

## Análisis del golpeo y la preparación psicológica para retornar a la práctica en futbolistas tras una lesión isquiosural

Jose Oriol<sup>1</sup>, Marta Leyton<sup>2</sup>, Miguel Pascual<sup>1</sup> y Marco Batista<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Madrid; <sup>2</sup>Universidad Fundación San Pablo CEU de Sevilla; <sup>3</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal)  
Email: [joriolset@gmail.com](mailto:joriolset@gmail.com)

**RESUMEN:** Las lesiones de la musculatura isquiosural son las más comunes en fútbol, y pueden presentar efectos residuales que cambien el patrón de un gesto técnico. El presente estudio analizó las diferencias en la técnica de golpeo entre jugadores anteriormente lesionados y jugadores no lesionados, así como las correlaciones entre la capacidad psicológica para retornar a la práctica y las características del gesto. Tres futbolistas que habían padecido una lesión de isquiosurales conformaron el grupo de jugadores anteriormente lesionados, y tres futbolistas que no habían padecido ninguna lesión en el miembro inferior en los últimos dos años, formaron el grupo de jugadores no lesionados. Se analizaron los gestos de golpeo a balón parado y de golpeo en carrera a través del programa Kinovea. Asimismo, se evaluó la capacidad psicológica para retornar a la práctica mediante el Injury Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS). Únicamente la velocidad del balón en el golpeo en carrera presentó diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,05$ ). Además, se obtuvieron correlaciones positivas entre la preparación psicológica para retornar y la flexión de rodilla en el golpeo en carrera, y entre la flexión de rodilla en el golpeo a balón parado y los ítems 3 y 4 del I-PRRS. Asimismo, se hallaron correlaciones negativas entre la extensión de cadera en el golpeo a balón parado y el ítem 6 del I-PRRS. Los resultados permiten concluir que variables cinemáticas y variables psicológicas se encuentran interrelacionadas tras una lesión en la musculatura isquiosural.

**PALABRAS CLAVE:** Patrón de golpeo, bíceps femoral, capacidad psicológica.

### Soccer kick analysis and psychological readiness to return to sport after a hamstring injury

**ABSTRACT:** The most common injuries in football are those related to the hamstring muscle complex, and they can affect a motor pattern. The present study analyzed the differences in kicking technique between players that had sustained a hamstring injury and players that didn't have any injury, and the relationship between psychological preparedness to return to competition and the cinematic variables of the kick. Three footballers who had suffered a hamstring injury formed the group of previously injured players, and three players who had not suffered any lower limb injury during the two years prior to the study formed the group of not injured players. In-step kicking technique and running kicking technique were analyzed through Kinovea program. In addition, psychological preparedness to return to competition was assessed through the Injury Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS). Only differences in running kicking ball speed was found significantly different between groups ( $p < 0,05$ ). Positive correlation was found between psychological preparedness and knee flexion while performing a running kick, and between knee flexion during the in-step kick and the 3rd and 4th items of the I-PRRS. Likewise, negative correlations were found between hip extension during the in-step kick and the 6th item of the I-PRRS. Results let us conclude that both cinematic and psychological variables are correlated after a hamstring injury, affecting a specific motor pattern.

**KEY WORDS:** Motor pattern, bíceps femoris, psychological readiness.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones musculares son las causantes de hasta el 27% del tiempo de ausencia por lesión en fútbol profesional masculino (Ekstrand, Hagglund y Waldén, 2011).

Este problema cobra especial relevancia al no encontrar, a pesar de los avances en metodología de preparación física y prevención de lesiones, una disminución en los últimos años de las lesiones musculares (Ekstrand, Hagglund, Kristenson, Magnusson y Waldén, 2013).

Aunque el trabajo de prevención y readaptación de lesiones cada vez se torna más individualizado, actuando en función de las características personales del deportista y del contexto competitivo, a menudo estos planteamientos tienen una visión reduccionista centrada en determinados factores de riesgo aislados, sin tener en cuenta la relación existente entre los mismos.

De esta manera, los factores de riesgo de padecer una lesión muscular, y las consecuencias que esta tiene sobre el individuo, han sido ampliamente estudiadas; no así con la relación que podría existir entre los factores de diferente tipo (intrínseco o inherente al deportista y extrínseco o dependiente del ambiente y el contexto) o, en el caso del trabajo que nos ocupa, entre las consecuencias de una lesión a nivel psicológico y a nivel biomecánico o gestual.

Sin embargo, la necesidad de 'ir un paso más allá', en términos de comprensión de qué ocurre tras una lesión, y por qué existe un riesgo aumentado de volver a lesionarse, sea o no de la misma estructura, es vital para que el papel del readaptador físico-deportivo, perfil profesional en auge en el deporte de alto rendimiento, continúe avanzando y amplíe sus posibilidades de acción.

Sobre esta base, este trabajo presentará una estructura lógica que partirá de la acotación del objeto de estudio y las bases teóricas publicadas sobre el mismo, para progresar hacia el diseño del trabajo de investigación y los resultados y el conocimiento que de él se derivan.

### a. Objeto de estudio y justificación de la investigación

Conocemos cada vez más profundamente los factores de riesgo de lesión muscular, destacando para este proyecto la relación entre haber padecido una lesión en la musculatura isquiosural y el aumento del riesgo de padecer una lesión en el cuádriceps (Orchard, 2001), existiendo para esta última dos situaciones susceptibles de lesión: el sprint y el golpeo (Mendiguchía, Alentorn-Geli, Idoate y Myer, 2013).

Este aumento del riesgo de padecer una lesión en otra estructura podría estar relacionado con el cambio en el patrón de realización de los gestos específicos, habiéndose reportado la utilización de mecanismos inconscientes de protección durante el gesto de golpeo tras padecer una lesión muscular en los isquiosurales (Navandar, Gulino, Antonio y Navarro, 2013). Estos mecanismos de protección pueden ser resultado de múltiples variables, al entender tanto la lesión como la propia acción deportiva como fenómenos multifactoriales y complejos.

En esta línea, este objeto de estudio se centra en cómo una lesión de isquiosurales puede suponer cambios en el patrón motor del golpeo, así como en determinadas variables psicológicas, y las posibles correlaciones que se establecen entre ellas. Podrá, por lo tanto, servir de base para posteriores trabajos que investiguen sobre si existe relación de causalidad entre la lesión y este cambio en el patrón motor, y entre estas alteraciones y el aumento del riesgo de lesión en la musculatura cuádriceps.

## **b. Marco teórico-conceptual**

### *Lesión de la musculatura isquiosural*

Las lesiones de esta musculatura suponen el 37% de las lesiones musculares, que en su conjunto representan el 31% de todas las lesiones en fútbol (Ekstrand, Hägglund y Waldén, 2011).

De este complejo grupo formado por el bíceps femoral, el semimembranoso y el semitendinoso, el bíceps femoral es el músculo que más lesiones sufre, alcanzando suponer el 84% de todas las lesiones que ocurren en esta musculatura, siendo el principal mecanismo de lesión la carrera a sprint o a alta velocidad (Ekstrand et al., 2012).

### *Gesto de golpeo en fútbol*

El golpeo de balón a portería o disparo es el gesto técnico ofensivo por excelencia en el fútbol, al tratarse de la acción de golpear la pelota hacia la meta rival con el objetivo de anotar gol.

Desde una perspectiva biomecánica, este gesto ha sido analizado en hombres y mujeres por Katis, Kellys y Lees (2015), observando a través del análisis ANOVA un efecto de interacción significativo entre flexión plantar-dorsiflexión y eversión-inversión en el tobillo, flexo-extensión de rodilla y abducción-adducción y flexo-extensión de cadera. Asimismo, se mostró que la alta potencia de golpeo utilizada por los jugadores hombres fue lograda a través de una mayor flexión plantar y una menor inversión, así como un mayor ángulo de flexión de cadera justo antes del impacto con el balón; una mayor velocidad angular de la rodilla y la cadera, y una mayor velocidad lineal del tobillo y la cadera en el momento previo al golpeo; además de un cambio de la velocidad lineal pico de tobillo y cadera en el momento previo al impacto.

Se debe tener en cuenta que la principal función del arco de tensión es la de lograr la máxima potencia posible, y por ende la mayor velocidad de traslación de la pelota. Con este fin, la amplitud del movimiento dentro del rango articular cobra vital importancia, obteniendo que los jugadores hombres (que presentan mayores valores de potencia de golpeo) tienen mayor flexión de rodilla durante el contacto con el suelo y a lo largo de las etapas iniciales de la fase de soporte pre-golpeo (Katis, Kellys y Lees, 2015). Esta flexión no provoca sino un pre-estiramiento de los músculos encargados de 'liberar' la tensión del arco, principalmente el cuádriceps (Shan, 2009) si bien es cierto que aún no se conoce si tanto la mayor flexión de rodilla en las fases más tempranas del golpeo como la mayor flexión de cadera reportada al final de la fase de impacto se deben a una técnica más madura o si los jugadores hombres presentan un golpeo más explosivo y potente debido únicamente a su mayor fuerza muscular (Katis, Kellys y Lees, 2015). No obstante, entendemos que la fuerza de golpeo influencia la técnica del mismo en búsqueda de una constante adaptación, por lo que tratar de reducir la mayor expresión de rendimiento a un solo factor se antoja imposible.

