

Pruebas de evaluación complementarias para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales en jugadores de fútbol: una revisión sistemática

Additional assessment tests for determining return-to-play after hamstring injury: a systematic review

Jorge Ramírez-Lechuga¹, Andoni Rocandio-Martínez²

¹ Facultad del Deporte. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España.

² Escuela Universitaria de Osuna. Universidad de Sevilla, España.

CORRESPONDENCIA:

Jorge Ramírez Lechuga

jrlechuga@upo.es

CÓMO CITAR EL ARTÍCULO:

Ramírez-Lechuga, J., & Rocandio-Martínez, A. (2021). Pruebas de evaluación complementarias para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales en jugadores de fútbol: una revisión sistemática. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(49), 443-454. <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v16i49.1471>

Recepción: mayo 2020 • Aceptación: febrero 2021

Resumen

El examen clínico es la principal prueba que se tiene en consideración para determinar el momento en el que el jugador de fútbol puede volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales, pero son necesarias otras medidas complementarias que permitan determinar este momento sin riesgo de sufrir una lesión recurrente. El principal objetivo de esta revisión sistemática fue analizar las pruebas de evaluación complementarias al examen clínico utilizadas para determinar el momento en el que el jugador de fútbol puede volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales. Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, SPORTSDiscus, Web of Science, Scopus y PEDro utilizando los siguientes términos: "hamstring injury", "return to play", "return to sport", "soccer", y "football". Las pruebas complementarias utilizadas por los estudios para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales fueron: imagen por resonancia magnética (IRM) (n = 4), ecografía (n = 1), Aksling H-test (n = 1), test isocinéticos (n = 1) y rendimiento en sprint (n = 3). La evaluación a través de la IRM ha demostrado ser una herramienta útil para pronosticar el tiempo de baja del jugador. Un déficit de fuerza de >10% entre ambas piernas se asocia con un mayor riesgo de lesión recurrente. La evaluación de las variables mecánicas del sprint y el Aksling H-test han mostrado ser pruebas complementarias útiles para determinar el momento de volver a jugar. El bíceps femoral presenta una alta tasa de recurrencia. Son necesarios más estudios para establecer criterios objetivos que ayuden a tomar la decisión del momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales en futbolistas.

Palabras clave: isquiotibiales; lesión; volver a jugar; fútbol.

Abstract

Clinical examination is the main test to determine the moment in which soccer player can return to play after a hamstring injury, but other complementary measures are necessary to determine this moment without risk of re-injury. The aim of this systematic review was to analyze additional assessment tests to the clinical examination to determine the moment in which the soccer player can return to play after hamstring injury. A systematic literature review of databases PubMed, SPORTSDiscus, Web of Science, Scopus and PEDro was conducted using the following terms: "hamstring injury", "return to play", "return to sport", "soccer", and "football". The additional assessment tests used by the studies to determine when a player can start playing again after hamstring injury were: magnetic resonance imaging (MRI) (n = 4), ultrasonography (n = 1), Aksling H-test (n = 1), isokinetic test (n = 1) and sprint performance (n = 3). MRI seems to be a useful tool to predict return to play after hamstring injury. A strength deficit of >10% between both legs is associated with an increased risk of re-injury. Evaluation of mechanical properties during sprint running and the Aksling H-test have shown to be useful complementary tests to determine return to play. Biceps femoris has a high re-injury rate. More research is needed to establish objective criteria to make the decision about return to play after hamstring injury in soccer players.

Key words: hamstring; injury; return to play; football (soccer)

Introducción

El fútbol es el deporte más popular y practicado en el mundo (FIFA, 2007), lo practican hombres, mujeres, niños y niñas con diferentes niveles de experiencia, tanto en el ámbito recreativo, amateur o profesional. Dadas las necesidades físicas del fútbol, las lesiones musculares son muy frecuentes en este deporte (Bjørneboe et al., 2014). Estudios epidemiológicos muestran que las lesiones musculares en los jugadores profesionales de fútbol suponen sobre el 30-55% de todas las lesiones, produciéndose una media de 1,8-3,4 lesiones por cada 1000 horas de exposición (entrenamiento o competición), lo que representa que un equipo profesional de fútbol padece una mediana de 12 lesiones musculares por temporada que equivalen a más de 300 días de baja deportiva (Dellal et al., 2015; Hägglund et al., 2013). Además, las lesiones durante la competición son mucho más comunes que durante el entrenamiento, especialmente durante la pretemporada y segunda fase de la competición (Noya et al., 2014).

De todas las lesiones musculares, la mayoría de los estudios coinciden en que la lesión de isquiotibiales es la más frecuente en los jugadores profesionales o semi-profesionales de fútbol (Ekstrand et al., 2011a; Noya et al., 2014; Pfirrmann et al., 2016), representando el 12% de todas las lesiones (Ekstrand et al., 2011a). La lesión de isquiotibiales supone para un jugador profesional una pérdida (de promedio) de 15 días y 3 partidos por temporada, y para un club de fútbol, 90 días y 15 partidos por temporada (Woods et al., 2004). Además, la lesión de isquiotibiales tiene una alta tasa de recurrencia que ha aumentado en los últimos años (Ekstrand et al., 2016a). Entre el 12-33% de los futbolistas profesionales con una lesión de isquiotibiales sufren una lesión recurrente en el primer año desde la lesión inicial (Ekstrand et al., 2011a), entendiéndose por lesión recurrente toda lesión del mismo tipo y en el mismo lugar que la lesión previa y que ocurre después de que el jugador regrese a la práctica completa del deporte después de dicha lesión (Fuller et al., 2006). La alta incidencia y tasa de recurrencia de la lesión de isquiotibiales puede deberse a que estos músculos tienen una importante función en aquellas situaciones deportivas características del fútbol, tales como aceleraciones, desaceleraciones, acciones a alta velocidad y cambios de dirección (Chu & Rho, 2016).

Cuando un jugador de fútbol sufre una lesión de isquiotibiales, la primera pregunta que se realizan jugador, entrenadores y equipo directivo es “¿cuándo podrá volver a jugar?”. Entendiéndose por “volver a jugar” el momento en el que un jugador ha recibido la autori-

zación médica y está preparado para entrenar completamente y/o ser convocado para jugar un partido (van der Horst et al., 2017). La respuesta a esta pregunta es una de las decisiones más importantes que debe tomar el personal clínico (médico deportivo, fisioterapeuta y readaptador físico), ya que una mala decisión puede provocar una lesión recurrente. Por ello, es muy importante realizar en el futbolista un adecuado proceso de rehabilitación y asegurarse de que el jugador está completamente recuperado para permitirle incorporarse al entrenamiento y la competición, ya que la lesión previa de la musculatura de isquiotibial, una rehabilitación inadecuada o un regreso prematuro al entrenamiento son factores de riesgo para que vuelva a repetirse la lesión (Arnason et al., 2004; Hägglund et al., 2006) y, además, las lesiones recurrentes requieren un mayor tiempo de recuperación que las lesiones no recurrentes (Ekstrand et al., 2011b).

