

<https://doi.org/10.5232/ricyde2020.06007>

Influencia de las lesiones previas en los patrones fundamentales del movimiento en jugadoras profesionales de fútbol

Influence of previous injuries on fundamental movement patterns in professional female soccer players

Raquel Hernández-García¹, Alba Aparicio-Sarmiento¹, José Manuel Palao², Pilar Sainz de Baranda¹

1.Facultad Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. España

2.University of Wisconsin (Parkside). United States

Resumen

En el alto nivel la detección del riesgo de lesión resulta crucial para alcanzar el éxito deportivo. Para ello, los equipos técnicos suelen buscar herramientas sencillas, económicas y que doten de mucha información, tales como los tests funcionales y registros de lesiones. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron describir tanto las lesiones previas como las compensaciones manifestadas por jugadoras de fútbol en patrones básicos de movimiento, así como analizar la relación entre estas lesiones y los patrones motores fundamentales analizados. En este estudio de cohortes retrospectivo participaron 16 jugadoras de fútbol de segunda división [Edad: 22±4,11 años; práctica federada: 10±4,49 años]. Se evaluaron los patrones motores básicos mediante la Valoración Funcional Básica (VAFB) y se cumplimentó un cuestionario sobre las lesiones de la temporada anterior. Nueve jugadoras (56,25%) sufrieron alguna lesión, de entre las cuales ocho (88,89%) se localizaron en el miembro inferior y la mayoría de lesiones se produjeron por sobreuso, sin contacto (n=7). Los porcentajes medios de compensaciones y asimetrías en la VAFB fueron de 65,79%±11,80 y 15,30%±4,82, respectivamente. Los resultados de la valoración funcional fueron ligeramente mejores para las jugadoras que no sufrieron lesión, aunque las diferencias no fueron significativas [t=-,605; p=,555]. Los resultados de la VAFB podrían ser empleados en el diseño de programas preventivos individualizados en fútbol femenino.

Palabras clave: patrón de movimiento; lesión, Valoración Funcional Básica; fútbol femenino; calidad de movimiento.

Abstract

At the high level, the detection of the risk of injury is crucial for sporting success. For this purpose, technical teams often look for simple, economical and informative tools, such as functional tests and injury records. Therefore, the objectives of this study were to describe both the previous injuries and the compensations expressed by female football players in basic movement patterns, as well as to analyse the relationship between these injuries and the fundamental motor patterns analysed. This retrospective cohort study involved 16 second division female football players [Age: 22±4.11 years; federated practice: 10±4.49 years]. Basic motor patterns were evaluated using Basic Functional Assessment (BAFA) and a questionnaire on injuries from the previous season was completed. Nine players (56.25%) suffered some injury, among which eight (88.89%) were located in the lower limb and the majority of injuries were caused by overuse, without contact (n=7). The mean percentages of compensations and asymmetries in the VAFB were 65.79%±11.80 and 15.30%±4.82, respectively. Functional assessment results were slightly better for players who did not suffer injury, although the differences were not significant [t=-,605; p=,555]. The results of the VAFB could be used in the design of individualized preventive programs in women's soccer.

Keywords: movement pattern; injury, Basic Functional Assessment; women's football; movement quality.

Correspondencia/correspondence: Raquel Hernández-García
Facultad Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia. España
Email: rhernandezgarcia@um.es

Introducción

Es un hecho claramente contrastado que la práctica deportiva, en general, y la práctica de deportes colectivos, en particular, presenta importantes beneficios sobre el estado de salud de los deportistas. No obstante, y a pesar de estos numerosos beneficios, las altas demandas físicas de este tipo de deportes predisponen a sus practicantes a una situación más vulnerable para sufrir una lesión en comparación con sus iguales no deportistas (Maffulli, Longo, Gougoulis, Loppini y Denaro, 2010). Además, algunos trabajos han confirmado que el fenómeno lesional en deportes de equipo es especialmente relevante entre las mujeres, ya que existe mayor probabilidad de lesiones en el miembro inferior en categoría femenina que en categoría masculina (Moseid, Myklebust, Fagerland, Clarsen y Bahr, 2018; Wild, Steele y Munro, 2012).

Concretamente, en fútbol profesional se han llegado a observar porcentajes de hasta el 31,7% de lesiones por sobreuso en el miembro inferior, además, gran parte de las lesiones sufridas (26,7%) por los futbolistas de élite causan más de 28 días de baja deportiva (Häggglund, Waldén y Ekstrand, 2016). De hecho, diversos estudios han revelado una alta incidencia de lesiones en fútbol femenino profesional (Del Coso, Herrero y Salinero, 2018; Engström, Johansson y Tornkvist, 1991; Faude, Junge, Kindermann y Dvorak, 2005; Jacobson y Tegner, 2007; Tegnander, Olsen, Moholdt, Engebretsen y Bahr, 2008), destacando que entre el 48% y el 70% de las mujeres jugadoras de fútbol sufren aproximadamente una lesión a lo largo de la temporada deportiva (Faude y col., 2005; Jacobson y Tegner, 2007). Tanto es así que entrenadores, fisioterapeutas e incluso las propias deportistas son conscientes de que el entrenamiento específico para reducir el riesgo de lesión es imprescindible dentro de cualquier programa para la mejora del rendimiento deportivo (Bolling, Delfino Barboza, Mechelen y Pasma, 2019).

De hecho, la especialización deportiva de las mujeres en fútbol se ha asociado a una mayor predisposición de sufrir dolor en la rodilla y a diferentes tipos de patologías en dicha articulación, tales como la tendinopatía rotuliana de Sinding Larsen Johansson o la enfermedad de Osgood Schlatter (Hall, Foss, Hewett y Myer, 2015). En esta línea, destacan algunas patologías en ligamentos, especialmente en el cruzado anterior (LCA), tal y como informan varios autores (Pardos-Mainer, Casajús y Gonzalo-Skok, 2019; Kaneko y col., 2017; Hewett, Torg y Boden, 2009). Los posibles motivos de estas lesiones, podrían atender a cambios hormonales, estructurales y neuromusculares que se producen tras la llegada de la menarquia durante la pubertad (Wild y col., 2012); e incluso debido a las diferencias existentes en el timing de aplicación de las fuerzas entre hombres y mujeres (Sigurdsson, Sveinsson y Briem, 2018); y las asimetrías o diferencias en cuanto a movilidad o activación encontradas entre extremidades (Bishop y col., 2019), entre otros.

La preocupación que conlleva la lesión se genera no sólo por la salud del deportista, sino también por la repercusión económica y el descenso del rendimiento deportivo en el club, como consecuencia de las bajas en entrenamiento y competición. Todo ello ha provocado un incremento en el interés sobre la detección del riesgo de lesión en jugadoras de fútbol, y a la vez el nacimiento de una línea de investigación (Bishop y col., 2019). Este interés empuja a los especialistas a cubrir la necesidad de estudio de los factores de riesgo de lesión del miembro inferior en el deporte femenino (Sayer y col., 2018), y más concretamente en el fútbol femenino (Romero-Moraleda y col., 2017). De hecho, se observa un incremento de publicaciones con la exposición de diferentes pruebas de evaluación de la capacidad física o de la funcionalidad motriz en este tipo de población (Aspe y Swinton, 2014; Beales, O'Sullivan y Briffa, 2010; Bishop, Edwards y Turner, 2016; Boguszewski, Adamczyk, Buda, Kłoda y Białoszewski, 2016; Cook, Burton, Hoogenboom y Voight, 2014; Sainz de Baranda,

Cejudo, Ayala y Santonja, 2015; Silvers, Giza y Mandelbaum, 2005; Stradijot, Pittorru y Pinna, 2012; Wilkerson, Giles y Seibel, 2012).

De entre todas las pruebas de valoración, la evaluación funcional en deportistas está siendo una herramienta clave en la reducción del riesgo de lesión, a través de pruebas o test para determinar la calidad de movimiento (Bennett y col., 2019). Ésta es concebida como la capacidad de un individuo para realizar una tarea o patrón de movimiento de manera óptima (Kritz, Cronin y Hume, 2009), es decir, sin dolor o incomodidad e implicando una alineación adecuada de las articulaciones, coordinación y postura (Cibulka y Threlkeld-Watkins, 2005). Desde el punto de vista de la organización cognitiva del movimiento, los patrones motores funcionales son la base sobre la que se sustentan las habilidades complejas y los gestos técnicos que precisa cada deportista para su rendimiento. Por este motivo, la evaluación de los mismos resulta crucial para determinar la funcionalidad básica de un deportista en función de la estabilidad, movilidad, control motor y simetría durante el propio movimiento (Mehl y col., 2018; Sousa, Leite, Costa, y Santos, 2017), e identificar a aquellos atletas que presentan mayor riesgo de sufrir una lesión (Cook y col., 2014). Para ello, se proponen los test de calidad de movimiento, los cuales se utilizan con el propósito principal de detectar movimientos compensatorios, es decir, limitaciones en los patrones de movimiento que aparecen como fruto de ciertos déficits, tales como debilidad muscular, disfunción del movimiento y rigidez (Bennett y col., 2017, 2019), así como asimetría entre extremidades (Bishop y col., 2019). Las diferencias existentes entre extremidades en cuanto a rendimiento neuromuscular y biomecánico constituyen lo que comúnmente se conoce como asimetría, cobrando importancia el estudio de estas diferencias para el diseño de intervenciones preventivas individualizadas (Bishop y col., 2019).