### *Cambios en un patrón motor tras una lesión de isquiosurales*

Tras padecer una lesión deportiva, numerosos cambios en términos de activación muscular y control motor han sido evidenciados. En el caso del ligamento cruzado anterior, cuya lesión representa uno de los principales miedos en los deportes de pivoteo como el fútbol, han sido reportados cambios en la velocidad de activación de la musculatura isquiosural, aumentando la activación lateral y disminuyendo la medial (Briem, Ragnarsdóttir, Arnason y Sveinsson, 2016), entre otros más conocidos como la propia debilidad de flexores y extensores de rodilla (Bien y Dubuque, 2015).

Los cambios en el patrón motor de carrera tras una lesión de isquiosurales quedan fuera de toda duda, existiendo evidencia de los cambios en las propiedades mecánicas del sprint en jugadores de fútbol al regresar a la participación o return to play (RTP), tales como la reducción del componente fuerza horizontal durante el sprint

a bajas velocidades, como ocurre al inicio de una aceleración (Mendiguchía et al., 2016).

### *Perspectiva psicológica*

Desde un punto de vista psicológico, las lesiones se han relacionado con una menor capacidad de controlar el estrés característico de la práctica competitiva (Zafra, Andreu y Redondo, 2009). Este afrontamiento del estrés se encuentra alterado tras el suceso de lesión, habiéndose relacionado la misma con emociones como la frustración, la depresión o el enfado (Crossman, 1997).

En base al trabajo de Crossman (1997) sobre las estrategias psicológicas para alcanzar el éxito en el proceso de readaptación físico-deportiva, cabría destacar para el presente proyecto la importancia de la gestión de los contenidos 'Retorno cuando se está preparado' y 'Monitorización del progreso', estableciendo conexión con la adopción de una perspectiva funcional del proceso de readaptación, en la que el gesto deportivo, en términos de mecanismo lesional, debe ser analizado y reeducado (monitorización), sólo permitiendo el retorno a la práctica cuando éste se encuentre normalizado (retorno cuando se está preparado).

La influencia de factores psicológicos sobre la alteración del patrón de golpeo tras una lesión de isquiosurales ha sido reportada, encontrando la utilización de mecanismos inconscientes de protección que varían la realización del gesto deportivo (Navandar, Gulino, Antonio y Navarro, 2013).

El miedo a la práctica o kinesiophobia se define como un temor irracional, excesivo y debilitante al movimiento y la actividad, que resulta en sensación de vulnerabilidad a una lesión o recaída (Kori, Miller y Todd, 1990), y ha sido estudiado en mayor medida en deportistas que habían padecido una lesión del ligamento cruzado anterior (Kvist, Ek, Sporrstedt y Good, 2005).

### **c. Antecedentes y estado de la cuestión**

En relación al gesto de golpeo, la dinámica de los segmentos participantes y las diferencias entre miembro dominante y no dominante han sido estudiados en el golpeo a balón parado por Nunome y colaboradores (Nunome et al., 2006). Se analizaron los golpes de cinco jugadores menores de 17 años, participantes en una competición internacional, a una meta que contaba con un objetivo de 1x1 metros, situada a 11 metros de distancia de los jugadores. El análisis fue realizado sobre dos únicos segmentos, el muslo y la pantorrilla, cabiendo destacar la mayor velocidad angular anterior de la pantorrilla en la pierna dominante en comparación con la no dominante.

Las conclusiones más relevantes del estudio fueron que la dinámica del movimiento fue de tipo secuencial de proximal a distal en el movimiento de los dos segmentos analizados, y que existen diferencias cinéticas entre ambas piernas durante el golpe. Es necesario destacar que la utilización de una meta tan pequeña (1x1m) a una distancia de golpeo equiparable a la del tiro de penalti (11m) supone tener también un objetivo de precisión, por lo que tanto las velocidades de golpeo como por extensión los momentos de fuerza podrían haberse visto reducidos. Además, los autores no aclaran si a los jugadores se les exigió que acertaran en la meta, o si únicamente sirvió a modo de referencia para el golpeo.

En el estudio de Cerrah, Gungor, Soyulu, Ertan, Lees & Bayrak (2011) dos grupos de jugadores de fútbol masculino, 14 profesionales y 17 amateur, participaron en el estudio. Ambos grupos realizaron paralelamente tests isocinéticos y los valores para referenciar los porcentajes de activación fueron los obtenidos de un test de máxima fuerza isométrica voluntaria, ambos tipos de contracción muy alejados del gesto específico de golpeo. Se realizaron al menos 10 golpes por jugador, hasta que los datos de tres de ellos hubieran podido ser recogidos. Una miniportería de 3 x 2,44 metros a 15 metros de distancia se utilizó como meta, y se pidió a los jugadores que

realizaran el gesto a máxima velocidad. La figura 1 muestra la activación del bíceps femoral durante las diferentes fases del golpeo:

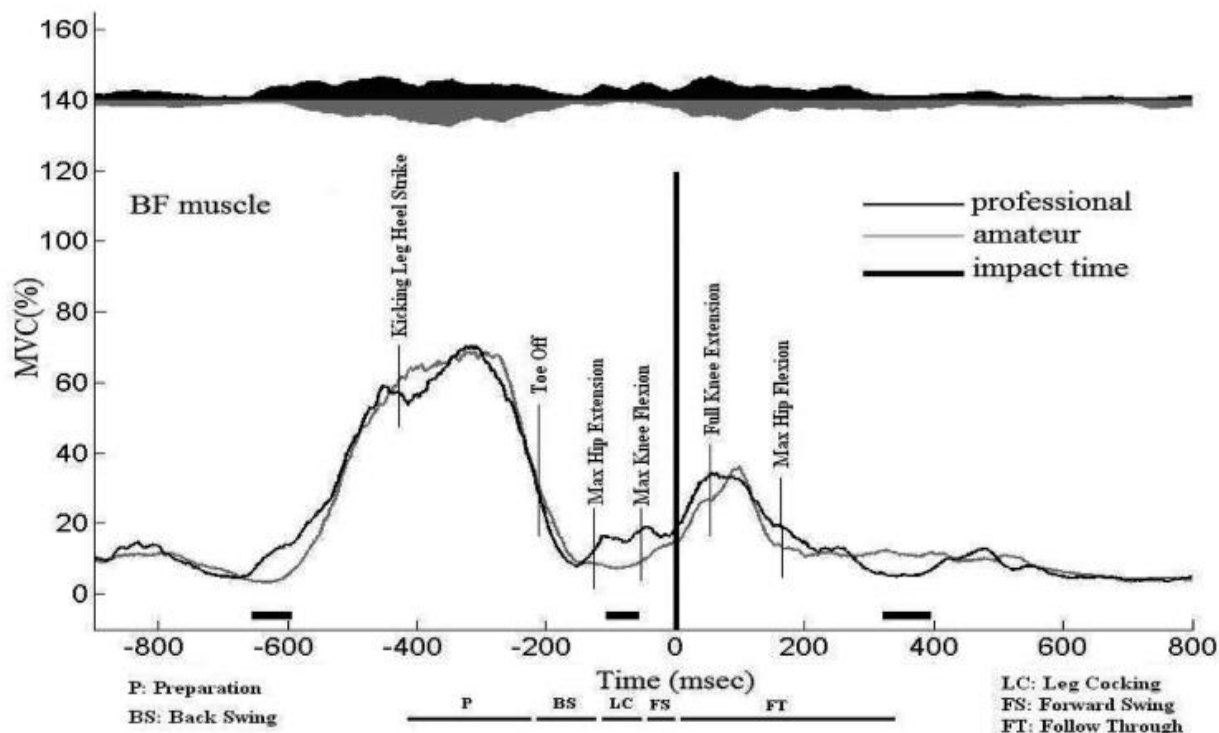


Figura 1: activación del bíceps femoral en jugadores profesionales y amateur durante el golpeo.

La principal conclusión de este estudio fue que el rendimiento superior de los jugadores profesionales en comparación con los amateurs no se debe a factores relacionados con la fuerza, sino con las diferencias en la técnica tanto durante la preparación como en la ejecución del gesto de golpeo. En relación al bíceps femoral, los mayores valores de activación fueron reportados a -300ms del momento del impacto, en la back swing phase, actuando concéntricamente para producir la extensión de cadera y flexión de rodilla que posteriormente permitirá expresar la máxima potencia posible en el golpeo. Por esta razón, en el presente trabajo los análisis del gesto se llevarán a cabo en este momento de máxima activación, al considerarse aquel en el que una lesión previa de isquiosurales puede tener consecuencias residuales, a la par que resulta determinante en el rendimiento del gesto en cuestión.

En el estudio de Navandar y colaboradores (Navandar, García, Veiga, Torres, Chorro y Navarro, 2015) se buscó identificar el efecto de una lesión de isquiosurales previa y la dominancia lateral en el patrón de golpeo de 14 jugadoras de fútbol de élite. Previo reporte de historia lesional y dominancia lateral a través de un cuestionario, realizaron cinco golpes a balón parado con cada pierna a un objetivo a 7 metros de distancia. Los datos se obtuvieron a través de un análisis del gesto mediante un sistema de captura a 250Hz VICON de 6 cámaras, que fue sincronizado con una plataforma de fuerza Kistler que capturaba datos a 1000Hz. La velocidad del balón, las fuerzas de reacción del suelo y las variables cinéticas y cinemáticas en el plano sagital fueron analizadas para la pierna de golpeo, obteniendo que la velocidad de golpeo era la misma en la pierna dominante y en la no dominante, mientras que la única diferencia que se constató entre los lados lesionado y no lesionado fue en la velocidad angular máxima de la cadera, siendo los valores menores en los miembros lesionados previamente.