La alta tasa de recurrencia de este tipo de lesión puede sugerir que los protocolos de rehabilitación que se siguen para tomar la decisión de volver a jugar no son efectivos. Una de las causas puede ser que los equipos médicos o fisioterapeutas no tengan en consideración medidas objetivas, válidas y fiables que les permitan tomar la decisión del momento adecuado para que el futbolista pueda volver a jugar sin el riesgo de sufrir una lesión recurrente de isquiotibiales. En relación con esta cuestión, Delvaux et al. (2014) pidieron a los médicos deportivos de las principales ligas de fútbol francesa y belga que hiciesen un ranking sobre los criterios que tenían en consideración para tomar la decisión del momento en el que un jugador podía volver a jugar después de haber sufrido una lesión de isquiotibiales. Estos autores encontraron que el criterio más importante para los médicos era el alivio completo del dolor, seguido del rendimiento de fuerza muscular, la percepción subjetiva del jugador y la flexibilidad de los músculos isquiotibiales. En la misma línea, un reciente estudio (Dunlop et al., 2020) realizó una encuesta online a los equipos de fútbol de las primeras ligas del mundo sobre los criterios que tenían en consideración para permitir la vuelta al entrenamiento y la competición después de una lesión de isquiotibiales. Sus autores concluyeron que la mayoría de los equipos valoran criterios funcionales, clínicos y psicológicos a lo largo del proceso de rehabilitación para tomar esta decisión. Sin embargo, los criterios específicos, medidas y umbrales usados para la toma de decisiones no están claros.

En la literatura científica se pueden encontrar dos revisiones sistemáticas sobre los criterios para determinar la vuelta a jugar (Hickey et al., 2017; van der Horst et al., 2016), pero ninguna de ellas está reali-

zada exclusivamente en jugadores de fútbol. Hickey et al. (2016) incluyen nueve estudios en su revisión y solamente uno está realizado en futbolistas. Van der Horst et al. (2016) analizan veinticinco estudios, de los cuales solamente cuatro están realizados en futbolistas. Y dado que tanto los mecanismos de las lesiones de isquiotibiales como el proceso de rehabilitación son diferentes en función del deporte (Koulouris et al., 2007; Servicios médicos FC Barcelona, 2009) es necesario analizar este aspecto en jugadores de fútbol para poder tomar una decisión acertada respecto al momento de volver a jugar después de sufrir una lesión de isquiotibiales sin riesgo a volver a lesionarse.

Este estudio pretende aportar información relevante respecto a las evaluaciones complementarias que puede realizar el personal clínico de los equipos de fútbol para poder responder a la pregunta “¿Cuándo podrá el futbolista volver a jugar después de sufrir una lesión de isquiotibiales sin riesgo de sufrir una lesión recurrente?”. El examen clínico (historia clínica y exploración física) es el principal aspecto que se tiene en consideración para responder a esta pregunta (Delvaux et al., 2014; Dunlop et al., 2020), pero son necesarias otras medidas complementarias que permitan responder a la cuestión sin riesgo de que el jugador vuelva a sufrir la misma lesión.

Por ello, el objetivo de la presente revisión sistemática fue analizar las pruebas de evaluación complementarias al examen clínico utilizadas para determinar el momento en el que el jugador de fútbol puede volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales.

Método

Diseño del estudio

Esta revisión sistemática se ha realizado siguiendo las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Liberati et al., 2009).

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica utilizando las siguientes bases de datos: PubMed, SPORTSDiscus, Web of Science, Scopus y PEDro. Para la búsqueda se realizaron combinaciones de términos MeSH (descriptores en Ciencias de la Salud) con los operadores OR, AND y NOT. Los siguientes términos fueron utilizados para realizar la búsqueda electrónica: “hamstring injury”, “return to play”, “return to sport”, “soccer”, y “football” en el título o resumen. Se utilizó el operador

NOT para los términos “american football” y “australian football”. La búsqueda electrónica finalizó a fecha de 1 de abril de 2020.

Criterios de los estudios incluidos

Se han incluido los estudios que cumplían los siguientes criterios de inclusión: a) estudios que utilizan medidas complementarias al examen clínico para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales; b) los estudios describen claramente los procesos de evaluación realizados; c) los participantes son futbolistas profesionales o semiprofesionales que han sufrido una lesión de isquiotibiales; d) estudios publicados con fecha posterior a 2010.

Criterios de los estudios excluidos

Los estudios fueron excluidos si: a) la evaluación realizada no tenía como objetivo determinar el momento en el que el jugador podía volver a jugar; b) los sujetos del estudio eran jugadores de fútbol americano o australiano; c) no mostraban el análisis estadístico realizado; d) no estaban publicados en inglés o español.

Extracción de datos y evaluación de la calidad metodológica

Todos los datos fueron extraídos del texto completo de los artículos seleccionados según los criterios de inclusión por los dos autores. Los datos extraídos fueron los siguientes: primer autor y año de publicación, diseño del estudio, características de los sujetos, medidas o evaluaciones realizadas, tiempo hasta volver a jugar desde la lesión de isquiotibiales, tasa de recurrencia de la lesión de isquiotibiales y otros resultados relevantes de los estudios (Tabla 1).

La calidad metodológica de los estudios fue medida usando la lista de verificación o *checklist* validada de Downs y Black (1998) por ser una herramienta apropiada para evaluar la calidad metodológica tanto de estudios aleatorizados como no aleatorizados.

Resultados

Búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica consistió en cuatro pasos (Figura 1). De los 124 estudios mostrados por las bases de datos en la búsqueda bibliográfica, se excluyeron 107 por no cumplir los criterios de inclusión tras la lectura del título y abstract.

