of Athletic Training*, 55(7). <https://doi.org/10.4085/1062-6050-151-19>
- Dill, K. E., Begalle, R. L., Frank, B. S., Zinder, S. M., y Padua, D. A. (2014). Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing-lunge ankle- dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, 49(6), 723–732. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.29>
- Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., y 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>
- Faunø, P., y Jakobsen, B. W. (2006). Mechanism of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 27(1), 75–79. <https://doi.org/10.1055/s-2005-837485>
- Fong, C., Blackburn, J. T., Atc, À., Norcross, M. F., Atc, À., Mcgrath, M., y Padua, D. A. (2011). Ankle-Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 5–10.
- Forcada, C., Pons, A., Seijas, R., Sallent, A., Domínguez, A., Ares, O., y Álvarez, P. (2017). Risk Factors and prevention strategies of anterior cruciate ligament injuries in young females athletes. *International Journal of Orthopaedics*, 4(3), 734-739. <https://doi.org/10.17554/j.issn.1819-6187.2017.04.208>
- Gil-López, M. I., García-Hurtado, M., y Hernández-García, R. (2018). Valoración funcional básica del judoka: un estudio piloto. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 13(2), 20. <https://doi.org/10.18002/rama.v13i2s.5500>
- Grandstrand, S. L., Pfeiffer, R. P., Sabick, M. B., DeBeliso, M., y Shea, K. G. (2006). The Effects of a Commercially Available Warm-Up program on Landing Mechanics in Female Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 331–335. NSCA Journal: [http://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2006/05000/the\\_effects\\_of\\_a\\_commercially\\_available\\_warm\\_up.17.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/abstract/2006/05000/the_effects_of_a_commercially_available_warm_up.17.aspx)
- Hernández-García, R., Aparicio-Sarmiento, A., Cejudo, A., Robles-Palazón, F. J., y Sainz de Baranda, P. (2020a). Valoración funcional básica y recomendaciones para reducir el riesgo de lesión en jugadoras de fútbol. *Journal of Sport and Health Research*, 12(1), 73–84. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28290.22722>
- Hernández-García, Raquel, Aparicio-Sarmiento, A., Palao, J. M., y Sainz de Baranda, P. (2020b). Influencia de las lesiones previas en los patrones fundamentales del movimiento en jugadoras profesionales de fútbol. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 16(60), 214–235. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- 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. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Hewett, T. E., Torg, J., y Boden, B. (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/10.1038/bjids.2014.371>
- Hoch, J. M., Baez, S. E., y Hoch, M. C. (2019). Physical therapy in sport examination of ankle function in individuals with a history of ACL reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 36, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.01.002>
- Jacobson, I., y Tegner, Y. (2007). Injuries among Swedish female elite football players: A prospective population study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(1), 84–91. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00524.x>
- Jeras, N. M. J., Bovendeerdt, T. J. H., y McCrum, C. (2019). Biomechanical mechanisms of jumping performance in youth elite female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1674526>
- Kaneko, S., Sasak, S., Hirose, N., Nagano, Y., Fukano, M., y Fukubayashi, T. (2017). Mechanism of anterior cruciate ligament injury in female soccer players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 8(1), 6–11. <https://doi.org/10.5812/asjism.38205>
- Khayambashi, K., Ghoddosi, N., Straub, R. K., y Powers, C. M. (2016). Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. *American Journal of Sports Medicine*, 44(2), 355–361. <https://doi.org/10.1177/0363546515616237>
- Lisman, P., Nadelen, M., Hildebrand, E., Leppert, K., y de la Motte, S. (2018). Functional movement screen and Y-Balance test scores across levels of American football players. *Biology of Sport*, 35(3), 253–260. <https://doi.org/10.5114/biolosport.2018.77825>
- Lopes, T. J. A., Simic, M., Myer, G. D., Ford, K. R., Hewett, T. E., y Pappas, E. (2018). The effects of injury prevention programs on the biomechanics of landing Tasks: A systematic review with meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 46(6), 1492–1499. <https://doi.org/10.1177/0363546517716930>