En relación a las variables psicológicas y su influencia en el gesto deportivo, en la revisión de Hsu et al. (2016) se referenció la existencia no sólo de miedo a la recaída tras una lesión deportiva, sino también la posible aparición de cambios de activación en un gesto deportivo, y por tanto de carácter neuromuscular, debido al miedo a la recidiva.

Desde la máxima especificidad del objeto de estudio que nos ocupa, la influencia de la lesión de isquiosurales en el golpeo en fútbol mediante un análisis de dinámica inversa fue estudiada por Navandar, Gulino, Antonio y Navarro (2013). En este estudio, 17 jugadores profesionales realizaron cinco tiros con el empeine y cinco con el interior del pie, todos a balón parado y con el pie de la pierna de apoyo situado sobre una plataforma de fuerza. Si bien encontraron diferencias significativas en las últimas fases de golpeo, destacando el mayor tiempo que les requería a los jugadores anteriormente lesionados el recorrido desde el golpeo hasta el momento de máxima flexión de cadera (0,18 segundos frente a 0,15 segundos), no fue así en los valores de los tests isocinéticos planteados, obteniendo valores similares en el ratio clásico de fuerza isquiosurales: cuádriceps (H:Q ratio). Además, las fuerzas de reacción con el suelo no mostraron diferencias significativas entre grupos y los patrones cinéticos del gesto fueron similares. A pesar de la necesidad de normalizar los tiempos en todo el proceso del golpeo, y tal y como se ha citado anteriormente, el autor considera que esta variable, al haber sido llevado a cabo ya el golpeo, no guarda especial relación con el rendimiento en el mismo, por lo que a lo largo del presente trabajo no se analizará la última fase del gesto.

Encontramos pues que tanto las lesiones, como la influencia que éstas presentan sobre determinados patrones de movimiento y activación han sido estudiadas, encontrando que el rendimiento en el gesto de golpeo depende más de la técnica que de la fuerza. Además, en prácticamente la totalidad de estudios citados se evaluó la fuerza de alguna forma, ya fuera a través de ratios de fuerza entre grupos musculares o mediante tests de fuerza isométrica, encontrando que los jugadores sin déficit residual de fuerza no necesariamente presentan variaciones en la ejecución del gesto. Por lo tanto, podemos extraer de la bibliografía consultada que una lesión puede influir sobre el rendimiento de un gesto deportivo, y que este descenso en el rendimiento podría tener un origen técnico. Además, la ansiedad ante la recaída es una variable a considerar no sólo durante sino también tras el protocolo de readaptación, por lo que podría influir sobre un determinado gesto deportivo.

Sin embargo, y a pesar de haber alcanzado un nexo de unión entre las lesiones de isquiosurales y el aumento de riesgo de padecer otras lesiones musculares, no se ha alcanzado aún a conocer por qué y, por ende, la capacidad de actuación de los profesionales de la readaptación y la prevención de lesiones para tratar de minimizar el riesgo de las lesiones derivadas es escasa. Este trabajo pretendió indagar sobre el cambio en el patrón de golpeo, no por ser éste el gesto en el que más se lesionan los isquiosurales (que no lo es) sino por ser en el que más lesiones encontramos de recto femoral, uno de los músculos que presenta mayor riesgo en las semanas después de padecer una lesión de su musculatura antagonista, los isquiosurales.

De esta forma, la presente investigación ha tratado de aportar un conocimiento más relacionado con la situación específica del juego que la de anteriores trabajos, ofreciendo así una base sobre la que los profesionales de la readaptación físico-deportiva puedan ejercer de la forma más eficaz y eficiente posible.

Las hipótesis que se plantearon en el estudio fueron las siguientes:

1. Los jugadores anteriormente lesionados de isquiosurales golpearán con una menor amplitud de flexión de rodilla, suplida con una mayor extensión de cadera que los jugadores no lesionados.
2. Consecuentemente, los jugadores anteriormente lesionados golpearán a menor velocidad que los jugadores no lesionados, especialmente en situaciones de mayor incertidumbre como el golpeo en conducción.

3. Los jugadores anteriormente lesionados presentarán valores positivos de preparación psicológica para volver a la participación completa.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Diseño de la investigación

La investigación tuvo un carácter descriptivo, no interfiriendo el investigador en ningún momento en los resultados. Asimismo, la investigación fue de tipo analítico (relación de variables), y tuvo carácter transversal y prospectivo, recogiendo los datos una sola vez y durante el proceso de investigación, buscando adquirir un conocimiento de tipo explicativo.

De esta forma, se tomó la estructura de un estudio caso-control en el que hubo un grupo de jugadores anteriormente lesionados de la musculatura isquiosural, y otro grupo de jugadores no lesionados, que no había padecido ninguna lesión en el muslo en los últimos dos años.

### 2.2. Muestra

Tres jugadores de fútbol varones ( $20,66 \pm 2,33$ ), de categoría semi-profesional, con historial de rotura muscular de grado I o II de bíceps femoral durante el sprint en los dos años previos a la realización del estudio, conformarán el grupo de jugadores anteriormente lesionados; y tres jugadores de fútbol ( $22,3 \pm 1,66$ ), varones, también de categoría semi-profesional, sin historial de lesión de bíceps femoral durante toda su carrera deportiva integrarán el grupo de jugadores no lesionados. De acuerdo con lo expuesto por Orchard (2001), los factores de riesgo intrínsecos (relacionados con el jugador) son más predictivos de lesión que los extrínsecos (relacionados con el contexto o ambiente). Por lo tanto, los principales factores de riesgo intrínsecos fueron controlados, conformando ambos grupos jugadores de similar edad, estatura e índice de masa corporal (IMC), como principales influyentes en el riesgo de padecer lesión en la musculatura isquiosural (Orchard, 2001). A continuación, se presentan los criterios de exclusión del estudio utilizados para confirmar la elegibilidad de la muestra:

Criterios de exclusión del estudio para ambos grupos de participantes

- Haber padecido una lesión muscular en el miembro inferior en los últimos dos años, exceptuando las roturas de grado I o II del bíceps femoral.
- En caso de encontrar más de un valor positivo en el Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) (Thomas, Reading y Shephard, 1992) previamente a la realización del estudio.

Criterios de exclusión del estudio para la elección de la muestra:

- No haber podido volver a la participación completa en la actividad deportiva sin dolor.
- Presentar síntomas residuales de la lesión de isquiosurales, tales como déficits en testeos manuales de fuerza (Peterson-Kendall, Kendall-McCreary, Geise-Provance, McIntyre-Rodgers y Romani, 2005).

Todos los jugadores que participaron en el estudio entrenaban y competían en el mismo equipo, siendo el campo local utilizado para las sesiones de entrenamiento, los eventos competitivos como local y las mediciones para el presente trabajo de hierba artificial de segunda generación. Por lo tanto, todos los jugadores se encontraban en el mismo momento del calendario competitivo, entrenaban tres sesiones semanales de noventa minutos de duración, incluyendo el trabajo de gimnasio y preventivo y el trabajo de campo, y su entrenamiento se enmarcaba acorde a la misma dinámica de cargas.

*Sujeto anteriormente lesionado 1*

El sujeto anteriormente lesionado 1 corresponde a un lateral izquierdo de 22 años de edad, 70 kg de peso y 177 cm de altura, con 13 años de experiencia en entrenamiento y competición en fútbol, que ha sufrido 3 lesiones de grado II en el bíceps femoral en el miembro dominante (pierna izquierda) en los últimos dos años, ocurriendo la última de ellas 14 meses antes de la realización de este estudio, presentándose en forma de recaída. El mecanismo lesional fue un sprint a máxima velocidad en el que el jugador realizó un salto con una sola pierna, notando un pinchazo súbito en la parte posterior del muslo. La lesión ocurrió en un evento competitivo durante el mes de marzo, en la segunda vuelta de la competición.

La última rotura muscular supuso para el jugador aproximadamente 45 días de baja competitiva, siguiendo un tratamiento conservador, en los que no realizó un protocolo de readaptación controlado y pautado en fases por un profesional de la readaptación, más allá de una serie de ejercicios pautados por el fisioterapeuta.

En el momento de este trabajo, el jugador no presentaba déficits en los tests manuales de fuerza realizados por el fisioterapeuta del club. Asimismo, a lo largo de la presente temporada el jugador ha llevado a cabo un programa preventivo individual, habiendo sufrido una distensión (lesión muscular de grado I) en la musculatura isquiosural, pero no en el bíceps femoral, por lo que no se puede catalogar como recaída.

#### *Sujeto anteriormente lesionado 2*

El sujeto anteriormente lesionado 2 corresponde a un extremo izquierdo de 24 años de edad, 67 kg de peso y 165 cm de altura, con 19 años de experiencia en entrenamiento y competición en fútbol, que ha sufrido 2 lesiones de grado II en el bíceps femoral en el miembro dominante (pierna izquierda) en los últimos dos años, ocurriendo la última de ellas 14 meses antes de la realización de este estudio, presentándose en forma de recaída. El mecanismo lesional fue el intento de tapar una línea de pase alargando la pierna, notando súbitamente un pinchazo en la parte posterior del muslo. La lesión ocurrió en un evento competitivo durante el mes de marzo.