Tabla 1. Características y resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Estudio	Diseño	Sujetos (N, nivel, sexo, edad, país)	Medidas	Tiempo VAJ (días, media \pm DT)	Tasa de recurrencia	Otros resultados relevantes
Ekstrand et al. (2012)	Cohorte prospectivo	207 Profesionales Hombres N/A Equipos UEFA	Grado radiológico IRM	Grado 0: 8 \pm 3 Grado 1: 17 \pm 10 Grado 2: 22 \pm 11 Grado 3: 73 \pm 60	N = 34/207 (16%) Grado 0: 7% Grado 1: 17% Grado 2: 21% Grado 3: 0% BF (100%)	Correlación T-VAJ y Grado IRM
Hallén et al. (2014)	Cohorte prospectivo	283 Profesionales Hombres N/A Europa	Grado radiológico IRM	Grado 0: 9 \pm 7 Grado 1: 18 \pm 15 Grado 2: 24 \pm 13 Grado 3: 60 \pm 57	N = 39/249 (16%) Grado 1: 16% Grado 2: 16% Grado 3: 12% BF (18%), SM (3%), ST (0%)	Correlación T-VAJ y Grado IRM* No correlación TR y Grado IRM
Ekstrand et al. (2016 b)	Cohorte prospectivo	255 Profesionales Hombres N/A Equipos UEFA	Grado radiológico IRM Parámetros IRM	Grado 1: 18 \pm 15 Grado 2: 24 \pm 13 BF: 20 \pm 5 SM: 18 \pm 1 ST: 23 \pm 14	N = 41/255 (16%) Grado 1: proximal (5%), medio (14%), distal (21%) Grado 2: proximal (27%), media (13%), distal (5%) BF (16%), SM (2%), ST (2%)	Correlación T-VAJ y Tamaño del edema (r = 0.15-0.26)** No correlación T-VAJ y Localización de la lesión No correlación T-VAJ y Tipo de lesión
Hamilton et al. (2018)	Serie de casos	139 Profesionales Hombres 18-39 años Catar	Sistema puntuación IRM de Cohen	23 \pm 11 ³ 10 puntos = 30 <10 puntos = 20	N/A	Correlación T-VAJ y Puntuación de Cohen (r = 0.20)*
Petersen et al. (2014)	Serie de casos	51 1 ^a -2 ^a Div n = 8 3 ^a -4 ^a Div n = 43 Hombres 24.2 \pm 3.4 años Dinamarca	Hallazgos ecográficos	25 \pm 16 SIN-AE: 24 \pm 16 CON-AE: 27 \pm 15	N/A	No dif. sign. en el T-VAJ entre jugadores con y sin anomalías ecográficas Correlación T-VAJ y Longitud de lesión (r = 0.19)
Asklings et al. (2013)	Ensayo clínico aleatorizado	75 1 ^a -2 ^a Div Hombres n = 69 Mujeres n = 6 25 \pm 5 años Suecia	Examen clínico IRM Askling H-test	Protocolo-L: 28 \pm 15 Protocolo-C: 51 \pm 21	N = 1/75 (1.3%) BF (100%)	Correlación T-VAJ y Distancia Tuberosidad Isquiática (r = -0.7)** Correlación T-VAJ y Longitud de lesión (r = 0.3-0.8)* Correlación T-VAJ y Punto dolor palpación (r = -0.8)**
Tol et al. (2014)	Cohorte prospectivo	52 Profesionales Hombres 18-38 años Catar	Tests isocinéticos	21 (rango 7-43)	N = 6/52 (11%) >10% déficit pierna lesionada: - Cuádr conc 60°/s = 0% - Isquiot conc 60°/s = 33.3% - Cuádr conc 300°/s = 0% - Isquiot conc 300°/s = 16.7% - Isquiot exc = 16.7%	
Mendiguchia et al. (2014)	Casos- controles	28 Semi-profesionales Hombres 21.9 \pm 2.5 años España	Variables mecánicas sprint 50 m (radar)	24 \pm 10	N = 3/14 (21%)	En el momento de VAJ: - Sprint 5, 10 y 40 m: JLL < JNLL - Pmax y FH: JLL < JNLL Dos meses después de VAJ: - JL = h Pmax, h FH, h sprint 5 y 10 m
Mendiguchia et al. (2016)	Caso único	1 1 ^a Div Hombre 25 años España	Variables mecánicas sprint 50 m (radar)	33	N/A	Cambios Sprint 50 m en el momento de VAJ: - Velocidad = 0% - Fuerza horizontal = i 21% - Potencia máxima = i 21.1%
Setuain et al. (2017)	Caso único	1 3 ^a div Hombre 19 años España	Variables mecánicas sprint 20 m (unidad de medición inercial)	N/A	N = 0/1 (0%)	Cambios Sprint 20 m en el momento de VAJ: - SFV i en pierna lesionada (73%) - DRF i en pierna lesionada (76%) Final de temporada: SFV y DRF simétricos en ambas piernas

BF: biceps femoral; CON-AE: con anomalías ecográficas; Cuádr conc: cuádriceps concéntrico; Dif. sign: diferencias significativas; Div: división o categoría en fútbol; DRF: coeficiente de la relación de fuerzas aplicadas a velocidad creciente; FH: fuerza horizontal; Grado 0: resonancia magnética negativa sin ninguna patología visible; Grado 1: edema pero sin distorsión arquitectónica; Grado 2: disrupción arquitectónica indicando defecto parcial; Grado 3: ruptura total del músculo o tendón; IRM: imagen por resonancia magnética; Isquiot conc: isquiotibiales concéntricos; Isquiot exc: isquiotibiales excéntricos; JLL: jugadores lesionados; JNLL: jugadores no lesionados; N/A: información no aportada; Pmax: potencia máxima; Protocolo-C: protocolo de rehabilitación basado en ejercicios convencionales; Protocolo-L: protocolo de rehabilitación centrado en el alargamiento de los isquiotibiales; SFV: coeficiente de la aplicación de fuerza horizontal a velocidad creciente; SIN-AE: sin anomalías ecográficas; SM: semimembranoso; ST: semitendinoso; T: tiempo; TR: tasa de recurrencia; T-VAJ: tiempo (días) hasta volver a jugar desde la lesión; UEFA: Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol; VAJ: volver a jugar; h incremento; i disminución; *p<0.05; **p<0.001.

Tras realizar la lectura completa de los artículos seleccionados se excluyeron 4 artículos por estar realizados en jugadores de fútbol americano o australiano y 3 artículos por no distinguir claramente las lesiones de isquiotibiales de otras lesiones, por lo que solamente 10 estudios fueron considerados apropiados para nuestra revisión.

Diseño de los estudios incluidos

Respecto al diseño de estudio de los artículos incluidos, cuatro artículos realizan un estudio de cohorte prospectivo (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b; Hallén & Ekstrand, 2014; Tol et al., 2014), dos artículos utilizan un diseño de serie de casos (Hamilton et al., 2018; Petersen et al., 2014), dos artículos utilizan un diseño de caso único (Mendiguchia et al., 2016; Setuain et al., 2017), un artículo utiliza un diseño de caso y controles (Mendiguchia et al., 2014) y un solo artículo realiza un ensayo clínico aleatorizado (Askling et al., 2013).

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios

La calidad de los estudios según la lista de verificación utilizada mostró un rango de 13 (Mendiguchia et al., 2016) a 22 (Hamilton et al., 2018) sobre una puntuación máxima de 32, y una puntuación media (\pm desviación típica) de 16.7 (\pm 2.5).

Participantes y detalles de los estudios

Los estudios incluidos suman un total de 1092 jugadores que habían sufrido una lesión de isquiotibiales. Todos los participantes son jugadores de fútbol profesionales (n = 937), semiprofesionales (n = 29) o una combinación de ambos (n = 126). El 99.4% de los sujetos son hombres y solamente el 0.6% son mujeres (n = 6). La edad de los sujetos ha sido notificada en todos los estudios excepto en tres (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b; Hallén & Ekstrand, 2014). Las características de los participantes se muestran en la tabla 1.