Entre las pruebas más utilizadas para evaluar la calidad de movimiento en atletas destaca la batería Functional Movement Screen (FMS) de Cook, Burton, Hoogenboom y Voight (2014a; 2014b). Se han encontrado diferentes estudios que utilizan esta batería en fútbol (Chalmers y col., 2018; Dinc, Kilinc, Bulat, Erten, y Bayraktar, 2017; Lisman, Nadelen, Hildebrand, Leppert, y de la Motte, 2018), destacando que las variables que más influyen en los resultados son el historial de lesiones y el sexo del jugador (Chimera, Smith, y Warren, 2015). Tanto es así que se ha utilizado FMS para predecir el riesgo de lesión del LCA sin contacto en jugadoras de fútbol, determinando que aquellas jugadoras que obtienen una puntuación superior a 14 poseen mayor riesgo (Landis, Baker, y Seegmiller, 2018). Sin embargo, la FMS como herramienta de predicción del riesgo de lesión en deportistas genera bastante contrariedad, ya que diferentes autores indican que no es una herramienta válida para predecir el riesgo de lesión, afirmando incluso que el nivel de evidencia es muy bajo (Bunn, Rodrigues, y Bezerra da Silva, 2019; Moran, Schneiders, Mason, y Sullivan, 2017). Además, el uso de la batería FMS ha sido discutido por varios autores (Bishop y col., 2016; Kraus, Doyscher, y Schütz, 2015), quienes sugieren principalmente que la forma de puntuar de la batería no dota al entrenador de datos concretos para mejorar la funcionalidad del sujeto, ya que esto es clave en la valoración de la calidad de movimiento (Nessler, 2013), o por otro lado, comprobar si la recuperación de los atletas pos-lesión ha sido adecuada (Li, Wang, Chen, y Dai, 2015).

Por ello, la selección de test que doten información al entrenador para intervenir con los deportistas es clave, tal y como se ha observado en los estudios que utilizan la Valoración Funcional Básica o VAFB, donde valoran a judokas (Gil-López, García-Hurtado y Hernández-García, 2018), atletas de CrossFit (Hernández-García, Toledo, Fernández-García, y Torres-Luque, 2019) y practicantes de Pilates embarazadas (Hernández-García, Rodríguez-Díaz, Molina-Torres, y Torres-Luque, 2018). Sin embargo, no se han encontrado valores de referencia de la valoración funcional básica (VAFB) en futbolistas. Por ello, los objetivos de

la presente investigación fueron: a) describir las compensaciones que se observan en la ejecución de patrones motores básicos (perfil funcional básico) de las jugadoras de un equipo de fútbol de alto nivel; b) describir las lesiones sufridas la temporada anterior; c) analizar la relación entre los resultados de la valoración funcional básica y las lesiones sufridas.

Método

Participantes

La muestra fue seleccionada atendiendo a criterios de accesibilidad a la misma, no obstante, los criterios de inclusión fueron: a) Régimen de entrenamiento de tres a cinco sesiones semanales incluyendo partido; b) Pertenecer a una categoría de juego de alto rendimiento (primera o segunda división); c) Experiencia deportiva de al menos cinco años. Inicialmente, las participantes seleccionadas para el estudio fueron 20 jugadoras, sin embargo, aquellas que no aportaron el consentimiento informado (Maffulli y col., 2010) o que no asistieron el día de la recogida de datos fueron excluidas (Hägglund y col., 2016). Finalmente, se incluyeron un total de 16 participantes, todas ellas pertenecientes al mismo equipo de fútbol de segunda división [Edad: 22±4,11 años; Altura: 1,61±0,06 m; Peso: 57,06±6,03 kg; Práctica federada: 10±4,49 años].

Diseño y procedimiento

Se trató de un estudio de cohortes retrospectivo, para llevar a cabo el estudio se valoró a través de metodología observacional el perfil funcional básico de las jugadoras de un equipo de fútbol femenino de segunda división a principio de la temporada 2018/2019. Además, se registraron las lesiones sufridas la temporada anterior en formato papel bajo la supervisión de un investigador experto que les indicó las instrucciones y atendió las dudas surgidas. El proyecto respeta los principios de la Declaración de Helsinki por lo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Ética en Investigación de la Universidad de Murcia y las jugadoras dieron previamente su consentimiento por escrito para participar en la investigación (ID: 1672/2017).

La valoración se implementó durante una sesión de 120 minutos en el campo de entrenamiento habitual. No se empleó calentamiento previo con el fin de observar el patrón motor básico, más frecuentemente reproducido en la vida cotidiana. Todas las pruebas se grabaron desde diferentes planos para su posterior análisis a cámara lenta, se analizó una repetición válida de cada patrón de movimiento por cada jugadora. Se consideraron repeticiones nulas aquellas en las que la jugadora no reproducía el patrón que se le había indicado o bien cuando perdía la estabilidad, se caía o se desplazaba de su base de sustentación inicial durante la ejecución. El orden de las pruebas fue el mismo para cada deportista y estuvo definido con la intención de minimizar cualquier posible efecto negativo entre ellas. Todas las jugadoras presentaron la capacidad funcional suficiente para la ejecución de las pruebas y se encontraban en activo, con un rendimiento deportivo óptimo dentro del equipo en el momento de la grabación.

Overhead squat (OHS)

En esta prueba se reproduce un patrón motor de triple flexo-extensión bilateral. Las indicaciones que se dieron a las jugadoras para la grabación del test fueron:

1. Separa los pies (descalzos) a la anchura de los hombros
2. Coloque el segundo dedo del pie mirando al frente
3. Levante los brazos hacia arriba, como si quisiese tocar el techo

4. Cuando le diga “preparado, listo, ya”, baje lentamente el culo todo lo que pueda al suelo.

Si preguntaba “¿Es hacer una sentadilla?” se le respondía: “Usted baje el culo al suelo”. La prueba fue grabada desde una vista frontal anterior, frontal posterior y sagital.

Hurdle step (HS)

En esta prueba se reproduce un patrón motor de triple flexo-extensión unilateral sin carga. Las indicaciones que se dieron a las jugadoras para la grabación del test fueron:

1. Sube a un step (de 10-20 cm) y junta los pies descalzos.
2. Cruza los brazos sobre tu pecho.
3. Cuando te diga “preparado, listo, ya”, eleva tu rodilla (primero derecha, y luego la izquierda) a la altura de tu cadera y sin caer mantén unos segundos antes de bajarla.

La prueba fue grabada desde una vista frontal anterior, frontal posterior y sagital.

Forward step down (FSD)

En esta prueba se reproduce un patrón motor de triple flexo-extensión unilateral con carga.

Las indicaciones que se dieron a las jugadoras para la grabación del test fueron:

1. Sube a un step (de 10-20 cm) y junta los pies descalzos.
2. Cruza los brazos sobre tu pecho.
3. Cuando te diga “preparado, listo, ya” lleva tu talón (primero derecho, y luego el izquierdo) todo lo que puedas hacia abajo y adelante sin caer.

La prueba fue grabada desde una vista frontal anterior, frontal posterior y sagital.

Shoulder mobility (SM)

En esta prueba se reproduce un patrón motor de abducción y rotación externa de un hombro junto con aducción y rotación interna del otro hombro. Las indicaciones que se dieron a las jugadoras para la grabación del test fueron:

1. Separe los brazos en cruz y coloque su dedo gordo dentro de los demás.
2. Cuando le diga “preparado, listo, ya”, lleva tu brazo derecho por encima de la cabeza y el izquierdo por debajo hasta que ambas muñecas se junten en la espalda.

La prueba fue grabada desde una vista frontal posterior y sagital.

Active straight leg raise (ASLR)

En esta prueba se reproduce un patrón motor de flexión de cadera activa con rodilla extendida desde decúbito supino. Las indicaciones que se dieron a las jugadoras para la grabación del test fueron:

1. Túmbese boca arriba con piernas extendidas.
2. Cuando le diga “preparado, listo, ya” eleve su pierna derecha totalmente extendida todo lo que pueda.

La prueba fue grabada desde una vista sagital.

Variables e instrumentos

El registro de *lesiones sufridas la temporada anterior* se llevó a cabo mediante un cuestionario autoadministrado, en el que se recogió información relacionada con el momento de aparición de la lesión, tipología y severidad de la misma, mecanismo que la produjo, y tiempo de baja deportiva (Engström y col., 1991; Faude y col., 2005; Fuller y col., 2006).