Esta última rotura muscular supuso para el jugador aproximadamente 30 días de baja competitiva, en los que no llevó a cabo un protocolo de readaptación pautado, más allá de ejercicios sin estructurar pautados por el fisioterapeuta y el preparador físico del equipo.

En el momento de este trabajo, el jugador no presentaba déficits en los tests manuales de fuerza realizados por el fisioterapeuta del club. Asimismo, a lo largo de la presente temporada el jugador ha llevado a cabo un programa preventivo individual, y no ha sufrido percance alguno en la musculatura isquiosural, más allá de sensación de tensión o carga.

#### *Sujeto anteriormente lesionado 3*

El sujeto anteriormente lesionado 3 corresponde a un extremo derecho de 21 años de edad, 60 kg de peso y 164 cm de altura, con 18 años de experiencia en entrenamiento y competición en fútbol, que ha sufrido 1 lesión de grado I en el bíceps femoral en el miembro dominante (pierna derecha) en los últimos dos años, ocurriendo esta, 2 meses antes de la realización de este estudio. El mecanismo lesional fue una elongación en un forcejeo que finalizó con el jugador y un rival en el suelo, tras una aceleración máxima, sintiendo el jugador molestias en la parte posterior del muslo que se incrementaban progresivamente, pero no un pinchazo súbito. La lesión ocurrió en un evento competitivo durante el mes de marzo.

Esta lesión supuso para el jugador aproximadamente 21 días de baja competitiva, en los que no llevó a cabo un protocolo de readaptación pautado y estructurado por parte de un especialista en readaptación.

En el momento de este trabajo, el jugador no presentaba déficits en los tests manuales de fuerza realizados por el fisioterapeuta del club. Asimismo, a lo largo de la presente temporada el jugador ha llevado a cabo un programa preventivo individual, siendo este el primer percance que sufre durante toda la temporada.

#### *Grupo no lesionado*



3 jugadores de categoría semiprofesional, del mismo equipo que los jugadores que conforman el grupo de caso, y por tanto con las mismas sesiones de entrenamiento y dinámica de las cargas, conformaron el grupo control. Los jugadores, con una edad de  $20,66 \pm 2,33$ , un peso de  $72,33 \pm 12,66$  y altura  $174,66 \pm 10,33$ , no presentaron lesión en el muslo en los últimos dos años.

### 2.3. Variables

Variable independiente: haber padecido lesión en la musculatura isquiosural.

Variables dependientes: velocidad del balón en el golpeo en movimiento, flexión de rodilla en el golpeo en movimiento, extensión de cadera en el golpeo en movimiento, velocidad del balón en el golpeo a balón parado, flexión de rodilla en el golpeo a balón parado, extensión de cadera en el golpeo a balón parado, puntuación en escala de preparación psicológica para la práctica deportiva.

### 2.4. Instrumentos de medida

A continuación, se presentarán los instrumentos de medida utilizados, así como el procedimiento de medición para las diferentes variables planteadas.

#### Evaluaciones previas

Previo a la realización de los análisis de golpeo y la evaluación psicológica, los participantes debieron rellenar el Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). Este cuestionario, elaborado por Thomas y Sheppard (1992), tiene como objetivo principal determinar si el individuo que lo cumplimenta debe acudir al médico o a un profesional de la actividad física antes de realizar actividad física. Esta evaluación, previa a toda inclusión en un programa de ejercicio físico, permite obtener información sobre enfermedades crónicas, patologías coronarias, tratamientos que el sujeto esté utilizando, episodios de mareo y estado general de salud, en términos de elegibilidad para competir.

Únicamente se permitió participar como sujeto anteriormente lesionado a los jugadores que no tuvieran más de un punto positivo en el cuestionario, en el caso de que este se obtuviera en el ítem "*¿Tienes actualmente (o has tenido en los últimos 12 meses) un problema óseo, articular, tendinoso, ligamentoso o muscular que pudiera empeorar en caso de volverte más físicamente activo? Por favor, cita las condiciones aquí...*", al poder responder positivamente debido a la lesión cuyas consecuencias se pretenden analizar.

Asimismo, el fisioterapeuta del club de los participantes llevó a cabo testeos manuales de fuerza, a fin de reconocer posibles déficits en la musculatura isquiosural lesionada.

#### Análisis del gesto

El análisis del gesto de golpeo desde un plano sagital se llevó a cabo mediante una videocámara digital Sony HDR-AS20, que grabará a una definición de 1080p (Full HD) a 60 fotogramas por segundo (FPS). La cámara se situó a 5 m de la zona de golpeo.

Siguiendo la propuesta de Katis, Kellis y Lees (2015), previamente a la medición se colocaron marcadores en determinadas zonas del jugador, facilitando la identificación de los segmentos y articulaciones del tren inferior: cabeza del quinto metatarsiano (sobre la bota), talón, maléolo lateral del tobillo, epicóndilo femoral, trocánter mayor del fémur, espina ilíaca anterosuperior y escápulas.

Los golpes realizados a máxima velocidad de carrera buscaron simular situaciones potencialmente lesivas para el muslo, tanto para la musculatura isquiosural como para el recto femoral. Previo a la realización de los golpes, se grabó la velocidad máxima de conducción antes de golpear en tres intentos de familiarización.

Los golpeos que no se realizaron al menos al 90% de la velocidad máxima de conducción obtenida en el análisis previo, fueron considerados como nulos.

El golpeo se llevó a cabo en la frontal del área, estableciendo un área de 5x5 metros desde la que los jugadores debieron realizar el golpeo, formando ésta una estructura cuadrangular situada a 20-25 metros del objetivo de portería.

A fin de que los golpeos presentaran la mayor especificidad y cercanía tanto al mecanismo lesional del cuádriceps como a las máximas amplitudes para las articulaciones de rodilla y cadera, se llevaron a cabo simulando un contraataque; esto es, a la máxima velocidad de conducción de pelota. Los jugadores partieron en carrera con balón del semicírculo del centro del campo, a una distancia de 15 metros del inicio de la zona de golpeo. Por lo tanto, los jugadores dispusieron de entre 15 y 20 metros de carrera para alcanzar la máxima velocidad posible antes de golpear, siguiendo la instrucción de conducir la pelota a la mayor velocidad posible, no necesariamente pegada al pie.

Cada jugador dispuso de 2 oportunidades de golpeo de máxima potencia, tomándose los valores de aquel golpeo en el que la suma de los ángulos de rodilla y cadera fuera de mayor valor, al buscar obtener información sobre el golpeo en términos de máxima amplitud y velocidad. Los golpeos se realizaron con un descanso entre los mismos a elección del jugador, siguiendo la instrucción de 'llevar a cabo el siguiente golpeo cuando se encuentre perfectamente descansado del anterior, y capaz de realizarlo de forma máxima', exigiéndose un mínimo de 1 minuto de duración para tal acción. En relación a la medida de la velocidad del balón en los golpeos, se situó un marcador en el centro del balón y se utilizó la función seguimiento de trayectoria, siendo en ocasiones ajustada manualmente, tan sólo cuando el programa perdía la localización exacta del marcador.

Antes de la realización de las pruebas, los jugadores llevaron a cabo un calentamiento adaptado de la propuesta de Navandar (2016) de una duración aproximada de 12 minutos. El protocolo consistió en 6 minutos de carrera continua a una intensidad relativa del 65%, seguida de una fase de estiramientos estáticos con una duración total de 2 minutos, evitando estirar más de 30 segundos cada grupo muscular. Posteriormente se llevaron a cabo estiramientos dinámicos simulando el gesto de golpeo, y una última fase de golpeos de familiarización a balón parado y en movimiento, contando cada fase con una duración de 2 minutos.

Mientras unos jugadores llevaban a cabo los golpeos, el resto de jugadores se encontraban o bien realizando el calentamiento, o bien observando el desarrollo de las grabaciones. Este hecho se permitió para facilitar la comprensión del procedimiento a seguir, encontrándose siempre el investigador en situación de resolver dudas y preguntas sobre la ejecución del mismo.

## Escala

La confianza de cara a la práctica deportiva tras una lesión se analizó mediante la Injury Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS) (Glazer, 2009). La escala fue ideada mediante el método Delphi de predicción, y validada por el mismo autor a través de dos análisis de varianza de un factor de medidas repetidas (ANOVA) y seis correlaciones producto-momento de Pearson (Glazer, 2009).

Esta escala presenta 6 ítems a valorar de 0 a 100, siendo el valor 0 'escasa o ninguna confianza', el valor 100 'confianza extrema o máxima', y el valor 50 'confianza moderada'. La escala de 100 puntos se presentó en intervalos de 10 puntos. Siguiendo la propuesta de Glazer (2009), la puntuación absoluta se obtendrá de la división entre 10 de la suma de los valores de los 6 ítems, contando con una puntuación máxima de 60.

Asimismo, en el presente proyecto se prestó especial atención a los ítems 'Confianza de jugar sin dolor', 'Confianza de que la estructura lesionada sea capaz de satisfacer las demandas de la situación' y 'Confianza de no concentrarse en la lesión',

al entender que guardan especial relación con un posible cambio en el patrón motor de un gesto específico.

Esta escala fue resuelta por los deportistas en la misma sesión de análisis de los golpesos, previamente a la realización de los mismos, a partir de la consideración de '*visualizar una situación competitiva*'; es decir, tratando de simular el estado psicológico previo a un partido.