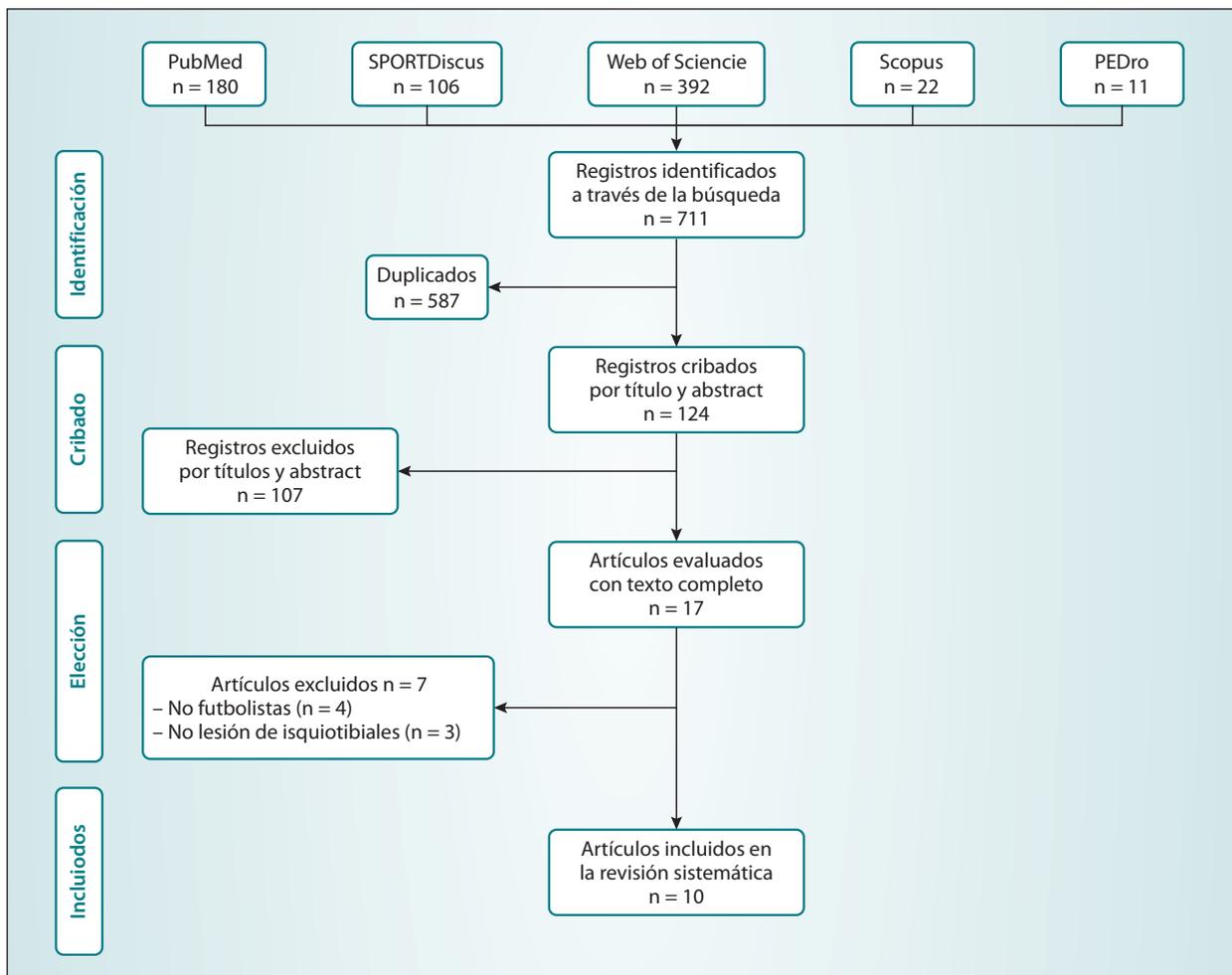


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de estudios.

Pruebas de evaluación complementarias al examen clínico

Los estudios incluidos en esta revisión analizan variables que ayudan al personal clínico a tomar la decisión del momento en el que el jugador puede volver a jugar, es decir, incorporarse completamente al entrenamiento y la competición después de haber sufrido una lesión de isquiotibiales. Un resumen de las medidas o evaluaciones realizadas para tomar la decisión del momento en el que el jugador puede volver a jugar se muestran en la tabla 1.

Las pruebas de evaluación complementarias utilizadas por los estudios revisados para determinar o pronosticar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales han sido el grado radiológico según la imagen por resonancia magnética (IRM) (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b; Hallén & Ekstrand, 2014; Hamilton et al., 2018), el sistema de puntuación IRM de Cohen (Hamilton et al., 2018), hallazgos ecográficos (Petersen et al., 2014), el Askling H-test (Aksling et al., 2013), variables isocinéticas (Tol et al., 2014) y el rendimiento en la capacidad de sprint (Mendiguchia et al., 2014; Mendiguchia et al., 2016; Setuain et al., 2017).

El Askling H-test es un test de flexibilidad activa balística de los isquiotibiales que recomiendan utilizar cuando el examen clínico no muestra signos de lesión para determinar si el jugador puede volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales (Aksling et al., 2013). Si el jugador experimenta inseguridad durante la realización de este test dinámico no se le permitiría volver al entrenamiento con el equipo y el periodo de rehabilitación se ampliaría 3-5 días, hasta que el jugador no experimentara inseguridad durante la realización del test (Aksling et al., 2013).

En el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales, los jugadores que se han recuperado de la lesión muestran un menor rendimiento en los 5, 10 y 40 m de sprint respecto a los jugadores que no han sufrido la lesión (Mendiguchia et al., 2014). La fuerza horizontal y la potencia máxima durante el sprint se encuentran disminuidas en el momento de volver a jugar después de la lesión de isquiotibiales (Mendiguchia et al., 2014; Mendiguchia et al., 2016). Sin embargo, estas variables mejoran dos meses después del momento de volver a jugar en los jugadores de sufrieron la lesión de isquiotibiales (Mendiguchia et al., 2014). En relación con los cambios en el sprint después de la lesión de isquiotibiales, Setuain et al. (2017) encontraron que existía una asimetría (73-76%) entre ambas piernas (lesionada vs no lesionada) en relación a la aplicación de fuerza a velocidad creciente, aunque, al final de la temporada, dicha asimetría entre ambas piernas desaparecía.

Tiempo de baja hasta volver a jugar

El tiempo de baja hasta volver a jugar se define como el número de días que transcurren desde la lesión inicial hasta que el deportista tiene el consentimiento del personal clínico para reanudar el entrenamiento completo sin restricciones y en plena disposición para competir (Hamilton et al., 2018).

Los estudios han mostrado que el tiempo hasta volver a jugar depende de la gravedad o grado radiológico de la lesión. Así, las lesiones de grado 0, 1, 2 y 3 requieren un tiempo medio de baja de 8-9, 17-18, 22-24, 60-73 días, respectivamente (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b; Hallén & Ekstrand, 2014). Este tiempo muestra una fuerte correlación significativa ($p < 0.001$) positiva con el grado radiológico según IRM (Ekstrand et al., 2016; Hallén & Ekstrand, 2014) y negativa con la distancia entre el polo proximal de la lesión y la tuberosidad isquiática ($r = -0.7$; $p < 0.001$) (Aksling et al., 2013). También existe una fuerte correlación negativa entre este tiempo y la distancia entre el punto del pico del dolor a la palpación y la tuberosidad isquiática ($r = -0.8$; $p < 0.001$) (Aksling et al., 2013). Por otra parte, el tiempo hasta volver a jugar muestra una correlación débil con el tamaño del edema según IRM ($r = 0.15-0.26$) (Ekstrand et al., 2016b), la longitud de la lesión según ecografía ($r = 0.19$) (Petersen et al., 2014) y el sistema de puntuación IRM de Cohen ($r = 0.20$) (Hamilton et al., 2018). No se ha encontrado correlación entre el tiempo hasta volver a jugar y el músculo lesionado (bíceps femoral, semimembranoso, semitendinoso), la localización de la lesión (proximal, media o distal) o el tipo de lesión (clasificadas según la parte muscular afectada: unión miotendinosa, lesión de la unión miotendinosa intramuscular; miofascial, lesión de la superficie del musculo; muscular, lesión intramuscular lejos del tendón intramuscular; o fascial, fluido en el estación intermuscular pero sin lesión muscular) (Ekstrand et al., 2016b).