El perfil funcional básico de las jugadoras fue evaluado a través de la *Valoración Funcional Básica (VAFB)*, una batería de cinco pruebas en las que se reproducen patrones motores básicos (Figura 1), seleccionadas en base a un estudio previo (Hernández-García y col., 2016). Todas las pruebas fueron grabadas desde diferentes planos. Posteriormente, se registraron las compensaciones observadas en cada prueba en base a hojas de observación utilizadas en estudios anteriores (Gil-López y col., 2018; Hernández-García y col., 2018; Hernández-García y col., 2019). Se consideraron compensaciones las limitaciones que se manifiestan de forma observable como alteraciones en los patrones de movimiento innatos, y que aparecen como fruto de ciertos déficits de fuerza, movilidad, estabilidad o control motor (Bennett y col., 2017, 2019). Las asimetrías fueron consideradas cuando una compensación se manifestaba de forma diferenciada en el miembro derecho y en el izquierdo (Bishop y col., 2019).

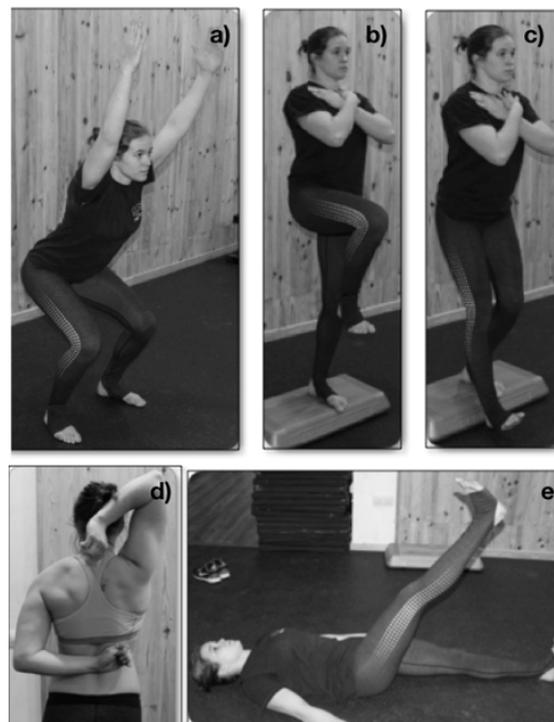


Figura 1. Pruebas de la Valoración Funcional Básica (VAFB). Tomado de Hernández-García y col. (2019). a) Overhead Squat (OHS); b) Hurdle Step (HS); c) Forward Step Down (FSD); d) Shoulder Mobility (SM); e) Active Straight Leg Raise (ASLR)

Análisis de datos

Los datos fueron tratados mediante estadística descriptiva e inferencial a través del programa estadístico IBM SPSS Statistics (versión 24.0).

Se utilizó la prueba Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de las variables. Para comparar el perfil funcional básico en función de haber sufrido o no lesión la temporada anterior, se implementó la prueba *U de Mann Whitney*, ya que las variables presentaron una distribución no normal. El tamaño del efecto se calculó a través del estadístico “r” ($r=Z/\sqrt{n}$)

(Tomczak y Tomczak, 2014), sólo en caso de que las diferencias fueran significativas entre grupos. En tal caso, el tamaño del efecto se interpretaría de acuerdo, a los criterios señalados por Cohen (2013): $r = 0,10-0,30$ (bajo), $r = 0,30-0,50$ (medio), $r = 0,50-0,70$ (grande), $r > 0,70$ (muy grande). Para analizar la asociación entre los resultados de la VAFB y las lesiones anteriores se utilizó la prueba chi-cuadrado y se calculó la Odds-ratio. Para todas las pruebas se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$.

Resultados

Valoración Funcional Básica (VAFB) e historial de lesiones

En cuanto a lesiones de la temporada anterior, un total de nueve jugadoras (56,25%) dijeron haber padecido alguna lesión, mientras que siete futbolistas (43,75%) indicaron no haber sufrido ninguna lesión la pasada temporada. En total se produjeron nueve lesiones durante la temporada anterior (una por jugadora), por tanto, la incidencia lesional por jugadora fue de 4,04 lesiones cada 1000 horas de partidos oficiales, de 1,59 lesiones cada 1000 horas de entrenamientos y de 2,99 lesiones cada 1000 horas de entrenamiento o partido. A continuación, en la tabla 1 se muestran las características de las lesiones sufridas la temporada anterior y los resultados totales de la VAFB de cada una de las jugadoras.

Tabla 1. Perfil funcional basado en la frecuencia de compensaciones y asimetrías en cada prueba, así como descripción de las lesiones sufridas por cada jugadora la temporada anterior.

Jugadora		OHS	HS	FSD	SM	ASLR	TOTAL	Descripción de la lesión
1	C	6	3	9	6	5	29	Sin lesión previa
	A	1	1	2	0	1	5	
2	C	7	5	15	6	2	35	Sin lesión previa
	A	2	1	2	0	0	5	
3*	C	8	10	13	6	5	42	Bursitis de gravedad moderada en la articulación de la cadera dominante
	A	1	0	4	0	1	6	
4	C	7	12	15	5	5	44	Fractura grave de clavícula derecha que por contacto
	A	1	0	1	1	1	4	
5	C	7	12	15	5	10	49	Tendinitis del tendón rotuliano por sobreuso
	A	1	2	3	1	0	7	
6*	C	11	14	15	5	10	50	Sin lesión previa
	A	0	3	3	1	0	7	
7	C	7	11	15	6	11	50	Fascitis plantar leve en ambos pies producida por mecanismo de sobreuso
	A	0	1	2	0	1	4	
8	C	8	12	18	6	6	50	Lesión isquiosural moderada en la pierna dominante por sobreuso
	A	2	2	2	0	0	6	
9	C	8	14	19	6	4	51	Sin lesión previa
	A	0	2	3	0	0	5	
10	C	8	14	22	6	2	52	Lesión grave isquiosural de la pierna dominante por sobreuso
	A	0	2	2	0	0	4	
11	C	6	12	20	6	9	53	Sin lesión previa
	A	0	3	2	0	1	6	

12	C	11	13	18	1	10	53	Rotura ligamento muy grave en la rodilla no dominante sin contacto
	A	2	3	2	1	0	8	
13	C	8	16	17	6	8	55	Sin lesión previa
	A	3	3	3	0	2	11	
14	C	9	11	19	6	12	57	Esguince de ligamento lateral interno de rodilla de la pierna dominante
	A	2	3	1	0	0	6	
15	C	11	11	21	6	12	59	Sin lesión previa
	A	2	1	1	0	0	4	
16	C	10	17	22	6	9	64	Tendinitis aquilosa moderada en la pierna dominante por sobreuso
	A	1	3	0	0	1	5	

OHS: overhead squat; HS: hurdle step; FSD: forward step down; SM: shoulder mobility; ASLR: active straight leg raise; C: compensaciones; A: asimetrías. *Puesto específico de portera.

Como se aprecia en la Tabla 1, las lesiones fueron en su mayoría tendinosas (n=3), musculares (n=2) y ligamentosas (n=2). Por otro lado, ocho lesiones (88,89%) se localizaron en el miembro inferior, siendo la rodilla (n=3) y el muslo (n=2) las zonas más afectadas. Atendiendo a las zonas más afectadas, las estructuras lesionadas fueron la musculatura isquiosural (n=2), los ligamentos de la rodilla (n=2) y el tendón rotuliano (n=1). Es de destacar que la mayoría de las lesiones ocurrieron en el segmento dominante (n=5).

Por otro lado, la mayor parte de las lesiones se produjeron por mecanismo de sobreuso, sin contacto (n=7), durante un entrenamiento (n=4) o partido (n=2). Atendiendo al tiempo de baja deportiva y al tratamiento recibido como consecuencia de la lesión, en su mayoría las lesiones se clasificaron en gravedad moderada (n=3) y graves (n=2).

Atendiendo a la VAFB, a continuación se presentan las compensaciones más frecuentes en cada una de las pruebas (Figura 2). En primer lugar, las manifestaciones con mayor incidencia en el Overhead Squat Test (OHS) fueron la rotación externa de ambos pies (100%), que los brazos caigan al frente (100%), la eversión del pie derecho (81,25%) y del pie izquierdo (62,50%), la pérdida de disociación lumbo-pélvica (56,25%), el varo de rodilla derecha (43,75%) e izquierda (37,50%), la extensión cervical (43,75%) y el reparto asimétrico de la carga de la cadera hacia la derecha (43,75%) y hacia la izquierda (31,25%).