Todos los jugadores respondieron justo antes de una sesión de entrenamiento, correspondiente a un jueves o viernes del microciclo, entre 48 y 72 horas antes de la competición en cuestión. Asimismo, se informó a los participantes de que los datos obtenidos de la escala serían de absoluta confidencialidad para la realización del estudio. Cabe destacar que los jugadores cumplieron el consentimiento informado y el Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) (Thomas y Reading, 1992) en el mismo espacio de tiempo.

El investigador ejerció durante la realización del estudio como preparador físico del equipo cuyos sujetos participaron en la investigación, por lo que el contacto con los sujetos fue directo y personal. Este hecho facilitó el reconocimiento de los sujetos elegibles para la participación, al disponer del historial lesional de los últimos dos años de todos los jugadores del equipo, además de conocer sus características técnico-tácticas y personales.

Las escalas fueron cumplimentadas por los jugadores antes de participar en una de las dos últimas sesiones del microciclo, los días jueves o viernes, 72 o 48 horas antes de participar en un evento competitivo de la competición de liga, la semana anterior a la realización de las mediciones del análisis del gesto deportivo, siendo el investigador el encargado de pasar las escalas y resolver las dudas que pudieran surgir. Hasta la fecha, el autor no conoce versión validada en castellano del I-PRRS, por lo que se rellenó en su versión original (inglés), estando presente el investigador para resolver cualquier tipo de duda sobre los ítems y las pautas para su cumplimentación.

Asimismo, el análisis del gesto se llevó a cabo en el campo habitual de entrenamiento, tras el calentamiento propuesto en el apartado de Metodología del presente trabajo, antes de participar en la sesión de entrenamiento del jueves.

Previo a la realización de las mediciones, los jugadores fueron informados de los objetivos del estudio y debieron cumplimentar un consentimiento informado de participación, siendo todos ellos mayores de edad. Al tratarse de jugadores que habían padecido una lesión, el investigador adoptó un lenguaje formal en el que toda terminología relacionada con las lesiones, el dolor y las recaídas se utilizó de forma neutra, evitando cualquier tipo de comparación entre participantes o de relación con el rendimiento y las condiciones en las que sucedió el episodio lesional.

#### *Análisis de los datos*

Todos los datos obtenidos de las mediciones y escalas fueron tratados con el paquete estadístico SPSS 19.0.

#### **Análisis del gesto**

El análisis de los golpesos se llevó a cabo mediante el programa Kinovea versión 0.8.15. Este programa permite adaptar los vídeos grabados en formato de alta velocidad, recortar y analizar ángulos y velocidades, previa calibración de las distancias en 2 dimensiones (2D).

La calibración se llevó a cabo mediante la distancia de 5 metros propuesta para la zona de golpeo, estableciendo así la referencia para que el programa permitiera obtener los valores de velocidad a pesar de tener un formato en 2D.

Previo introducción de los vídeos en el programa, se utilizó la función de análisis fotograma por fotograma hasta acotar el momento exacto a analizar para la obtención de los ángulos durante el golpe, para posteriormente capturar la imagen y utilizar la función de dibujo de ángulos. En todas las ocasiones en las que las marcas previamente colocadas en el cuerpo del deportista no se veían con claridad, se

procedió a ampliar la imagen antes de realizar el análisis, restando resolución a la misma, pero disminuyendo el error en el análisis.

La velocidad fue obtenida en los cuatro fotogramas inmediatamente posteriores al impacto del pie con el balón ya que, si bien habitualmente la máxima velocidad se obtuvo en el segundo fotograma tras el mismo, mantener la medición facilitó la identificación de posibles errores de calibración (en caso de que la máxima velocidad de la pelota se hallara en momentos demasiado posteriores al golpeo).

### **Escala**

Se llevó a cabo un análisis de correlaciones bivariadas de Pearson, buscando reconocer si existe relación entre las variables analizadas y de qué forma se establecían estas relaciones, incluyendo en este análisis también los datos obtenidos de la escala Injury Psychological Readiness to Return to Sport, además de los obtenidos del análisis cinemático.

Debido a que los sujetos que no habían padecido lesión no podían cumplimentar la Injury Psychological Readiness to Return to Sport, éste no ha sido incluido en el análisis de varianza ANOVA.

El análisis ANOVA fue realizado a fin de identificar la existencia de diferencias significativas entre los jugadores anteriormente lesionados y los jugadores que no habían padecido ningún tipo de lesión, en relación a todas las variables medidas en el análisis del gesto de golpeo. Se estableció el valor de significancia  $p < 0.05$ .

No obstante, es necesario constatar que, debido al reducido número de sujetos participantes en el estudio, la utilización de los presentes métodos buscó únicamente reconocer tendencias, con el objetivo de abrir una línea de investigación en torno a la integración de variables psicológicas y mecánicas en el análisis del gesto deportivo.

### **2.5. Procedimiento**

El investigador ejerció durante la realización del estudio como preparador físico del equipo cuyos sujetos participaron en la investigación, por lo que el contacto con los sujetos fue directo y personal. Este hecho facilitó el reconocimiento de los sujetos elegibles para la participación, al disponer del historial lesional de los últimos dos años de todos los jugadores del equipo, además de conocer sus características técnico-tácticas y personales.

Los cuestionarios fueron rellenados por los jugadores antes de participar en una de las dos últimas sesiones del microciclo, los días jueves o viernes, 72 o 48 horas antes de participar en un evento competitivo de la competición de liga, la semana anterior a la realización de las mediciones del análisis del gesto deportivo, siendo el investigador el encargado de pasar los cuestionarios y resolver las dudas que pudieran surgir. Hasta la fecha, el autor no conoce versión validada en castellano del I-PRRS, por lo que el cuestionario se rellenó en su versión original (inglés), estando presente el investigador para resolver cualquier tipo de duda sobre los ítems y las pautas para su cumplimentación.

Asimismo, el análisis del gesto se llevó a cabo en el campo habitual de entrenamiento, tras el calentamiento propuesto en el apartado de Metodología del presente trabajo, antes de participar en la sesión de entrenamiento del jueves.

Previo a la realización de las mediciones, los jugadores fueron informados de los objetivos del estudio y debieron cumplimentar un consentimiento informado de participación, siendo todos ellos mayores de edad. Al tratarse de jugadores que habían padecido una lesión, el investigador adoptó un lenguaje formal en el que toda terminología relacionada con las lesiones, el dolor y las recaídas se utilizó de forma neutra, evitando cualquier tipo de comparación entre participantes o de relación con el rendimiento y las condiciones en las que sucedió el episodio lesional.

### *Fases de la investigación*

A continuación, se presenta la estructura de la investigación, que presentó una línea temporal lógica, dividida en fases:

#### *Fase inicial – acotación del objeto de estudio*

La fase inicial del presente trabajo tuvo por objeto principal obtener información sobre el objeto de estudio, el marco teórico y los antecedentes de la cuestión a tratar, a fin de acotar los objetivos no solo a la realidad observada durante la práctica y su problemática, sino también al conocimiento teórico existente sobre la misma, evitando la repetición de investigaciones ya realizadas.

#### *Fase de preparación del trabajo de campo*

Durante esta fase, se realizó una búsqueda de colaboradores entre clubs de fútbol madrileños y se prepararon los instrumentos a utilizar durante el mismo, desde los dispositivos móviles hasta los cuestionarios.

#### *Fase de realización del trabajo de campo*

A lo largo de esta fase, los deportistas rellenaron el consentimiento, cumplimentaron el PAR-Q y los cuestionarios, y se tomaron las medidas del análisis del gesto.

#### *Fase de análisis de datos*

Una vez realizadas las medidas, los datos obtenidos fueron apuntados en soporte informático, y fueron introducidos al programa SPSS. Posteriormente, se llevaron a cabo los análisis propuestos en el apartado de Análisis de datos del presente trabajo, obteniendo las correlaciones a utilizar para la elaboración de la discusión, parte final de esta fase.

#### *Fase final*

A partir de los resultados obtenidos y de su discusión, en esta fase se obtuvieron las conclusiones finales, procediendo a la redacción de los beneficios y limitaciones que aparecieron durante la realización del trabajo.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Análisis del gesto e I-PRRS**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en los análisis de los sujetos de forma individual. Los valores de flexión de rodilla se obtuvieron restando el valor observable en las capturas de 180°, equivalentes a la posición pasiva de extensión de rodilla en bipedestación. De la misma forma, los valores de extensión de cadera se obtienen partiendo del valor 0° que supondría la posición de bipedestación, tomando como referencia la perpendicular con el suelo de la marca situada en la cadera del jugador.