Con respecto a los hallazgos ecográficos, no hubo diferencias en el tiempo hasta volver a jugar entre los jugadores con o sin anomalías ecográficas (Petersen et al., 2014). Sin embargo, sí se han encontrado diferencias en función del tipo de protocolo de rehabilitación desarrollado, de manera que los jugadores que siguieron un protocolo de rehabilitación enfocado en ejercicios de alargamiento de los isquiotibiales (principalmente a través de acciones musculares excéntricas) tardaron significativamente menos tiempo en volver al entrenamiento y la competición que los jugadores que realizaron un protocolo de rehabilitación centrado en ejercicios convencionales con menos énfasis en el alargamiento (28 ± 15 vs 51 ± 21 días, respectivamente).

Tasa de recurrencia

Todos los estudios informan sobre la tasa de recurrencia de la lesión de isquiotibiales, excepto tres de ellos (Hamilton et al., 2018; Mendiguchia et al., 2016; Petersen et al., 2014), que no realizaron un seguimiento de los jugadores después de la evaluación realizada en el momento de volver a jugar. La tasa de recurrencia es mayor cuando la lesión es de grado 2 (21-27%) respecto al grado 1 (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b), aunque no existe una correlación entre la tasa de recurrencia y el grado según IRM (Hallén & Ekstrand, 2014). Respecto a la localización de la lesión, si la lesión es de grado 1 existe una mayor recurrencia en las lesiones distales (21%), y si la lesión es de grado 2, la recurrencia es mayor en las lesiones proximales (27%) (Ekstrand et al., 2016b). El músculo que mayor tasa de recurrencia tiene es el bíceps femoral (16-18%), seguido del semimembranoso (2-3%) y semitendinoso (0-2%) (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b; Hallén & Ekstrand, 2014).

Un déficit de fuerza isométrica de >10% entre la pierna lesionada y la no lesionada en el ejercicio de isquiotibiales concéntricos a una velocidad de 60°/s tiene una alta tasa de recurrencia (33.3%). Sin embargo, si dicho déficit se manifiesta en el ejercicio de isquiotibiales concéntricos a 300°/s o isquiotibiales excéntricos, la tasa de recurrencia se reduce al 16.7%. No se encontraron lesiones recurrentes cuando este déficit se manifestó en el ejercicio de cuádriceps concéntricos a 60°/s o 300°/s (Tol et al., 2014).

Discusión

En la literatura científica se encuentran pocos estudios que hayan investigado las medidas o evaluaciones complementarias al examen clínico para determinar el momento de volver a jugar después de sufrir una lesión de isquiotibiales en futbolistas. Los estudios prospectivos realizados respecto a este tema en jugadores de fútbol han utilizado la imagen por resonancia magnética o ecografía, la valoración isocinética de la fuerza, la evaluación de la flexibilidad y el rendimiento en la capacidad de sprint como medidas complementarias para determinar el momento de volver a jugar después de la lesión de isquiotibiales.

La IRM es una herramienta comúnmente usada para confirmar el diagnóstico clínico y proporcionar un pronóstico del tiempo de baja del jugador hasta poder volver completamente al entrenamiento y la competición. La IRM permite proporcionar información acerca de la localización, área transversal y extensión de la lesión.

Diversos autores han sugerido que la IRM proporciona una medida válida para predecir el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales (Ekstrand et al., 2012; Ekstrand et al., 2016b; Hallén & Ekstrand, 2014). Otros autores (Schneider-Kolsky et al., 2006) indican que en lesiones de isquiotibiales leves o moderadas, el examen clínico es suficiente para estimar la duración del proceso de rehabilitación sin necesidad de utilizar la IRM. Sin embargo, el examen clínico y las pruebas de imagen pueden aportar información diferente para pronosticar el tiempo hasta volver a jugar (Wangenstein et al., 2015). Los estudios revisados muestran una clara relación entre el grado radiológico de la lesión según la IRM y el tiempo de baja del jugador (Ekstrand et al., 2012; Hallén & Ekstrand, 2014). El parámetro de la IRM que en mayor medida explica el tiempo de baja hasta volver a jugar es la distancia entre el polo proximal de la lesión y la tuberosidad isquiática ($r^2 = 49\%$) (Aksling et al., 2013). Otros parámetros de la IRM como el tamaño del edema, la localización de la lesión o el tipo de lesión explican en menor medida ($r^2 \approx 4\%$) o no muestran relación con el tiempo hasta volver a jugar (Ekstrand et al., 2016b). También se ha encontrado una débil relación entre el tiempo hasta volver a jugar y la longitud de la lesión según ecografía (Petersen et al., 2014) y el sistema de puntuación IRM de Cohen (Hamilton et al., 2018), por lo que este sistema de puntuación, basado en la edad del jugador y los hallazgos de IRM, no ha mostrado un valor clínico para predecir el tiempo hasta poder volver a jugar después de sufrir una lesión de isquiotibiales en futbolistas (Hamilton et al., 2018). Sus creadores (Cohen et al., 2011), quienes encontraron una fuerte relación entre la puntuación en el sistema y el número de partidos no jugados, sugieren que con este sistema de puntuación se puede predecir el momento para volver a jugar con más detalle y exactitud que teniendo presente solamente el grado radiológico de la lesión. Además, también opinan que el sistema permite guiar el tratamiento hasta conseguir la completa recuperación de la lesión, evitar una prematura vuelta al juego y disminuir el riesgo de tener lesiones recurrentes. Esta discordancia en los resultados de los estudios puede ser debida a que Cohen et al. (2011) diseñaron el sistema analizando la relación entre las observaciones de la IRM y el número de partidos no jugados por lesión en jugadores de fútbol americano. Sin embargo, Hamilton et al. (2018) analizaron el número de días de baja por la lesión en jugadores de fútbol. De igual manera, la ecografía tampoco ha mostrado ser muy útil para pronosticar el tiempo hasta volver a jugar después de sufrir una lesión de isquiotibiales en futbolistas (Petersen et al., 2014). Otros autores (Connell

et al., 2004), en un estudio realizado en jugadores de fútbol australiano con lesión de isquiotibiales, concluyeron que la IRM y la ecografía son igualmente útiles para identificar la lesión de isquiotibiales y pronosticar el tiempo para volver a jugar. Respecto a estas discrepancias, Petersen et al. (2014) sugieren que pueden deberse a que los tipos de lesiones y los mecanismos de lesión en el fútbol y en el fútbol americano no son los mismos por las diferencias entre estos dos deportes o a que los criterios para volver a jugar no fueron los mismos en ambos estudios, por lo que la evaluación por IRM realizada 24-48 h después de la lesión de isquiotibiales parece ser la mejor herramienta para pronosticar el tiempo de baja del jugador de fútbol y puede ayudar a tomar la decisión del momento en el que el jugador puede volver a jugar.