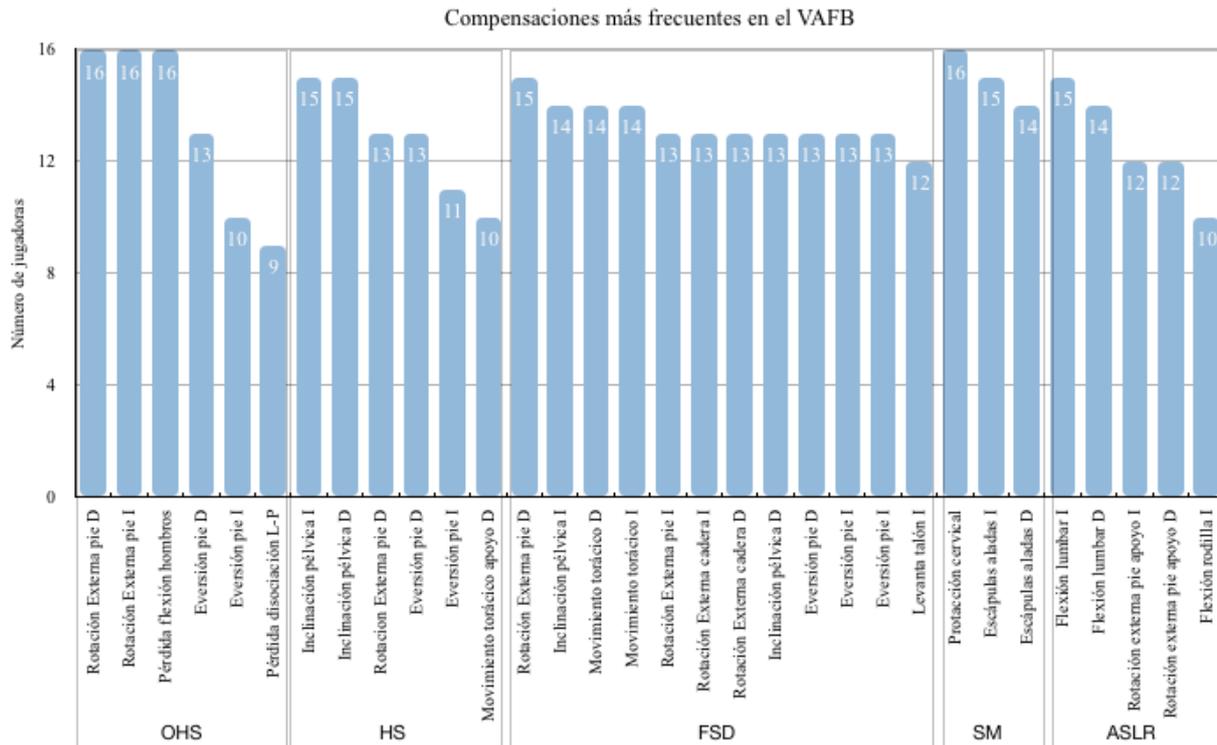


Figura 2. Compensaciones más frecuentes en cada una de las pruebas (VAFB: valoración funcional básica; OHS: overhead squat; HS: hurdle step; FSD: forward step down; SM: shoulder mobility; ASLR: active straight leg raise; D: derecha; I: izquierda; L-P: lumbo-pélvica).

Las compensaciones más frecuentes en el Hurdle Step Test (HS) fueron la inclinación pélvica cuando la cadera derecha o la izquierda se encontraban flexionadas (93,75%), la rotación externa del pie de apoyo derecho (81,25%), la eversión del pie de apoyo derecho (81,25%) e izquierdo (68,75%), la pérdida de disociación lumbo-pélvica cuando se flexiona la cadera derecha (81,25%) y la izquierda (68,75%), así como el movimiento torácico con la cadera izquierda flexionada (62,50%).

Por otro lado, en el Forward Step Down Test (FSD) las compensaciones más frecuentes fueron la rotación externa del pie de apoyo derecho (93,75%) e izquierdo (81,25%), el movimiento torácico con la pierna derecha de apoyo (87,50%) y con la pierna izquierda de apoyo (87,50%), la rotación externa de la pierna izquierda y derecha cuando están en el aire (81,25%), la inclinación pélvica con la pierna izquierda apoyada (87,50%) y con la pierna derecha apoyada (81,25%) y la pérdida de disociación lumbo-pélvica con la pierna derecha apoyada (81,25%).

En el Shoulder Mobility Test (SM) todas las compensaciones tuvieron una incidencia muy alta, especialmente la antepulsión cervical con el hombro derecho en abducción y rotación externa (100%), el exceso de lordosis (93,75%) y la aparición de escápulas aladas con el hombro izquierdo en abducción y rotación externa (93,75%).

Las manifestaciones más frecuentes en el Active Straight Leg Raise Test (ASLR) fueron la flexión lumbar cuando se flexiona la cadera izquierda (93,75%) y cuando se flexiona la cadera derecha (87,50%), la rotación externa de las piernas derecha (75%) e izquierda (75%) cuando están apoyadas, la modificación de la pierna derecha cuando está apoyada (62,50%) y la flexión de la rodilla izquierda cuando se flexiona la cadera izquierda (62,50%). Además, la extensión cervical (18,75%) en el ASLR fue más frecuente que la flexión cervical (12,50%).

Cabe destacar, que el porcentaje medio de compensaciones en la VAFB fue de 65,79%±11,80 y las pruebas en las que se dieron los mayores porcentajes de compensaciones fueron el SM (91,67%±21,08), el FSD (77,56%±15,96) y el ASLR (62,50%±28,05). Por otra parte, el porcentaje medio de asimetrías en la VAFB fue de 15,30%±4,82 y los test con mayores porcentajes de asimetrías fueron el OHS (22,50%±19,15), el FSD (17,19%±8,32) y el HS (15,63%±9,07).

Valoración Funcional Básica y su relación con la lesión previa

En la Tabla 2 se aprecian los resultados de la VAFB en función de si hubo o no hubo lesión la temporada pasada, así pues, se observa que el porcentaje de compensaciones fue mayor en el grupo de las que sufrieron lesión para cada una de las pruebas y en el cómputo total. Sólo en la prueba SM, las jugadoras que no se lesionaron obtuvieron un porcentaje medio de compensaciones superior. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre jugadoras “lesionadas” y “no lesionadas” en cuanto al porcentaje de compensaciones para ninguna de las pruebas ni para la puntuación total.

Posteriormente, las jugadoras se clasificaron por agrupación visual en dos grupos según el porcentaje de manifestaciones presentadas en la VAFB: grupo de peores resultados (mayor porcentaje de compensaciones) y grupo de mejores resultados (menor porcentaje de compensaciones). Cuando se analizó la asociación entre tener mejores o peores resultados en la VAFB y haber sufrido lesión o no la temporada anterior, se comprobó que no existía asociación significativa [$X^2= ,254$; $p= ,614$; $\Phi= -,126$]. Asimismo, se determinó que los resultados de la VAFB fueron independientes del estado lesivo previo de las futbolistas [$OR= ,600$ (IC 95%: $,082 - 4,400$)].

Tabla 2. Compensaciones y asimetrías en la VAFB en función de haber sufrido lesión o no la temporada anterior

Variables		No lesión (n=7)		Sí lesión (n=9)		Comparación de medias	
		\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	Z	p-valor
Nº compensaciones	OHS	8,14	2,12	8,33	1,41	,435	,664
	HS	10,71	4,89	12,44	2,07	,215	,830
	FSD	16,57	4,08	17,44	3,21	,215	,829
	SM	5,86	,38	5,22	1,64	,909	,364
	ASLR	7,14	3,58	7,78	3,38	,534	,594
	Total	48,43	11,76	51,22	6,57	,212	,832
% Compensaciones	OHS	58,16	15,11	59,52	10,10	,435	,664
	HS	48,70	22,22	56,57	9,40	,215	,830
	FSD	75,32	18,53	79,29	14,57	,215	,829
	SM	97,62	6,30	87,04	27,36	,909	,364
	ASLR	59,52	29,82	64,82	28,19	,534	,594
	Total	63,72	15,47	67,40	8,65	,212	,832
Nº asimetrías	OHS	1,14	1,21	1,11	,78	,055	,956
	HS	2,00	1,00	1,78	1,20	,331	,740
	FSD	2,29	,76	1,89	1,17	,894	,371
	SM	,14	,38	,33	,50	,845	,398
	ASLR	,57	,79	,44	,53	,181	,857
	Total	6,14	2,34	5,56	1,42	,271	,786

Tabla 2. Compensaciones y asimetrías en la VAFB en función de haber sufrido lesión o no la temporada anterior

Variables		No lesión (n=7)		Sí lesión (n=9)		Comparación de medias	
		\bar{X}	DE	\bar{X}	DE	Z	p-valor
% Asimetrías	OHS	22,86	24,30	22,22	15,63	,055	,956
	HS	16,67	8,34	14,82	10,02	,331	,740
	FSD	19,05	6,30	15,74	9,72	,894	,371
	SM	4,76	12,60	11,11	16,67	,845	,398
	ASLR	9,52	13,11	7,41	8,79	,181	,857
	Total	16,17	6,16	14,62	3,75	,271	,786

OHS: overhead squat; HS: hurdle step; FSD: forward step down; SM: shoulder mobility; ASLR: active straight leg raise.