##### **3.1.1. Sujeto anteriormente lesionado 1**

El primer sujeto que había padecido una lesión en la musculatura isquiosural realizó sendos golpeos, presentando a continuación aquellos en los que se alcanzaron los mayores valores en términos de rango articular y de velocidad de golpeo. El jugador golpeó a una velocidad máxima de 27,41 m/s en el golpeo en carrera, a partir de 96° de flexión de rodilla y 41° de extensión de cadera, mientras que en el golpeo a balón parado el valor máximo fue de 26,64 m/s, con un valor de flexión de rodilla mucho menor (82°) y un ligeramente superior valor de extensión de cadera (45°). A continuación, se presentan las imágenes analizadas para el citado sujeto, a modo ejemplificatorio (figura 2):

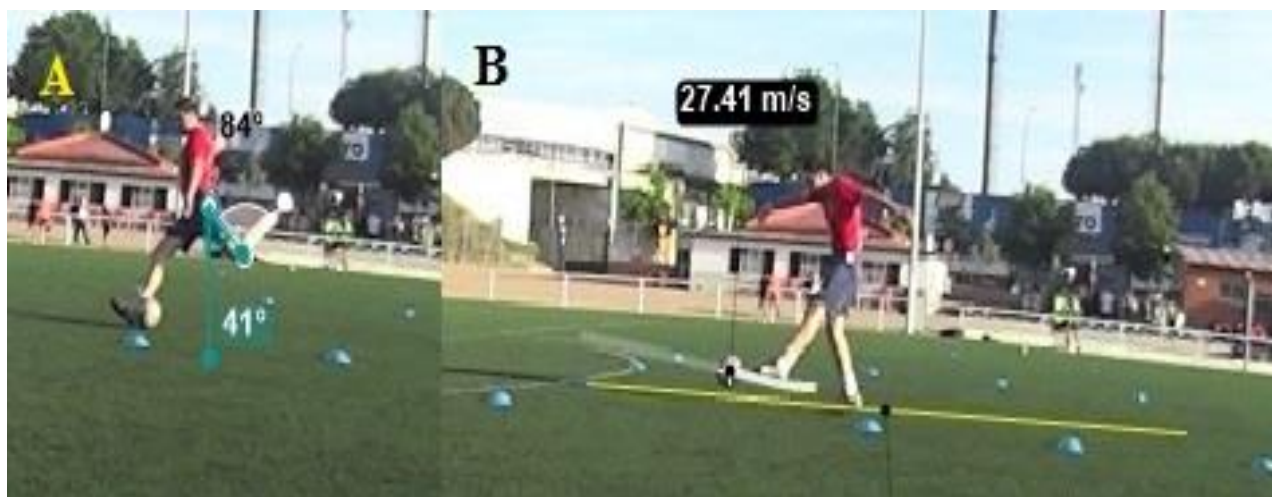


Figura 2. Análisis del golpeo en movimiento del sujeto anteriormente lesionado 1. A. Ángulos en el golpeo en movimiento con el miembro dominante. B. Velocidad del balón en el golpeo en movimiento con el miembro dominante. Fuente: elaboración propia.

En relación a la Injury Psychological Readiness to Return To Sport Scale, este jugador presentó un valor total de 26, destacando especialmente los valores de 10 puntos en su 'confianza para no concentrarse en la lesión' y en su 'confianza en la parte del cuerpo para soportar las demandas de la situación', así como el valor de 30 puntos en su 'confianza en jugar sin dolor'.

### 3.1.2. Sujeto anteriormente lesionado 2

Al contrario que el primero, el segundo sujeto realizó con mayor potencia el golpeo a balón parado (26,68 m/s) en comparación con el golpeo en movimiento (26,07 m/s). El rango de movimiento utilizado por la rodilla en el golpeo en movimiento fue de 97°, muy similar al valor del golpeo a balón parado (98°). Sin embargo, en el golpeo a balón parado el jugador mostró un valor de extensión de cadera de 40°, mucho mayor que los 29° reportados en el golpeo en movimiento.

Asimismo, el jugador obtuvo la mayor potencia en el golpeo a balón parado a partir de unos valores mayores de extensión de cadera, siendo los de flexión de rodilla similares entre ambos golpes.

En la Injury Psychological Readiness to Return To Sport Scale, este jugador presentó un valor total de 54, puntuación que, al encontrarse por encima del valor 50, significaría su elegibilidad para competir. Sin embargo, cabría destacar que los únicos valores que no obtuvieron la puntuación más alta (100) fueron aquellos relacionados directamente con la lesión, como la confianza en jugar sin dolor, de no concentrarse en la lesión y de que la estructura sea capaz de soportar las demandas de la situación.

### 3.1.3. Sujeto anteriormente lesionado 3

En relación al sujeto anteriormente lesionado 3, cuya lesión fue de menor gravedad que la de los anteriores sujetos (grado I), el golpeo en movimiento se realizó a una velocidad de 27,23 m/s con 97° de flexión de rodilla y 27° de extensión de cadera en el toe off, mayor que la alcanzada en el golpeo a balón parado (26,06 m/s), en el que se observó un valor de 96° de flexión de rodilla, similar al del golpeo en movimiento, y 50° de extensión de cadera, muy superior al obtenido en el golpeo en carrera.

Respecto a la escala I-PRRS, este jugador obtuvo un valor total de 41, inferior al valor de corte 50, determinante de la elegibilidad para competir a nivel psicológico.

Asimismo, el valor más bajo se obtuvo en el ítem 2, 'confianza en jugar sin dolor', con una puntuación de 20.

En síntesis, son observables las grandes diferencias entre sujetos tanto en la técnica de golpeo, entendida como los rangos articulares utilizados, como en la propia velocidad máxima de golpeo obtenida. Asimismo, y a pesar de que los sujetos no siempre tuvieron una lesión del mismo grado, todos coinciden en no haber llevado a cabo un programa de readaptación físico-deportiva pautada y estructurada por un profesional.

Es necesario anotar que en los sujetos no lesionados la *Injury Psychological Readiness to Return to Sport Scale* no se cumplimentó, al estar el mismo diseñado para analizar variables psicológicas relacionadas con una lesión, y los futbolistas no lesionados no habían padecido lesión alguna.

#### 3.1.4. Sujeto no lesionado 1

El sujeto no lesionado 1 juega como defensa central, y no ha padecido ninguna lesión en los últimos dos años, más allá de contusiones. El golpeo en movimiento se realizó a 29,49 m/s, con un valor de flexión de rodilla de 96°, y de 30° en el caso de la extensión de cadera. El golpeo a balón parado se llevó a cabo a 27,88 m/s.

#### 3.1.5. Sujeto no lesionado 2

El sujeto no lesionado 2 juega como delantero centro, y ha padecido un esguince de tobillo de grado I dos meses antes de la realización del estudio. Este jugador realizó el golpeo en movimiento a 28,47 m/s, a través de un valor de flexión de rodilla de 88° y un valor de extensión de cadera de 30°, mientras que el golpeo a balón parado se llevó a cabo a una velocidad inferior, de 28.13 m/s, con una flexión de rodilla de 98° y una extensión de cadera de 36°.

#### 3.1.6. Sujeto no lesionado 3

El sujeto no lesionado 3 juega como extremo derecho, y no ha padecido ningún tipo de lesión en los dos años previos a la realización de este estudio, más allá de contusiones. Este jugador realizó el golpeo en movimiento a 29,09 m/s, con 99° de flexión de rodilla y 39° de extensión de cadera; mientras que el golpeo a balón parado fue a menor velocidad, 26,67 m/s, con 93° de flexión de rodilla y 42° de extensión de cadera.

### 3.2. Análisis de correlaciones bivariadas de Pearson

Se observó una relación positiva entre el ángulo de flexión de rodilla en el golpeo a balón parado y los ítems 3 y 4 del I-PRRS, considerando por tanto que, a mayor flexión de rodilla en este golpeo, mayor '*confidence to give 100% effort*' y mayor '*confidence to not concentrate in the injury*', y viceversa.

Se encontró una relación negativa entre el ángulo de extensión de cadera en el golpeo a balón parado y el ítem 6 del I-PRRS, suponiendo por tanto que, a mayor ángulo de extensión de cadera, menor '*confidence in my skill level/ability*'.

En relación a la puntuación total en el I-PRRS, representante final de la elegibilidad para volver a la práctica deportiva completa, se encontró una relación positiva con el ángulo de flexión de rodilla en el golpeo en movimiento, suponiendo que, a mayor ángulo de flexión de rodilla en este golpeo, mayor puntuación obtenida en el I-PRRS, y viceversa. En la tabla 1 se presentan las correlaciones obtenidas del análisis:

**Tabla 1.** Análisis de correlaciones bivariadas de Pearson. Fuente: elaboración propia.

	I-PRRS 3	I-PRRS 4	I-PRRS 6	I-PRRS total
BPAFrod	0,998*	0,997*	0,06	0,912
BPAEcad	0	-0,132	-1**	-0,464
MOVFrod	0,866	0,924	0,5	0,999*

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$

BPAFrod: flexión de rodilla en el golpeo a balón parado;

BPAEcad: extensión de cadera en el golpeo a balón parado;

MOVFrod: flexión de rodilla en el golpeo a balón parado; I-

PRRS (x): número de ítem en el

InjuryPsychologicalReadinesstoReturnTo Sport.

### 3.3. Análisis de varianza ANOVA

El análisis de varianza ANOVA (ver tabla 2) mostró únicamente diferencias significativas en la variable Velocidad del balón en el golpeo en movimiento. En el caso de los sujetos anteriormente lesionados, la velocidad fue de  $26,90 \pm 0,72$  m/s, mientras que, en los jugadores no lesionados, la velocidad fue de  $29,01 \pm 0,51$  m/s ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 2.** Resultados del análisis de varianza ANOVA para la variable Velocidad del balón en el golpeo en movimiento. Fuente: elaboración propia.

	Media (m/s)	Desviación estándar	Sig.
Sujetos anteriormente lesionados	26,90	0,72	0,015
Sujetos no lesionados	29,01	0,51	

Sig. ( $p < 0,05$ )

Por lo tanto, no existieron diferencias significativas entre los jugadores anteriormente lesionados y los no lesionados en la técnica utilizada para el golpeo, sea este a balón parado o en movimiento.