Después del alivio completo del dolor, el segundo criterio en importancia que tiene en consideración el personal médico para tomar la decisión de que el jugador puede volver a jugar es la fuerza muscular de los isquiotibiales (Delvaux et al., 2014; Dunlop et al., 2020), dado que un desequilibrio de fuerza en esta musculatura incrementa el riesgo de lesión (Croisier et al., 2008). En esta revisión sistemática solamente hemos encontrado un estudio que valore el déficit de fuerza en jugadores de fútbol después de sufrir una lesión de isquiotibiales (Tol et al., 2014). Estos autores realizaron una evaluación isocinética de los flexores y extensores de la rodilla utilizando un sistema de dinamometría y encontraron que un déficit funcional isocinético mayor del 10% (de la pierna lesionada respecto a la no lesionada) al finalizar la rehabilitación se asocia con un mayor riesgo de tener una lesión recurrente, sobre todo si dicho déficit se manifiesta en el ejercicio de isquiotibiales concéntricos a una velocidad de 60°/s. A pesar de ello, dos de cada tres lesiones de isquiotibiales recuperadas según criterios clínicos tienen al menos una variable isocinética con un déficit de más del 10% en comparación con la pierna no lesionada (Tol et al., 2014). En concordancia con los resultados de estos autores, Croisier et al. (2008) observaron que los jugadores de fútbol con un déficit de fuerza bilateral en el ratio "isquiotibiales excéntricos (30°/s)/cuádriceps concéntricos (240°/s)" ≥ 20 tenían un riesgo de lesión cuatro veces superior a los jugadores que presentaban unos ratios normales. Estos autores sugieren que la insuficiente capacidad excéntrica de los isquiotibiales para compensar la acción concéntrica del cuádriceps durante la fase final de balanceo en la carrera es un factor de riesgo de lesión. En la misma línea, Orchard (2001), tras analizar un elevado número de lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol australiano, encontraron que aquellos jugadores que sufrieron la

lesión de isquiotibiales habían mostrado previamente un desbalance en la fuerza de los isquiotibiales (pierna no lesionada vs pierna lesionada) a una velocidad de 60°/s, sin embargo, no se observó diferencias cuando las velocidades fueron de 180°/s y 300°/s, por lo que sugieren que la velocidad de 60°/s es la más adecuada para medir si existe déficit de fuerza entre ambas piernas y poder prevenir el riesgo de lesión. En relación con estas evaluaciones, otros autores sugieren que puede ser preferible volver a tener a un jugador disponible para jugar después de una lesión de isquiotibiales en tres semanas con un riesgo del 10% de recurrencia, pero jugando los partidos clave, que esperar ocho semanas para que tenga un riesgo de recurrencia el 0-5% (Creighton et al., 2010). Por otro lado, Sanfilippo et al. (2013) indican que ese déficit de fuerza ($\approx 10\%$) que presentan los deportistas al incorporarse al entrenamiento y competición después de una lesión de isquiotibiales es recuperado en 6 meses.

El rendimiento en los tests de campo es considerado de gran importancia por los expertos en el campo de la lesión de isquiotibiales para determinar el momento de volver a jugar (Van der Horst et al., 2017). En concreto, el análisis de la carrera suele ser uno de los criterios utilizados para tomar la decisión de permitir la incorporación al entrenamiento y competición del jugador que ha sufrido una lesión de isquiotibiales (Delvaux et al., 2014). En relación con este criterio, Mendinguchia et al. (2014) fueron los primeros investigadores en analizar las consecuencias de la lesión de isquiotibiales en las propiedades mecánicas y rendimiento del sprint en futbolistas en el momento de volver a jugar y dos meses después de dicho momento. Sus resultados mostraron que, en el momento de volver a jugar, los jugadores que habían sufrido la lesión (recuperados ya para jugar) eran más lentos que los jugadores no lesionados en 5, 10 y 40 m de sprint. Además, las variables mecánicas (potencia y fuerza horizontal) eran sustancialmente más bajas en los jugadores lesionados. A los dos meses de volver a jugar, los jugadores lesionados presentaron un incremento moderado de potencia y fuerza horizontal con mejoras en el rendimiento del sprint en 5 y 10 m. Sin embargo, el rendimiento en 40 m y la velocidad máxima presentaron solo pequeños cambios en el periodo de dos meses. En base a sus resultados, estos investigadores concluyeron que las variables mecánicas del sprint, especialmente la capacidad para producir una alta fuerza horizontal a velocidad baja (en los primeros metros de la fase de aceleración), están disminuidas en el momento de volver a jugar después de recuperarse de una lesión de isquiotibiales, aunque, en el plazo de dos meses después de volver a jugar, la producción de fuerza horizontal y

la capacidad de aceleración son mejoradas. Similares resultados encontraron Mendiguchia et al. (2016), quienes describieron los cambios en las propiedades de velocidad, fuerza y potencia del sprint de un futbolista profesional antes (8 días) y después (33 días) de sufrir una lesión de isquiotibiales. Estos investigadores también encontraron una importante reducción en el componente fuerza horizontal ($\approx 20\%$) durante el sprint después de la lesión. Los cambios en la potencia mecánica horizontal asociados con la lesión estaban más relacionados con la capacidad para producir fuerza horizontal a baja velocidad (en los primeros metros de la fase de aceleración) que con la capacidad para producir fuerza horizontal a alta velocidad (a velocidad máxima) (Mendiguchia et al., 2016). Por último, en concordancia con los estudios anteriores, Setuain et al. (2017), quienes también analizaron las variables mecánicas del sprint en un futbolista antes y después de sufrir una lesión de isquiotibiales, encontraron un marcado déficit de aplicación de fuerza ($\approx 74\%$) en la pierna lesionada en comparación con la pierna sana en el momento de volver a jugar. Este enorme déficit de aplicación de fuerza volvió a valores simétricos (respecto a la pierna sana) al final de temporada cuando habían transcurrido aproximadamente cinco meses desde la lesión de isquiotibiales. Por tanto, el análisis del rendimiento del sprint en el campo ha demostrado ser una herramienta útil para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales en futbolistas. Además, se trata de una herramienta sensible, fiable, de bajo coste, que permite mejorar la evaluación en el campo y es de gran aplicabilidad en comparación con las tecnologías convencionales de alto coste o de laboratorio (Mendiguchia et al., 2016; Setuain et al., 2017). Dado que la capacidad de producir fuerza horizontal en los primeros metros del sprint está disminuida después de una lesión de isquiotibiales, el personal clínico debería centrar su trabajo de rehabilitación en la mejora de la fuerza horizontal a baja velocidad, con ejercicios tales como el arrastre de trineo lastrado y el entrenamiento de la fuerza de la cadena posterior (Mendiguchia et al., 2016).

Los médicos deportivos de ligas de fútbol sitúan a la flexibilidad de los músculos isquiotibiales en cuarto lugar en el ranking de los criterios a tener en consideración para permitir que un jugador vuelva a jugar después de una lesión de isquiotibiales, dado que sugieren una relación entre la falta de flexibilidad y el riesgo de sufrir una lesión (Delvaux et al., 2014). En relación con esta capacidad física, Aksling et al. (2013) encontraron que los futbolistas que siguieron un protocolo de rehabilitación enfocado en ejercicios de alargamiento de los isquiotibiales (principalmente a través