Discusión

Historial de lesiones

Uno de los objetivos de la presente investigación fue describir las lesiones sufridas por las jugadoras de fútbol durante la temporada anterior. A este respecto, se encontró que las estructuras más lesionadas fueron la rodilla y la musculatura isquiosural. Hägglund y col. (2016) indicaron que la mayoría de las futbolistas de alto nivel de su estudio sufrieron las lesiones en rodillas, muslos y tendón de Aquiles, siendo las lesiones tendinosas el tercer tipo de lesión más prevalente. En este sentido, tanto Hägglund, Waldén y Ekstrand (2009), como Åman, Forssblad y Larsén (2018) declaran que la rotura de fibras de la musculatura isquiosural es una de las lesiones más prevalentes tanto en fútbol masculino como en femenino, destacando que las lesiones en la rodilla son especialmente recurrentes entre las mujeres futbolistas. De hecho, las lesiones ligamentosas en la rodilla son las de mayor gravedad y de las más prevalentes en fútbol femenino profesional (Del Coso y col., 2018; Engström y col., 1991; Faude y col., 2005; Jacobson y Tegner, 2007; Tegnander y col., 2008).

Por su parte, Del Coso y col. (2018), al igual que en el presente estudio, constatan que la mayoría de las lesiones son graves (ocasionan más de 21 días de baja deportiva), encontrando mayor gravedad de las lesiones que se producen sin contacto.

Al igual que en el presente estudio, algunos trabajos previos han determinado que en fútbol existe un mayor porcentaje de lesiones por sobreuso (Del Coso y col., 2018; Hägglund y col., 2016; Morris y col., 2017). Sin embargo, otras investigaciones han determinado que el mayor porcentaje de lesiones que se producen en fútbol base (menores de 18 años) son traumáticas (Pasulka, Jayanthi, McCann, Dugas y LaBella, 2017; Schiff y col., 2010).

Por otro lado, destacamos que se halló una incidencia lesional por jugadora media-alta (de 4,04 lesiones cada 1000 horas de partidos oficiales, de 1,59 lesiones cada 1000 horas de entrenamientos y de 2,99 lesiones cada 1000 horas de entrenamiento o partido), aunque ligeramente inferior a lo encontrado en estudios previos como el de Jacobson y Tegner (2007) (13,9 cada 1000 horas de partido, 2,7 cada 1000 horas de entrenamiento y 4,6 cada 1000 horas de entrenamiento o partido).

Valoración Funcional Básica (VAFB)

Otro de los objetivos del presente estudio fue describir las compensaciones que se observan en la ejecución de patrones motores básicos (perfil funcional básico) de las jugadoras de un equipo de fútbol de alto nivel.

En cuanto a las compensaciones más frecuentes en cada una de las pruebas, las manifestaciones con mayor incidencia en el OHS fueron la rotación externa de ambos pies, que los brazos caigan al frente, la eversión de ambos pies, la pérdida de disociación lumbo-pélvica, el varo de rodilla, la extensión cervical y el reparto asimétrico de la carga de la cadera.

En este sentido, Gil-López y col. (2018) encontraron 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 al aplicar la VAFB con judocas de élite. Siguiendo esta línea, Castropil y Arnoni (2014) determinaron la eversión del pie como la compensación más común (incidencia del 80%) al analizar la postura de 50 judocas.

Así pues, la rotación externa de pies podría ser debida a una falta de dorsiflexión de tobillo (Bishop y col., 2016) o bien a la hiperactivación de los rotadores externos de cadera en comparación con los rotadores internos (Hides, Oostenbroek, Franettovich-Smith, y Dilani-Mendis, 2016). De la misma manera, el hecho de que la flexión de hombros se pierda y los brazos caigan hacia delante podría estar relacionado con una falta de extensibilidad del dorsal ancho (Bishop y col., 2016). Por otro lado, la pérdida de disociación lumbo-pélvica podría ser debida a una falta de activación de la musculatura del tronco (Shin, Kang, Kwon y Yu, 2017).

De igual forma, la inclinación pélvica en el Hurdle Step Test podría deberse a una hiperactivación del cuadrado lumbar, a la vez que la eversión del pie de apoyo puede estar relacionada con falta de estabilidad en la articulación subastragalina.

Así pues, el movimiento torácico en los test de apoyo monopodal (HS y FSD) podría estar relacionado con una falta de activación abdominal (bracing), necesaria para controlar los movimientos de anti-rotación y mantener el tronco estable (Gil-López y col., 2018), ya que el déficit de estabilidad central (CORE) se ha identificado como factor de riesgo potencial en las lesiones de las extremidades inferiores (De Blaiser y col., 2018). En este sentido, estudios previos han correlacionado el dolor lumbar con la falta de activación de la musculatura oblicua abdominal en futbolistas (Hides y col., 2016). De igual manera, Kolodziej y Jaitner (2018) determinaron que aquellos ítems de la batería FMS que se encontraban relacionados con la estabilidad y fuerza-resistencia de CORE (el ejercicio *trunk stability push-up* y el ejercicio *rotary stability*) eran los más determinantes para detectar a futbolistas con un alto riesgo de sufrir una lesión.

Diferentes investigaciones previas han determinado que la aparición de escápulas aladas o la antepulsión cervical son dos de las compensaciones más habituales en la valoración funcional de deportistas de alto nivel (Castropil y Arnoni, 2014; Gil-López y col., 2018). El exceso de lordosis podría ser debido a la falta de extensibilidad del dorsal ancho, que provoca una extensión lumbar cuando se realiza la abducción con rotación externa del hombro durante el Shoulder Mobility Test.

En cuanto a las manifestaciones del Active Straight Leg Raise Test, tanto la flexión lumbar como la flexión de rodilla de la cadera que se flexiona son compensaciones que podrían estar estrechamente relacionadas con la falta de extensibilidad o cortedad de la musculatura isquiosural, ya que distintos test exploratorios han determinado una alta prevalencia de cortedad isquiosural (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala y Santonja, 2014; Cejudo y col., 2019; Santonja, 1996), siendo la evolución natural de la cortedad de la musculatura hacia el agravamiento si no se interviene, puesto que la flexibilidad es una capacidad física básica involutiva (Vidal-Barbier, Vidal-Almiñana, Almela y Vidal-Almiñana, 2011).

Además, debido al importante papel que juegan los isquiosurales en la posición de la pelvis, su cortedad afecta de manera directa a la estabilidad del raquis lumbar (Andújar, Alonso y

Santonja, 1996; Cejudo y col., 2014; Cejudo y col., 2019). De esta manera, la cortedad de la musculatura isquiosural, retroversora de la pelvis, incide en la disminución de la lordosis lumbar (Sainz de Baranda, Cejudo, Ayala y Santonja, 2015; Sainz de Baranda, Rodríguez-Iniesta, Ayala, Santonja y Cejudo, 2014; Santonja y Pastor, 2003), lo que podría explicar la alta incidencia de flexión lumbar observada en la ejecución del ASLR en el presente estudio.

Por otra parte, la extensión cervical en el ASLR fue más frecuente que la flexión cervical, lo que puede deberse a una excesiva tensión en la línea miofascial posterior que recorre desde el primer dedo del pie hasta la base del hueso occipital del cráneo (Myers, 2015). A su vez, la excesiva tensión en la línea posterior podría estar relacionada con la repetición continua de los gestos técnicos más frecuentes en el fútbol.

Por otro lado, el porcentaje medio de manifestaciones de las jugadoras en la VAFB fue superior al 50% y las pruebas en las que se dieron los mayores porcentajes de compensaciones fueron el SM, el FSD y el ASLR, respectivamente. Cabe destacar que la prueba con mayor porcentaje de asimetrías fue el test de triple flexo-extensión bilateral “Over-Head Squat”, lo que demuestra la importancia de observar las manifestaciones de forma unilateral aunque se trate de pruebas bilaterales (Bishop y col., 2016).

Estos resultados coinciden con los del estudio de Gil-López y col. (2018), quienes encontraron que el FSD (55,24%±1,13) y el SM (60,26%±0,02) fueron los test con mayor número de compensaciones al aplicar la VAFB con 13 judocas de nivel nacional. Sin embargo, el porcentaje total de compensaciones en la VAFB fue menor (45,74%±2,01) en el estudio de Gil-López y col. (2018), debido probablemente a las diferencias existentes en los gestos técnicos específicos del judo y los gestos específicos del fútbol.