- López-Valenciano, A., Ayala, F., De Ste Croix, M., Barbado, D., y Vera-García, F. J. (2019). Different neuromuscular parameters influence dynamic balance in male and female football players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 27(3), 962–970. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5088-y>
- Maniar, N., Schache, A. G., Pizzolato, C., y Opar, D. A. (2020). Muscle contributions to tibiofemoral shear forces and valgus and rotational joint moments during single leg drop landing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 0–2. <https://doi.org/10.1111/sms.13711>
- Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Silva, P. L., Yut, L., Webster, K. E., Riley, M. A., Kiefer, A. W., Doherty-Restrepo, J. L., y Myer, G. D. (2018). "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. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097261>
- 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. <https://doi.org/10.1038/bjids.2014.371>
- Myer, G. D., Kushner, A. M., Brent, J. L., Schoenfeld, B. J., Hugentobler, J., Lloyd, R. S., Vermeil, A. I., Chu, D. A., Harbin, J., y McGill, S. M. (2014). The back squat: A proposed assessment of functional deficits and technical factors that limit performance. *Strength and Conditioning Journal*, 36(6), 4–27. <https://doi.org/10.1519/SSC.000000000000103>
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., y Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: A systematic video analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 32(4), 1002–1012. <https://doi.org/10.1177/0363546503261724>
- O'Connor, S., McCaffrey, N., Whyte, E. F., y Moran, K. A. (2020). Can a Standardized Visual Assessment of Squatting Technique and Core Stability Predict Injury? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), 26–36. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003262>
- Piñero, A. M. (2018). *Proyecto de intervención: batería de ejercicios para la mejora de la dorsiflexión de tobillo en jugadores de fútbol*. (Trabajo Fin de Grado). Universidad Da Coruña.
- Rabin, A., Einstein, O., y Kozol, Z. (2018). The association of visually-assessed quality of movement during jump-landing with ankle dorsiflexion range-of-motion and hip abductor muscle strength among healthy female athletes. *Physical Therapy in Sport*, 31, 35–41. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.01.004>
- Rabin, A., y Kozol, Z. (2017). Utility of the overhead squat and forward arm squat in screening for limited ankle dorsiflexion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1251–1258.
- Read, P. J., Oliver, J. L., De Ste Croix, Mark, B.A., Myer, G. D., y Lloyd, R. S. (2016). Reliability of the tuck jump injury risk screening assessment in elite male youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1510–1516.
- Real Federación Española de Fútbol. (2017). Licencias. RFEF. [http://cdn1.sefutbol.com/sites/default/files/rfef\\_memoria\\_2017\\_licencias.pdf](http://cdn1.sefutbol.com/sites/default/files/rfef_memoria_2017_licencias.pdf)
- Salinero, J.J., González-Millán, C., Ruiz-Vicente, D., Abián-Vicén, J., García-Aparicio, A., Rodríguez-Cabrero, M., y Cruz, A. (2013). Valoración de la condición física y técnica en futbolistas jóvenes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 13(50), 401–418.
- Sasaki, S., Tsuda, E., Yamamoto, Y., Maeda, S., Kimura, Y., Fujita, Y., y Ishibashi, Y. (2019). Core-muscle training and neuromuscular control of the lower limb and trunk. *Journal of Athletic Training*, 54(9), 959–969. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-113-17>
- Smith, C. A., Chimera, N. J., y Warren, M. (2015). Association of Y balance test reach asymmetry and injury in Division I Athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(1), 136–141. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000380>
- Steffen, K., Myklebust, G., Olsen, O. E., Holme, I., y Bahr, R. (2008). Preventing injuries in female youth football - A cluster-randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(5), 605–614. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00703.x>
- Troule, S., y Casamichanana, D. (2016). Aplicación de pruebas funcionales para la detección de asimetrías en jugadores de fútbol. *Journal of Sport and Health Research*, 8(1), 53–64.
- 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 and Medicine*, 16(1), 117–124.
- Waldén, M., Häggglund, M., Magnusson, H., y Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 19(1), 11–19.
- Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., y Häggglund, M. (2012). Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. *BMJ (Research)*, 344(7858), 1–11. <https://doi.org/10.1136/bmj.e3042>