de acciones musculares excéntricas) tardaron significativamente menos tiempo en volver al entrenamiento y la competición que los jugadores que realizaron un protocolo de rehabilitación centrado en ejercicios convencionales con menos énfasis en el alargamiento. Estos investigadores utilizaron el Aksling H-test como último criterio para determinar la vuelta al juego y la competición en jugadores de fútbol de las primeras ligas de Suecia. El Aksling H-test (Aksling et al., 2010) es un test de flexibilidad activa balística de los isquiotibiales que consiste en realizar, desde una posición supina en una camilla, una flexión de cadera a través un lanzamiento de la pierna lesionada a máxima velocidad inmediatamente después una flexión de cadera pasiva máxima. Si el jugador experimenta inseguridad durante la realización del test no se le permite volver al entrenamiento o competición. Entonces, el periodo de rehabilitación se amplía y el test de flexibilidad se repite en un intervalo de 3-5 días hasta que el jugador no experimenta inseguridad durante la realización del test. Este test mostró una alta fiabilidad y validez en un estudio realizado en 11 estudiantes sanos y 11 deportistas de varios deportes (Aksling et al., 2010). Aksling et al. (2013) sugieren que la baja tasa de recurrencia en la lesión de isquiotibiales encontrada en su estudio (1.3%) pudo ser debida a la utilización del Aksling H-test, el cual indica una completa recuperación, por lo que recomiendan la realización de este test después del examen clínico al finalizar el periodo de rehabilitación para evitar el riesgo de lesión recurrente. Otros autores también avalan la importancia de la evaluación de la flexibilidad para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales, así Witvrouw et al. (2003) indicaron que las pruebas de flexibilidad muscular de los isquiotibiales y cuádriceps realizadas en pretemporada pueden identificar a los jugadores de fútbol con riesgo de desarrollar lesiones de estos grupos musculares, dado que los jugadores con una mayor tensión (menor flexibilidad) en estos músculos tienen un riesgo estadísticamente mayor de sufrir una lesión musculoesquelética posterior. Sin embargo, van Dyk et al. (2018) encontraron que un déficit en la flexibilidad pasiva de isquiotibiales era un factor de riesgo débil para la lesión de isquiotibiales en futbolistas. En esta línea, diversos estudios sugieren que la flexibilidad de los músculos isquiotibiales no presenta ninguna relación significativa con la lesión de esta musculatura (Freckleton & Pizzari, 2013; van Doormaal et al., 2017), por ello, un comité de expertos de la FIFA decidió no tener en consideración el Aksling H-test, dado que no existe suficiente evidencia científica sobre el mismo, y por su falta de funcionalidad (van der Horst et al., 2017).

El tiempo de baja hasta volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales no depende del músculo afectado (bíceps femoral, semitendinoso o semimembranoso) (Ekstrand et al., 2016b), pero el bíceps femoral tiene una alta tasa de recurrencia respecto a los otros dos músculos (Askling et al., 2013; Hallén & Ekstrand, 2014; Ekstrand et al., 2016b), por lo que el personal clínico debe ser más conservador o cauto en el proceso de rehabilitación de las lesiones del bíceps femoral, dada su alta tasa de recurrencia, y puede ser menos prudente en la rehabilitación de las lesiones de semitendinoso y semimembranoso, puesto que las lesiones recurrentes en estos músculos son menos frecuentes. La literatura científica sugiere que la lesión de los músculos isquiotibiales suele ocurrir durante el sprint, en la última parte de la fase de balanceo u oscilación, cuando los isquiotibiales están trabajando para desacelerar la extensión de rodilla que prepara el contacto del talón con el suelo, lo que significa que la musculatura isquiotibial desarrolla tensión mientras se estira (Chumanov et al., 2007). En este movimiento, el bíceps femoral parece ser el músculo más expuesto a la tensión, debido a la mayor longitud alcanzada durante la fase de oscilación tardía en el sprint y a su menor brazo de palanca durante la flexión de rodilla en comparación con los músculos semitendinoso y semimembranoso (Thelen et al., 2005). Además, concéntricamente, el bíceps femoral es un extensor activo de cadera participando de manera importante en la última fase del momento de empuje, por lo que los cambios rápidos de concéntrico a excéntrico hacen más vulnerable al músculo a la lesión (de Hoyo et al., 2013).

Por último, también debemos tener presente que la tasa de recurrencia es mayor cuando la lesión es de grado 2, en comparación con los demás grados radiológicos según la IRM (Ekstrand et al., 2012), aunque no se ha observado una asociación significativa entre la tasa de recurrencia y el grado radiológico según IRM (Hallén & Ekstrand, 2014). Respecto a la localización de la lesión, las lesiones de grado 1 tienen una mayor recurrencia cuanto más distales están localizadas y, sin embargo, las lesiones de grado 2 tienen mayor recurrencia cuanto más proximales están localizadas (Ekstrand et al., 2016 b).

La principal limitación de esta revisión sistemática es que solamente se han revisado artículos publicados en inglés o español. Por otra parte, los resultados de esta revisión solamente son aplicables principalmente

a los futbolistas de género masculino, dado que solamente un estudio selecciona sujetos de género femenino, suponiendo estos sujetos un 0.6% del total. En relación con el nivel de juego, todos los estudios revisados están realizados en jugadores profesionales o semiprofesionales, por lo que estos resultados no serían aplicables a los jugadores de fútbol amateur.