Así pues, las pruebas donde se detectaron mayores porcentajes de asimetrías fueron el OHS (22,50%), el FSD (17,19%) y el HS (15,63%). En este sentido, Troule y Casamichana (2016) encontraron que hasta un 31,8% de participantes presentaron asimetrías funcionales en el *Hurdle Step Test*, por lo que se recomienda focalizar un trabajo equilibrado de los complejos articulares pie, tobillo, rodilla y cadera, tanto de movilidad como estabilidad, para evitar estados lesivos en ejercicios de grandes cadenas (Nadler y col., 2001).

En este sentido, hay que destacar que un alto porcentaje de compensaciones y asimetrías en el HS y en el ASLR se ha visto relacionado con mayores deficiencias y asimetrías en el rendimiento de tareas globales como el cambio de dirección en mujeres deportistas (Lockie y col., 2015).

Valoración Funcional Básica y lesión

Por último, se estableció como objetivo analizar la relación entre los resultados de la valoración funcional básica y las lesiones sufridas por las jugadoras durante la temporada anterior.

Los resultados de la VAFB fueron ligeramente mejores para las jugadoras que no sufrieron lesión la temporada pasada en todas las pruebas excepto en el SM, aunque no existieron diferencias significativas en la puntuación de ninguno de los test de la VAFB entre las jugadoras que se lesionaron y las que no. En esta línea, Smith y Hanlon (2017) determinaron que los jugadores de fútbol que presentaron dos o más asimetrías en el FMS no tenían mayor riesgo de sufrir una lesión a través de un mecanismo de no contacto. Igualmente, Chalmers y col. (2018) concluyeron que el hecho de presentar asimetrías en los test de valoración de FMS no estaba asociado a mayor riesgo de incidencia lesional en jugadores de fútbol. Además, en línea con la orientación del estudio, Conley y Lategan (2019) no encontraron correlación con las lesiones previas y los resultados obtenidos con el FMS.

Sin embargo, investigaciones recientes han declarado que valoraciones funcionales como la FMS sirven de apoyo a la valoración de la condición física para detectar el riesgo de aparición de lesiones que se producen por mecanismo de sobreuso en deportes de equipo (Atalay, Tarakci y Algun, 2018; Landis y col., 2018). Además, las valoraciones funcionales pueden servir para controlar el estado de forma tras una lesión y definir el momento apropiado para la reincorporación del deportista o “return to play”, especialmente en lesiones de rodilla (Davies y col., 2017). Pudiendo indicar que quizás las jugadoras lesionadas no hayan alcanzado un estado de forma suficiente para volver al terreno de juego y a la competición.

De hecho, Kiesel y col. (2007) realizaron un estudio de cohortes retrospectivo con 46 jugadores profesionales de fútbol y determinaron que existían diferencias entre los lesionados y los no lesionados en cuanto a la puntuación total obtenida a partir de las siete pruebas del FMS (Functional Movement Screen).

Estas diferencias podrían deberse, en primer lugar, a un mayor tamaño muestral, en segundo lugar, al uso de pruebas de valoración diferentes cuya puntuación se registra de forma distinta, y por último, al criterio utilizado para clasificar en “lesión/no lesión”, ya que los estudios que encontraron diferencias analizaron a los jugadores que se encontraban en ese momento recuperándose de la lesión o lo que se conoce como “estar en la enfermería” (Injured Reserve o IR, en inglés), ya que estaban lesionados en el momento de la valoración.

Por otro lado, Chorba, Chorba, Bouillon, Overmyer, y Landis (2010) encontraron que la presencia de movimientos compensatorios durante la ejecución de patrones de movimiento fundamentales podía aumentar el riesgo de lesión en jóvenes mujeres deportistas. Concretamente, los autores concluyeron que una puntuación de 14 o menos en el FMS, suponía cuatro veces más riesgo de sufrir una lesión de miembro inferior a lo largo de la temporada. Resultados similares encontraron Kolodziej y Jaitner (2018) en su estudio con futbolistas de categoría masculina. Quizás las diferencias respecto a los resultados del presente estudio, se deban a que los autores registraron las lesiones de forma prospectiva a lo largo de toda una temporada, posteriormente a la valoración inicial, en la que solamente se incluyeron deportistas sanas (sin indicios de lesión en los treinta días previos).

Las principales limitaciones del presente estudio radican en el escaso tamaño de la muestra, que hace que los resultados no puedan ser generalizables al resto de mujeres futbolistas, así como en el uso de un instrumento de valoración piloto, que se encuentra siguiendo un proceso exhaustivo para su validación y análisis de fiabilidad intra e interobservador. Futuros estudios deben investigar la capacidad de la VAFB para identificar el riesgo de lesión en una muestra más amplia, a través de diseños prospectivos, o bien de forma retrospectiva evaluando a las jugadoras de fútbol que se encuentren recientemente lesionadas en el momento de la valoración, en fases de recuperación en las que la evaluación resulte apropiada y conveniente.

Conclusiones

La mayor parte de las lesiones se produjeron por sobreuso (sin contacto), fueron de gravedad moderada o graves y ocurrieron en la rodilla (ligamentos y tendón rotuliano) y en la musculatura isquiosural.

Las manifestaciones con mayor incidencia en el Overhead Squat Test (OHS) fueron la rotación externa de ambos pies, que los brazos caigan al frente, la eversión del pie y la pérdida de disociación lumbo-pélvica. En el Hurdle Step Test (HS) y en el Forward Step Down Test (FSD) fueron la inclinación pélvica, la rotación externa del pie de apoyo, la eversión del pie de apoyo, la pérdida de disociación lumbo-pélvica y el movimiento torácico.

En el Shoulder Mobility Test (SM) todas las compensaciones tuvieron una incidencia muy alta, especialmente la antepulsión cervical, el exceso de lordosis y la aparición de escápulas aladas. Por otro lado, en el Active Straight Leg Raise Test (ASLR) las manifestaciones más frecuentes fueron la flexión lumbar, la modificación y rotación externa de las piernas cuando están apoyadas, y la flexión de la rodilla.

Los resultados de la VAFB fueron ligeramente mejores para las jugadoras que no sufrieron lesión en la temporada pasada en todas las pruebas excepto en el Shoulder Mobility Test (SM). Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas.

Es de destacar que, a diferencia de otras valoraciones funcionales previas, la VAFB aporta un valor añadido al evaluar de forma específica las manifestaciones que se producen en cada prueba, lo que permitiría implementar y diseñar planes de entrenamiento individualizados más ad-hoc para cada jugadora de fútbol con el fin de poder evitar una mayor incidencia lesional o probabilidad de lesión de las jugadoras.

Aplicaciones prácticas

En base a las indicaciones de la valoración funcional básica realizada y teniendo en cuenta la literatura previa, podrían proponerse algunas indicaciones prácticas para la mejora de las compensaciones mostradas por las jugadoras:

1. Ejercicios de movilidad en la dorsiflexión de tobillo (Malliaras, Cook, y Kent, 2006)
2. Trabajo para estabilizar el ratio de fuerza entre rotadores internos y externos de cadera, así como entre abductores y aductores (Myer, Brent, Ford, y Hewett, 2008)
3. Mejorar la extensibilidad del dorsal ancho y movilidad en la flexión de hombros
4. Potenciar la activación en dinámico de la musculatura del core (Myer y col., 2008; Soligard y col., 2008)
5. Desarrollar la estabilidad del miembro inferior (Myklebust y col., 2003)
6. Ejercicios que potencien la musculatura estabilizadora de la articulación escapulo-humeral
7. Mejorar extensibilidad isquiosural y movilidad en la flexión de cadera (Ayala y col., 2010; Ayala y col., 2016)

Tal como indican Huang, Jung, Mulligan, Oh, y Norcross (2019) en su reciente meta-análisis sobre programas preventivos de la lesión de ligamento cruzado anterior, las intervenciones eficaces tienden a incluir pliometría, trabajo de fuerza y ejercicios de agilidad, incidiendo en proporcionar feedback específico sobre la técnica de ejecución durante la realización de los ejercicios. En esta línea, Dos'Santos, Thomas, Comfort, y Jones (2019) declaran en su reciente revisión que las intervenciones basadas en la mejora de parámetros neuromusculares y biomecánicos asociados a una mayor carga en la rodilla son una buena estrategia para reducir la carga soportada por el ligamento cruzado anterior durante acciones como el cambio de dirección o el aterrizaje después de un salto.

Por lo tanto, resultaría interesante, que además de trabajar los diferentes déficits neuromusculares de forma aislada, se incluyeran tareas globales para una mayor asimilación del trabajo de las jugadoras, incluyendo tareas de:

1. Pliometría bipodal y monopodal
2. Trabajo de las mecánicas del cambio de dirección, incidiendo en proporcionar feedback específico sobre la técnica de ejecución

3. Entrenamiento de fuerza y potencia en tareas de predominio de rodilla (squat) y cadera (dead lift) bipodal y monopodal.