## 4. DISCUSIÓN

En relación al golpeo a balón parado, las diferencias entre la velocidad de golpeo a balón parado entre jugadores anteriormente lesionados y jugadores no lesionados no fueron significativas. Este resultado coincide con lo reportado por Navandar et al. (2013), en el que no se encontraron diferencias significativas en la velocidad de la pelota en golpes realizados por jugadores profesionales. No obstante, es necesario destacar que en el citado estudio los jugadores habían sufrido la lesión en los últimos cinco años, mientras que en el presente trabajo las lesiones acaecieron en los últimos dos años; ambos períodos de gran duración, cuyos protocolos de readaptación y entrenamientos y eventos competitivos podrían haber terminado resolviendo posibles déficits de fuerza o activación.

Asimismo, en el presente trabajo se obtuvieron mayores valores de velocidad máxima del balón en el golpeo a balón parado en comparación con otros estudios (Katis et al., 2015), tanto en lesionados como en no lesionados, siendo más similares a los reportados por Navandar (2016). Este hecho podría ser debido a la utilización por parte de los estudios con valores más bajos de la velocidad media de todos los golpes realizados, en lugar de la encontrada en el golpeo de mayor velocidad, como



en el caso del presente trabajo. Cabría destacar además que en el presente estudio los golpes no se llevaron a cabo con ningún objetivo de dirección o puntería, por lo que las velocidades pudieron ser mayores.

Similarmente a lo obtenido por otros autores, no existieron diferencias significativas en la velocidad del balón en el golpeo a balón parado entre jugadores lesionados y no lesionados (Navandar et al., 2015; Navandar et al., 2013). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la velocidad de golpeo en movimiento ( $p = 0,015$ ), desarrollando una mayor velocidad de golpeo los jugadores que no habían padecido ningún tipo de lesión. En el día de finalización del presente estudio, el autor no conoce ningún trabajo de investigación que haya evaluado el golpeo en movimiento en futbolistas con historial lesional de isquiosurales, a pesar de ser el gesto de golpeo que en mayor medida ocurre en competición.

Sin embargo, nuestros jugadores presentaron valores de extensión de cadera en el golpeo a balón parado mucho mayores que los obtenidos por Navandar et al. (2013); si bien ambos trabajos coinciden en no encontrar diferencias significativas en ninguno de los valores de amplitud de movimiento entre jugadores lesionados y jugadores no lesionados. De la misma forma, en el momento de máxima extensión de cadera, en jugadores hombres, con el miembro dominante y lesionado, se han reportado valores de flexión de rodilla inferiores a los obtenidos en el presente trabajo (Navandar, 2016).

Si bien un preestiramiento de la musculatura cuadrípital, que se obtiene a partir de la flexión de rodilla y la extensión de cadera, puede permitir a los futbolistas hombres generar más fuerza explosiva en el golpeo en comparación con las futbolistas (Shan, 2009), no se conoce si esta mayor potencia se debe a una mayor flexión de rodilla en las fases iniciales del golpeo, como la analizada en el presente trabajo, o a una mayor fuerza (Katis et al., 2015). En el presente trabajo, si bien existe una tendencia a realizar el golpeo a balón parado con una menor flexión de rodilla por parte de los jugadores lesionados frente a los no lesionados, así como al desarrollo de una mayor potencia de golpeo por parte de los jugadores no lesionados, las diferencias entre grupos en el rango de movimiento de la rodilla no son significativas, ni en el golpeo a balón parado, ni en el golpeo en movimiento. No obstante, esta ligera diferencia corroboraría la idea propuesta anteriormente, de que es en el momento de máxima activación del bíceps femoral, durante la back swing phase (Cerrah et al., 2011), en la que podrían observarse diferencias entre sujetos lesionados y no lesionados, y que ésta podría condicionar el rendimiento en el golpeo (en este caso, entendido como velocidad de la pelota).

En relación a la escala InjuryPsychologicalReadinesstoReturnto Sport, los jugadores anteriormente lesionados presentaron un valor medio muy inferior a la puntuación de corte de elegibilidad para el retorno a la práctica deportiva. Sin embargo, todos nuestros jugadores anteriormente lesionados han retornado al nivel competitivo que tenían antes de lesionarse, sosteniendo la literatura, por el contrario, que una puntuación alta en las evaluaciones de preparación psicológica para competir es la variable más relacionada con la vuelta a competir al mismo nivel que antes de una lesión (Arderin et al., 2014). Sin embargo, cabe destacar que el citado estudio se realizó con lesionados de ligamento cruzado anterior, y que la evaluación de la preparación psicológica no se llevó a cabo con la misma herramienta que el presente estudio.

A la hora de retornar a la competición, el elemento clave para determinar la capacidad psicológica después de una lesión es la confianza en el propio retorno (Podlog, Banham, Wadey y Hannon, 2015), estructurada en la "creencia en la eficacia del programa de rehabilitación", la "creencia de que la estructura lesionada se encuentra completamente curada", relacionada con el ítem 4 del I-PRRS "confidence to not concentrate in the injury"; y la "eficacia en las capacidades de rendimiento propias", similar al ítem 6, "confidence in my skill level/ability". En el presente estudio, los ítems 4 y 6 fueron dos de los únicos que guardaron relación con alguna de las variables medidas en el análisis del gesto, obteniendo por tanto que las variables más

importantes en términos de elegibilidad (Podlog et al., 2015) para competir tras una lesión pueden influir sobre un determinado gesto técnico, si bien sería necesario llevar a cabo proyectos de investigación que establezcan una relación causal entre el suceso de lesión y este tipo de adaptaciones.

En el presente estudio, se consideró de vital importancia el reconocimiento de posibles déficits de fuerza en la musculatura anteriormente lesionada que pudieran condicionar la técnica del gesto. No obstante, nuestros jugadores no presentaron déficits de fuerza en la musculatura anteriormente lesionada.

## 5. CONCLUSIONES

En relación la primera hipótesis del presente estudio, *“jugadores anteriormente lesionados de isquiosurales golpearán con una menor amplitud de flexión de rodilla, suplida con una mayor extensión de cadera que los jugadores no lesionados”*, y a pesar de encontrar una tendencia a golpear con menor flexión de rodilla en el grupo de jugadores anteriormente lesionados, no se obtuvieron diferencias significativas ni en la amplitud de flexión de rodilla ni en la de extensión de cadera en el golpeo entre grupos, por lo que no se puede concluir que la hipótesis se vea corroborada, si bien esta tendencia hace pensar en la necesidad de llevar a cabo estudios con mayor tamaño muestral, pues los resultados del presente trabajo podrían haberse visto condicionados por el pequeño número de jugadores participantes. No obstante, esta falta de diferencias significativas se encuentra acompañada por diferencias en el rendimiento en el golpeo. Por esta razón, y si no se encuentran grandes diferencias en la amplitud de movimiento, sí deberían encontrarse en la velocidad a la que estos se llevan a cabo; guiando de esta forma futuras investigaciones hacia un análisis más funcional que meramente gestual.

Sin embargo, encontramos corroborada nuestra segunda hipótesis, *“los jugadores anteriormente lesionados golpearán a menor velocidad que los jugadores no lesionados, especialmente en situaciones de mayor incertidumbre como el golpeo en conducción”*, al encontrar diferencias significativas, únicamente en la velocidad del balón en el golpeo en movimiento. El golpeo en carrera, como situación de mayor incertidumbre, y que requiere de amplitudes articulares capaces de adaptarse a las situaciones provistas por la relación de cooperación – oposición que se dan en el fútbol, ha mostrado por tanto no sólo verse condicionada por una lesión previa, sino que además se ve más influenciada que el golpeo a balón parado. Este hecho cobra especial relevancia, más que por el descubrimiento en sí, a la hora de plantear futuros trabajos de investigación sobre la influencia de una lesión en el patrón de un gesto específico, mostrando la importancia de adaptar la metodología de los estudios a las situaciones que se dan en competición, y no al revés.

Asimismo, que un gesto en el que la adaptación a una situación cambiante se vea más condicionado, y por ende en la que las posibilidades de necesitar una adaptación rápida debido a acciones incontrolables por el individuo, soporta la idea de que exista una relación entre variables de carácter psicológico, y en especial todas aquellas relacionadas con la adaptación a situaciones estresantes, y el cambio a modo de protección del citado gesto específico.

En relación a la capacidad psicológica para retornar a la práctica completa, se encontraron que, a pesar de haber vuelto a entrenar y competir sin ningún tipo de problemática posterior, dos de los tres jugadores anteriormente lesionados no obtuvieron valores que muestren aptitud psicológica; de hecho, el valor más alto que se obtuvo se encontró apenas cuatro puntos por encima del valor de corte. Este hecho permite concluir que un jugador puede continuar compitiendo, incluso al mismo nivel que antes de una lesión, a pesar de no haber obtenido valores positivos en el I-PRRS. Además, se encontraron correlaciones positivas entre la puntuación total en el I-PRRS y el ángulo de flexión de rodilla en el golpeo en movimiento, así como entre diferentes

ítems del citado cuestionario y el ángulo de flexión de rodilla en el golpeo a balón parado.

### 5.1. Limitaciones y prospectiva de la investigación

Todo trabajo de investigación busca obtener conocimiento de la realidad práctica. En el presente trabajo, se ha abordado una temática cuya base proviene del empleo del estudiante como preparador físico y readaptador de lesiones en fútbol, encontrando la problemática de la falta de trabajos sobre la influencia de una lesión en el movimiento, en lugar de en factores más fáciles de medir como la fuerza de una determinada musculatura.