Conclusiones

Esta revisión recopila información útil para los médicos deportivos, fisioterapeutas y readaptadores físicos de equipos de fútbol que deban tomar la decisión sobre el momento en que un jugador puede volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales. Las principales conclusiones del presente trabajo son las siguientes: 1) La evaluación a través de la IRM ha demostrado ser una herramienta útil para pronosticar el tiempo de baja del jugador y puede ayudar a tomar la decisión del momento en el que el jugador puede volver a jugar. 2) Un déficit de fuerza de >10% entre ambas piernas, al finalizar el proceso de rehabilitación, se asocia con un mayor riesgo de lesión recurrente. 3) La evaluación del sprint en el terreno de juego ha demostrado ser un método suficientemente sensible para indicar cambios en las variables mecánicas del sprint antes y después de una lesión de isquiotibiales. La capacidad para producir fuerza horizontal en los primeros metros del sprint está disminuida después de la lesión, por lo que la rehabilitación debe intentar mejorar la fuerza horizontal del jugador a baja velocidad. 4) El Askling H-test puede ser una prueba complementaria útil para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales. 5) El bíceps femoral presenta una alta tasa de recurrencia, por lo que la incorporación al juego después de la lesión de este músculo debe ser especialmente prudente. 6) En la literatura científica existen pocos estudios sobre las pruebas de evaluación complementarias al examen clínico utilizadas para determinar el momento de volver a jugar después de una lesión de isquiotibiales en futbolistas, por lo que son necesarios más estudios para establecer medidas y criterios objetivos que ayuden a tomar esta importante decisión de manera exitosa y reducir la tasa de recurrencia de la lesión de isquiotibiales en futbolistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnason, A., Sigurdsson, S. B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Risk factors for injuries in football. *The American Journal of Sports Medicine*, 32, 5S-16S. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546503258912>
- Asklings, C. M., Nilsson, J., & Thorstensson, A. (2010). A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18, 1798-1803. <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-010-1265-3>
- Asklings, C. M., Tengvar, M., & Thorstensson, A. (2013). Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 953-959. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092165>
- Bjørneboe, J., Bahr, R., & Andersen, T. E. (2014). Gradual increase in the risk of match injury in Norwegian male professional football: a 6-year prospective study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), 189-196. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01476.x>
- Chu, S. K., & Rho, M. E. (2016). Hamstring Injuries in the Athlete: Diagnosis, Treatment, and Return to Play. *Current Sports Medicine Reports*, 15(3), 184-190. <http://dx.doi.org/10.1249/JSR.0000000000000264>
- Chumanov, E. S., Heiderscheit, B. C., & Thelen, D. G. (2007). The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of Biomechanics*, 40, 3555-3562. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2007.05.026>
- Cohen, S. B., Towers, J. D., Zoga, A., Irrgang, J. J., Makda, J., DeLuca, P. F., & Bradley, J. P. (2011). Hamstring injuries in professional football players: magnetic resonance imaging correlation with return to play. *Sports Health*, 3(5), 423-430. <http://dx.doi.org/10.1177/1941738111403107>
- Connell, D. A., Schneider-Kolsky, M. E., Hoving, J. L., Malara, F., Buchbinder, R., Koulouris, G., Burke, F., & Bass, C. (2004). Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *AJR. American journal of roentgenology*, 183(4), 975-984. <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.183.4.1830975>
- Creighton, D. W., Shrier, I., Shultz, R., Meeuwisse, W. H., & Matheson, G. O. (2010). Return-to-play in sport: a decision-based model. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20, 379-385. <http://dx.doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181f3c0fe>
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J. M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1469-1475. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546508316764>
- de Hoyo, M., Naranjo-Orellana, J., Carrasco, L., Sañudo, B., Jiménez-Barrocab, J. J., & Domínguez-Cobo, S. (2013). Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 6(1), 28-35.
- Dellal, A., Lago-Penas, C., & Rey, E. (2015). The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 390-394. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091290>
- Delvaux, F., Rochcongar, P., Bruyère, O., Bourlet, G., Daniel, C., Diverse, P., Reginster, J., & Croisier, J. (2014). Return-to-play criteria after hamstring injury: actual medicine practice in professional soccer teams. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(3), 721-723.
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(6), 377-384. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Dunlop, G., Ardern, C. L., Andersen, T. E., Lewin, C., Dupont, G., Ashworth, B., O'Driscoll, G., Rolls, A., Brown, S., & McCall, A. (2020). Return-to-play practices following hamstring injury: A Worldwide Survey of 131 Premier League Football Teams. *Sports Medicine*, 50(4), 829-840. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-019-01199-2>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011a). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American Journal of Sports Medicine*, 39, 1226-1232. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546510395879>
- Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011b). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 553-558. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2009.060582>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090155>
- Ekstrand, J., Lee, J. C., & Healy, J. C. (2016b). MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 738-743. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-095974>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (2016a). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 50, 731-737. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>
- FIFA. (2007). Gran censo 2006. *FIFA magazine*, 7, 12-14.
- Freckleton, G., & Pizzari, T. (2013). Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 47, 351-358. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090664>
- 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. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 193-201. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2005.025270>
- Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2006). Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 767-772. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2006.026609>
- Hägglund, M., Waldén, M., & Ekstrand, J. (2013). Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 41, 327-335. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546512470634>
- Hallén, A., & Ekstrand, J. (2014). Return to play following muscle injuries in professional footballers. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1229-1236. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2014.905695>
- Hamilton, B., Wangenstein, A., Whiteley, R., Almusa, E., Geertsema, L., Targett, S., & Tol, J. L. (2018). Cohen's MRI scoring system has limited value in predicting return to play. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(4), 1288-1294. <http://dx.doi.org/10.1007/s00167-016-4403-8>
- Hickey, J. T., Timmins, R. G., Maniar, N., Williams, M. D., & Opar, D. A. (2017). Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 47(7), 1375-1387. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-016-0667-x>
- Koulouris, G., Connell, D. A., Brukner, P., & Schneider-Kolsky, M. (2007). Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 35, 1500-1506. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546507301258>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1-34. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- 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 in-

- jury: two case reports. *Journal of Sports Sciences*, 34, 535-541. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2015.1122207>
- Mendiguchia, J., Samonzino, P., Martínez-Ruiz, E., Brughelli, M., Schimikli, M., Morin, J. B., & Mendez-Villanueva, A. (2014). Progression on mechanical properties during on the field sprint running and returning to sports from a hamstring muscle injury in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 35(8), 690-695. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1363192>
- Noya, J., Gómez-Carmona, P. M., Gracia-Marco, L., Moliner-Urdiales, D., & Sillero-Quintana, M. (2014). Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *Journal of Sports Sciences*, 32(13), 1263-1270. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2014.884720>
- Orchard, J. W. (2001). Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, 300-303. <http://dx.doi.org/10.1177/03635465010290030801>
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Skjødt, T., Bolvig, L., Bang, N., & Hölmich, P. (2014). The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(2), 399-404. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546513512779>
- Pfirrmann, D., Herbst, M., Ingelfinger, P., Simon, P., & Tug, S. (2016). Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 51(5), 410-424. <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-51.6.03>
- Sanfilippo, J. L., Silder, A., Sherry, M. A., Tuite, M. J., & Heiderscheit, B. C. (2013). Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45, 448-454. <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182776eff>
- Schneider-Kolsky, M. E., Hoving, J. L., Warren, P., Connell, D. A. (2006). A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(6), 1008-1015. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546505283835>
- Servicios médicos FC Barcelona. (2009). Guía de Práctica Clínica de las lesiones musculares. Epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 44(164), 179-203.
- Setuain, I., Lecumberri, P., & Izquierdo, M. (2017). Sprint mechanics return to competition follow-up after hamstring injury on a professional soccer player: A case study with an inertial sensor unit based methodological approach. *Journal of Biomechanics*, 63, 186-191. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.08.010>
- Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Hoerth, D. M., Best, T. M., Swanson, S. C., Li, L., Young, M., & Heiderscheit, B. C. (2005). Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(1), 108-114. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000150078.79120.c8>
- Tol, J. L., Hamilton, B., Eirale, C., Muxart, P., Jacobsen, P., & Whiteley, R. (2014). At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *British Journal of Sports Medicine*, 48(18), 1364-1369. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093016>
- van der Horst, N., Backx, F., Goedhart, E. A., Huisstede, B. M., & HIPS-Delphi Group. (2017). Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *British Journal of Sports Medicine*, 51(22), 1583-1591. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-097206>
- van der Horst, N., van de Hoef, S., Reurink, G., Huisstede, B., & Backx, F. (2016). Return to play after hamstring injuries: A qualitative systematic review of definitions and criteria. *Sports Medicine*, 46(6), 899-912. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-015-0468-7>
- van Doormaal, M. C., van der Horst, N., Backx, F. J., Smits, D. W., & Huisstede, B. M. (2017). No relationship between hamstring flexibility and hamstring injuries in male amateur soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 45, 121-126. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546516664162>
- van Dyk, N., Farooq, A., Bahr, R., & Witvrouw, E. (2018). Hamstring and Ankle Flexibility Deficits Are Weak Risk Factors for Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Cohort Study of 438 Players Including 78 Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(9), 2203-2210. <http://dx.doi.org/10.1177/0363546518773057>
- Wangenstein, A., Almusa, E., Boukarrour, S., Farooq, A., Hamilton, B., Whiteley, R., Bahr, R., & Tol, J. L. (2015). MRI does not add value over and above patient history and clinical examination in predicting time to return to sport after acute hamstring injuries: a prospective cohort of 180 male athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 1579-1587. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-094892>
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46. <http://dx.doi.org/10.1177/03635465030310011801>
- Woods, C., Hawkins, R., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., & Hodson, A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football - analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 36-41. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2002.002352>