Referencias

- Åman, M.; Larsén, K.; Forssblad, M.; Näsmark, A.; Waldén, M., & Häggglund, M. (2018). A Nationwide Follow-up Survey on the Effectiveness of an Implemented Neuromuscular Training Program to Reduce Acute Knee Injuries in Soccer Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(12), 1-10. <https://doi.org/10.1177/2325967118813841>
- Andújar, P.; Alonso, C., y Santonja, F. (1996). Tratamiento de la cortedad de isquiosurales. *Selección*, 5(1), 37-48.
- Aspe, R. R., & Swinton, P. A. (2014). Electromyographic and Kinetic Comparison of the Back Squat and Overhead Squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2827-2836. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000462>
- Atalay, E. S.; Tarakci, D., & Algun, C. (2018). Are the functional movement analysis scores of handball players related to athletic parameters? *Journal of Exercise Rehabilitation*, 14(6), 954-959. <https://doi.org/10.12965/jer.1836372.186>
- Ayala, F.; Sainz De Baranda, P., & De Ste Croix, M. (2010). Effect of active stretch on hip flexion range of motion in female professional futsal players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50(4), 428-435.
- Ayala, F.; Puerta-Callejón, J. M.; Flores-Gallego, M. J.; García-Vaquero, M. P.; Ruíz-Pérez, I.; Caldearon-López, A.; Parra-Sánchez, S.; López-Plaza, D., y López-Valenciano, A. (2016). Análisis bayesiano de los principales factores de riesgo de lesión de la musculatura isquiosural. *Kronos*, 15(1), 1-18.
- Beales, D. J.; O'Sullivan, P. B., & Briffa, N. K. (2010). The effects of manual pelvic compression on trunk motor control during an active straight leg raise in chronic pelvic girdle pain subjects. *Manual Therapy*, 15(2), 190-199. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.10.008>
- Bennett, H.; Davison, K.; Arnold, J.; Martin, M.; Wood, S., & Norton, K. (2019). Reliability of a movement quality assessment tool to guide exercise prescription (movement screen). *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(3), 424-435. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190424>
- Bennett, H.; Davison, K.; Arnold, J.; Slattery, F.; Martin, M., & Norton, K. (2017). Multicomponent Musculoskeletal Movement Assessment Tools: A Systematic Review and Critical Appraisal of Their Development and Applicability to Professional Practice. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2903-2919. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002058>
- Bishop, C.; Edwards, M., & Turner, A. N. (2016). Screening movement dysfunctions using the overhead squat. *Professional Strength & Conditioning*, 22-30.
- Bishop, C.; Pereira, L. A.; Reis, V. P.; Read, P.; Turner, A. N., & Loturco, I. (2019). Comparing the magnitude and direction of asymmetry during the squat, countermovement and drop jump tests in elite youth female soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 0(0), 1-8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1649525>
- Boguszewski, D.; Adamczyk, J.; Buda, M.; Kłoda, M., & Białoszewski, D. (2016). The use of functional tests to assess risk of injuries in judokas. *Archives of Budo: Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 12(1), 57-62.

- Bunn, P. D. S.; Rodrigues, A. I., & Bezerra da Silva, E. (2019). The association between the functional movement screen outcome and the incidence of musculoskeletal injuries: A systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 35, 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.11.011>
- Castropil, W., & Arnoni, C. (2014). Postural patterns and adaptations in judo athletes. *Archives of Budo*, 10, 23-28.
- Cejudo, A.; Sainz de Baranda, M. P.; Ayala, F., y Santonja, F. (2014). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 55, 8-17. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2014.10.016>
- 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/peerj.6236>
- Chalmers, S.; DeBenedictis, T. A.; Zacharia, A.; Townsley, S.; Gleeson, C.; Lynagh, M.; Townsley, A., & Fuller, J. T. (2018). Asymmetry during Functional Movement Screening and injury risk in junior football players: A replication study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(3), 1281-1287. <https://doi.org/10.1111/sms.13021>
- Chimera, N. J.; Smith, C. A., & Warren, M. (2015). Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *Journal of Athletic Training*, 50(5), 475-485. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.6.02>
- Chorba, R. S.; Chorba, D. J.; Bouillon, L. E.; Overmyer, C. A., & Landis, J. A. (2010). Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 5(2), 47-54.
- Cibulka, M. T., & 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>
- Cohen, J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Conley, S., & Lategan, L. (2019). Injury prevalence and functional movement screen TM scores in young football players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 41(1), 1-11-11.
- Cook, G.; Burton, L.; Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional Movement Screening: The Use Of Functional Movements As An Assessment Of Function- Part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(3), 396-409.
- Davies, G. J.; McCarty, E.; Provencher, M., & Manske, R. C. (2017). ACL Return to Sport Guidelines and Criteria. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 10(3), 307-314. <https://doi.org/10.1007/s12178-017-9420-9>
- De Blaiser, C.; Roosen, P.; Willems, T.; Danneels, L.; Bossche, L. V., & De Ridder, R. (2018). Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 30, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.08.076>
- 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>

- Dinc, E.; Kilinc, B. E.; Bulat, M.; Erten, Y. T., & Bayraktar, B. (2017). Effects of special exercise programs on functional movement screen scores and injury prevention in preprofessional young football players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(5), 535-540. <https://doi.org/10.12965/jer.1735068.534>
- Dos'Santos, T.; Thomas, C.; Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). The Effect of Training Interventions on Change of Direction Biomechanics Associated with Increased Anterior Cruciate Ligament Loading: A Scoping Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01171-0>
- Engström, B.; Johansson, C., & Tornkvist, H. (1991). Soccer injuries among elite female players. *The American Journal of Sports Medicine*, 19(4), 372-375. <https://doi.org/10.1177/036354659101900408>
- Faude, O.; Junge, A.; Kindermann, W., & Dvorak, J. (2005). Injuries in Female Soccer Players: A Prospective Study in the German National League. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(11), 1694-1700. <https://doi.org/10.1177/0363546505275011>
- Fuller, C. W.; Ekstrand, J.; Junge, A.; Andersen, T. E.; Bahr, R.; Dvorak, J.; Hägglund, 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 & Science in Sports*, 16(2), 83-92. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x>
- 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 (RAMA)*, 1, 20-22. <https://doi.org/10.18002/rama.v13i2s.5500>
- Hägglund, M.; Waldén, M., & Ekstrand, J. (2009). Injuries among male and female elite football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(6), 819-827. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00861.x>
- Hägglund, M.; Waldén, M., & Ekstrand, J. (2016). Injury recurrence is lower at the highest professional football level than at national and amateur levels: Does sports medicine and sports physiotherapy deliver? *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 751-758. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095951>
- Hall, R.; Foss, K. B.; Hewett, T. E., & Myer, G. D. (2015). Sport Specialization's Association With an Increased Risk of Developing Anterior Knee Pain in Adolescent Female Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(1), 31-35. <https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0101>
- Hernández-García, R.; Martínez-Pozo, D., y Sánchez-Muñoz, B. (2016). Selección de Test para una valoración funcional básica, Una propuesta de Zebra Academy. IX Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Libro de Actas, 377-378.
- Hernández-García, R.; Rodríguez-Díaz, L.; Molina-Torres, G., y Torres-Luque, G. (2018). Efectos de un programa de actividad física con el método pilates sobre la funcionalidad de mujeres embarazadas. Estudio piloto. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 7(2), 40-52. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2018.v7i2.5103>
- Hernández-García, R.; Toledo, D.; Fernández-García, I., y Torres-Luque, G. (2019). Valoración del perfil funcional en atletas de CrossFit. Estudio Piloto. *Acciónmotriz*, 23, 100-108.