Mediante un procedimiento riguroso y lógico, se buscó analizar la correlación entre variables que no hacen sino aportar un valor holístico a la perspectiva del profesional de las Ciencias de la actividad física y el deporte encargado de que los jugadores lesionados vuelvan a competir lo más rápido posible, con la menor posibilidad de recaer posible.

Si bien prácticamente cualquier profesional inmerso en la práctica de la readaptación de lesiones podría opinar que, tras una lesión, tanto el gesto deportivo específico como determinados factores psicológicos se ven alterados, nuestras posibilidades de actuación son escasas, al conocer que algo ocurre, pero no saber el qué ni en qué medida (y, por tanto, el cómo solucionarlo).

El presente trabajo aporta información sobre las posibles diferencias que existen en el golpeo entre jugadores que han padecido una lesión de isquiosurales, la de mayor ocurrencia en fútbol, y jugadores que no, y relaciona estas diferencias con conceptos relacionados con la percepción del deportista de su propio rendimiento y de sus capacidades, en relación a la estructura lesionada.

Al haber utilizado herramientas que presentan, entre otras, la función de aportar información objetiva sobre el estado del deportista y su elegibilidad para competir, y por tanto retornar a la práctica de forma completa, los profesionales dispondrán de información contrastada sobre la relación entre el cambio en un patrón motor, y cómo éste puede afectar al empíricamente reconocido mayor riesgo de padecer lesiones en otro tipo de estructuras por compensaciones, y los factores psicológicos, cuyo valor nadie pone en duda, y sin embargo pocos se preocupan de evaluar.

Sin embargo, y a pesar de que habitualmente se contempla como conocimiento ya disponible, el presente trabajo también aporta información sobre la técnica de golpeo en fútbol, y las diferencias que existen entre los golpes a balón parado y los golpes en carrera. A pesar de que estos últimos se dan en mayor medida, y presentan mayor ratio lesional en comparación con los golpes a balón parado, la mayor sencillez y realización en laboratorio de análisis del golpeo a balón parado hace que el número de estudios realizados con el golpeo en movimiento sea casi inexistente, cuando desde una perspectiva específica y práctica, debería haber sido la vía clave en la obtención de información sobre el propio gesto.

Desde un punto de vista aplicativo, el profesional de la readaptación contará a partir de ahora con información sobre la relación entre variables psicológicas relacionadas con el miedo a recaer y con la propia autoconfianza y el rendimiento en un gesto específico, pudiendo servir este no sólo como medio de obtención de datos, sino como vía para la recuperación en los niveles de las variables anteriormente citadas.

Por el contrario, los resultados obtenidos en este estudio no son extrapolables a toda la población de futbolistas, tanto por el reducido número de jugadores que participaron en el estudio, como por la participación de todos ellos en el mismo nivel competitivo. Esta limitación, unida a la utilización de herramientas de bajo coste y con un error de medida mayor que otros dispositivos y programas, hacen que la validez de los datos se encuentre relativamente condicionada. No obstante, esta limitación es fácilmente superable a través de la realización de estudios prospectivos con mayor tamaño muestral.

Asimismo, otra de las limitaciones principales del estudio es la falta de información de los jugadores antes de la lesión, por lo que no se puede establecer una relación de causación. Una de las nuevas líneas de investigación, ambiciosamente, debería ser el seguimiento durante una temporada de los equipos de una liga al completo, obteniendo previamente valores de análisis biomecánico que puedan compararse posteriormente en aquellos jugadores que se lesionen a lo largo de la temporada.

A modo de resumen, consideramos de especial importancia la necesidad de llevar a cabo estudios de seguimiento que permitan establecer relaciones de causación entre la lesión y el cambio en el patrón motor de golpeo. Asimismo, la utilización de dispositivos de registro electromiográfico podría ser de interés, permitiendo obtener información sobre la activación muscular y su relación con el gesto en sí, y con factores psicológicos que puedan influir en el rendimiento en el mismo.

## 6. REFERENCIAS

- Ardern, C.L., Österberg, A., Tagesson, S., Gauffin, H., Webster, K.E. y Kvist, J. (2014). The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction.. *British Journal of Sports Medicine*, 48(22), 1613-1619.
- Bien, D. P., & Dubuque, T. J. (2015). Considerations for late stage ACL rehabilitation and return to sport to limit re-injury risk and maximize athletic performance. *International Journal of sports Physical Therapy*, 10(2), 256.
- Briem, K., Ragnarsdóttir, A. M., Arnason, S. I., & Sveinsson, T. (2016). Altered medial versus lateral hamstring muscle activity during hop testing in female athletes 1–6 years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(1), 12-17.
- Cerrah, A. O., Gungor, E. O., Soyly, A. R., Ertan, H., Lees, A., & Bayrak, C. (2011). Muscular activation patterns during the soccer in-step kick. *Isokinetics and Exercise Science*, 19(3), 181-190.
- Crossman, J. (1997). Psychological rehabilitation from sports injuries. *Sports Medicine*, 23(5), 333-339.
- Ekstrand, J., Hägglund, M. y Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury pattern in professional football – the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 553-558.
- Ekstrand, J., Hägglund, M., Kristenson, K., Magnusson, H., & Waldén, M. (2013). Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British journal of sports medicine*, 47(12), 732-737.
- Ekstrand, J., Healy, J. C., Waldén, M., Lee, J. C., English, B., & Hägglund, M. (2012). Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 112-117.
- García-Más, A., Palou, P., Smith, R.E., Ponseti, X., Almeida, P., Lameiras, J., Jiménez y Leiva (2011). Ansiedad competitiva y clima motivacional en jóvenes futbolistas de competición, en relación con las habilidades y el

- rendimiento percibido por sus entrenadores. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(1), 197-207.
- Glazer, D. D. (2009). Development and preliminary validation of the Injury-Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS) scale. *Journal of athletic training*, 44(2), 185-189.
- Hsu, C.J., Melerbachtol, A., George S.Z. y Chmielewski, T.L. (2016). Fear of reinjury in athletes: implications for rehabilitation. *Sports Health*, 9(2), 162-167.
- Katis, A., Kellis, E., & Lees, A. (2015). Age and gender differences in kinematics of powerful instep kicks in soccer. *Sports Biomechanics*, 14(3), 287-299.
- Kleinert, J. (2002). An approach to sport injury trait anxiety: Scale construction and structure analysis. *European Journal of Sport Science*, 2(3), 1-12.
- Kori, S.H., Miller, R.P. y Todd, D.D. (1990). Kinesiophobia, a new view of chronic pain behavior. *Pain management*, 3(1), 35-43.
- Kvist, J., Ek, A., Sporrstedt, K. y Good, L. (2005). Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee surgery in sports, traumatology, arthroscopy*, 13(5), 393-397.
- Lalín, C. (2008). La readaptación lesional (I parte): fundamentación y contextualización. *RED: Revista de entrenamiento deportivo*, 22(2), 27-35.
- Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., Idoate, F., & Myer, G. D. (2013). Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. *British journal of sports medicine*, 47(6), 359-366.
- Mendiguchia, J., Edouard, P., Samozino, P., Brughelli, M., Cross, M., Ross, A., Gill, N. & Morin, J. B. (2016). Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 535-541.
- Navandar, A., Garcia, C., Veiga Fernandez, S., Torres, G., Chorro, D., & Navarro Cabello, E. (2015). Effect of previous hamstring injury and limb dominance on kicking biomechanics in elite female soccer players. OA: UPM.
- Navandar, A., Gulino, M., Antonio, R., & Navarro, E. (2013). Effect of hamstring injuries on kicking in soccer using inverse dynamics. *Biomecánica*, 21(1), 7-19.
- Navandar, A. (2016). *Effect of hamstring injuries on kicking in football* (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Nunome, H., & Ikegami, Y. (2005). *The effect of hip linear motion on lower leg angular velocity during soccer instep kicking*. En Q. Wang (Ed.), *Proceedings of the XXIII symposium of the international society of biomechanics in sports* (pp. 770–772). Beijing: The University of Beijing.
- Nunome, H., Ikegami, Y., Kozakai, R., Apriantono, T., & Sano, S. (2006). Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 24(05), 529-541.

- Orchard, J. W. (2001). Intrinsic and Extrinsic Risk Factors for Muscle Strains in Australian Football Neither the author nor the related institution has received any financial benefit from research in this study. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(3), 300-303.
- Peterson-Kendall, F., Kendall-McCreary, E., Geise-Provance, P., McIntyre-Rodgers, M., & Romani, W. A. (2005). *Muscles testing and function with posture and pain*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Podlog, L., Banham, S.M., Wadey, R. y Hanon J.C. (2015). Psychological Readiness to Return to Competitive Sport Following Injury: A Qualitative Study. *The Sport Psychologist*, 29, 1-14.
- Shan, G. (2009). Influence of gender and experience on the maximal instep soccer kick. *European Journal of Sport Science*, 9(2), 107-114.
- Thomas, S., Reading, J., & Shephard, R. J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian journal of sport sciences*. 17 (4), 338-345.
- Walker, N., Thatcher, J., Lavalley, D., & Golby, J. (2002). A longitudinal study of emotional responses to sports injury. *Proceedings of the British Psychological Society*, 10 (2), 106.
- Zafra, A. O., Andreu, J. M. P., & Redondo, A. B. (2009). Historia de lesiones y su relación con las variables psicológicas en tenistas. *Anuario de psicología clínica y de la salud. Annuary of Clinical and Health Psychology*, 5, 67-74.