- Hides, J. A.; Oostenbroek, T.; Franettovich-Smith, M. M., & Dilani-Mendis, M. (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>
- Huang, Y. L.; Jung, J.; Mulligan, C. M. S.; Oh, J., & Norcross, M. F. (2019). A Majority of Anterior Cruciate Ligament Injuries Can Be Prevented by Injury Prevention Programs: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Cluster-Randomized Controlled Trials With Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 363546519870175. <https://doi.org/10.1177/0363546519870175>
- Jacobson, I., & Tegner, Y. (2007). Injuries among Swedish female elite football players: A prospective population study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17(1), 84-91.
- Kiesel, K.; Plisky, P. J., & Voight, M. L. (2007). Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 2(3), 147-158.
- Kolodziej, M., & Jaitner, T. (2018). Single Functional Movement Screen items as main predictors of injury risk in amateur male soccer players. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 48. <https://doi.org/10.1007/s12662-018-0515-2>
- Kraus, K.; Doyscher, R., & Schütz, E. (2015). Methodological Item Analysis of the Functional Movement Screen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 66, 263-268. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2015.199>
- Kritz, M.; Cronin, J., & Hume, P. (2009). The Bodyweight Squat: A Movement Screen for the Squat Pattern. *Strength & Conditioning Journal*, 31, 76-85. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318195eb2f>
- Landis, S. E.; Baker, R. T., & Seegmiller, J. G. (2018). Non-Contact Anterior Cruciate Ligament and Lower Extremity Injury Risk Prediction Using Functional Movement Screen and Knee Abduction Moment: An Epidemiological Observation of Female Intercollegiate Athletes. *International journal of sports physical therapy*, 13(6), 973-984. <https://doi.org/10.26603/ijspst20180973>
- Li, Y.; Wang, X.; Chen, X., & Dai, B. (2015). Exploratory factor analysis of the functional movement screen in elite athletes. *Journal of sports sciences*, 33, 1166-1172. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.986505>
- Lisman, P.; Nadelen, M.; Hildebrand, E.; Leppert, K., & 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/biolSport.2018.77825>
- Lockie, R.; Schultz, A.; Callaghan, S.; Jordan, C.; Luczo, T., & Jeffriess, M. (2015). A preliminary investigation into the relationship between functional movement screen scores and athletic physical performance in female team sport athletes. *Biology of Sport*, 32(1), 41-51. <https://doi.org/10.5604/20831862.1127281>
- Maffulli, N.; Longo, U. G.; Gougoulis, N.; Loppini, M., & Denaro, V. (2010). Long-term health outcomes of youth sports injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 21-25. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.069526>
- Malliaras, P.; Cook, J. L., & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304-309. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.03.015>

- Mehl, J.; Diermeier, T.; Herbst, E.; Imhoff, A. B.; Stoffels, T.; Zantop, T.; Petersen, W., & Achtnich, A. (2018). Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 138(1), 51-61. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2809-5>
- Moran, R. W.; Schneiders, A. G.; Mason, J., & Sullivan, S. J. (2017). Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1661-1669. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096938>
- Morris, K.; Simon, J. E.; Grooms, D. R.; Starkey, C.; Dompier, T. P., & Kerr, Z. Y. (2017). The Epidemiology of Overuse Conditions in Youth Football and High School Football Players. *Journal of Athletic Training*, 52(10), 976-981. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.10.04>
- Moseid, C. H.; Myklebust, G.; Fagerland, M. W.; Clarsen, B., & Bahr, R. (2018). The prevalence and severity of health problems in youth elite sports: A 6-month prospective cohort study of 320 athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(4), 1412-1423. <https://doi.org/10.1111/sms.13047>
- Myer, G. D.; Brent, J. L.; Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2008). A pilot study to determine the effect of trunk and hip focused neuromuscular training on hip and knee isokinetic strength. *British Journal of Sports Medicine*, 42(7), 614-619. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.046086>
- Myers, T. W. (2015). *Vías anatómicas. Meridianos miofasciales para terapeutas manuales y del movimiento* (3rd ed.). Elsevier.
- Myklebust, G.; Engebretsen, L.; Braekken, I. H.; Skjølberg, A.; Olsen, O. E., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: A prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 13(2), 71-78. <https://doi.org/10.1097/00042752-200303000-00002>
- Nadler, S. F.; Malanga, G. A.; Feinberg, J. H.; Prybicien, M.; Stitik, T. P., & DePrince, M. (2001). Relationship Between Hip Muscle Imbalance and Occurrence of Low Back Pain in Collegiate Athletes: A Prospective Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80(8), 572-577. <https://doi.org/10.1097/00002060-200108000-00005>
- Nessler, T. (2013). Using Movement Assessment to Improve Performance and Reduce Injury Risk. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 18, 8-12. <https://doi.org/10.1123/ijatt.18.2.8>
- Pasulka, J.; Jayanthi, N.; McCann, A.; Dugas, L. R., & LaBella, C. (2017). Specialization patterns across various youth sports and relationship to injury risk. *The Physician and Sportsmedicine*, 45(3), 344-352. <https://doi.org/10.1080/00913847.2017.1313077>
- Romero-Moraleda, B.; Cuéllar, Á.; González, J.; Bastida, N.; Echarri, E.; Gallardo, J., y 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>
- Sainz de Baranda, P.; Cejudo, A.; Ayala, F., y Santonja, F. (2015). Perfil óptimo de flexibilidad del miembro inferior en jugadoras de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15(60), 647-662. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2015.60.003>

- Sainz de Baranda, P.; Cejudo, A.; Ayala, F., y Santonja, F. (2015). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadoras senior de fútbol sala. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 0(409), 35-48.
- Sainz de Baranda, P.; Rodríguez-Iniesta, M.; Ayala, F.; Santonja, F., & Cejudo, A. (2014). Determination of the criterion-related validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility using a contemporary statistical approach. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 24(4), 320-325.
<https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000079>
- Santonja, F. (1996). *Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva*. En Escolar: Medicina y Deporte. Ferrer, V., Martínez, L. and Santonja, F. (Eds.) (pp. 251-268). Diputación Provincial de Albacete.
- Santonja, F., y Pastor, A. (2003). Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. *Selección*, 12(3), 150-154.
- Sayer, T. A.; Hinman, R. S.; Fortin, K.; Paterson, K. L.; Bennell, K. L.; Timmi, A.; Pivonka, P., & Bryant, A. L. (2018). Differences in Hip and Knee Running Moments across Female Pubertal Development. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(5), 1015-1020.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001525>
- Schiff, M. A.; Mack, C. D.; Polissar, N. L.; Levy, M. R.; Dow, S. P., & O'Kane, J. W. (2010). Soccer Injuries in Female Youth Players: Comparison of Injury Surveillance by Certified Athletic Trainers and Internet. *Journal of Athletic Training*, 45(3), 238-242.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.3.238>
- Shin, S. H.; Kang, S. R.; Kwon, T. K., & Yu, C. (2017). A study on trunk muscle activation patterns according to tilt angle during whole body tilts. *Technology and Health Care: Official Journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 25(1), 73-81.
<https://doi.org/10.3233/THC-171308>
- Sigurðsson, H. B.; Sveinsson, P., & Briem, K. (2018). Timing, not magnitude, of force may explain sex-dependent risk of ACL injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 26(8), 2424-2429.
<https://doi.org/10.1007/s00167-018-4859-9>
- Silvers, H. J.; Giza, E., & Mandelbaum, B. R. (2005). Anterior cruciate ligament tear prevention in the female athlete. *Current Sports Medicine Reports*, 4(6), 341-343.
<https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306297.57331.f2>
- Smith, P. D., & Hanlon, M. P. (2017). Assessing the Effectiveness of the Functional Movement Screen in Predicting Noncontact Injury Rates in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3327-3332.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001757>
- Soligard, T.; Myklebust, G.; Steffen, K.; Holme, I.; Silvers, H.; Bizzini, M.; Junge, A.; Dvorak, J.; Bahr, R., & Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 337, a2469.
<https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Sousa, A. S. P.; Leite, J.; Costa, B., & Santos, R. (2017). Bilateral Proprioceptive Evaluation in Individuals With Unilateral Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 52(4), 360-367.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.2.08>

- Stradijot, F.; Pittorru, G. M., & Pinna, M. (2012). The functional evaluation of lower limb symmetry in a group of young elite judo and wrestling athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(1), 13-16.
<https://doi.org/10.3233/IES-2011-0434>
- Tegnander, A.; Olsen, O. E.; Moholdt, T. T.; Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Injuries in Norwegian female elite soccer: A prospective one-season cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 16(2), 194-198.
<https://doi.org/10.1007/s00167-007-0403-z>
- Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 1(21).
- Troule, S., & Casamichana, 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.
- Vidal-Barbier, M.; Vidal-Almiñana, T.; Almela, M., y Vidal-Almiñana, M. (2011). El acortamiento de los isquiosurales. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(105), 44-50. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2011/3\).105.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2011/3).105.05)
- Wild, C. Y.; Steele, J. R., & Munro, B. J. (2012). Why Do Girls Sustain More Anterior Cruciate Ligament Injuries Than Boys? *Sports Medicine*, 42(9), 733-749.
<https://doi.org/10.1007/BF03262292>
- Wilkerson, G. B.; Giles, J. L., & Seibel, D. K. (2012). Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: A preliminary study. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 264-272.
<https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.17>

Datos de financiación:

Esta investigación es parte del Proyecto "Estudio del riesgo de lesión en jóvenes deportistas a través de redes de inteligencia artificial" (DEP2017-88775-P), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER, UE).

La investigadora Alba Aparicio-Sarmiento ha desarrollado el trabajo a través de la Beca de Iniciación a la Investigación (R.-1023/2018, de 25 de octubre) financiada por la Universidad de Murcia.

La investigadora Pilar Sainz de Baranda ha desarrollado el trabajo a través de la Beca de movilidad "Salvador de Madariaga" (PRX18/00395) financiada a través del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Este trabajo ha sido desarrollado durante la estancia de investigación en la Universidad de Wisconsin-Parkside entre febrero y julio de 2019.