

5. Abordaje de las lesiones de la musculatura isquiosural en futbolistas

APPROACH TO HAMSTRING MUSCLE INJURIES IN SOCCER PLAYERS

Javier Lorente Navas

Fisioterapeuta en el servicio de rehabilitación del Hospital Universitario de Donostia-San Sebastián.

RESUMEN

Las lesiones isquiosurales son una de las lesiones más frecuentes en el fútbol de élite. Este tipo de lesiones tiene lugar en gestos de fútbol tan repetitivos como las carreras de alta velocidad, las frenadas intensas y las patadas al balón. La complejidad característica de estas lesiones, debido a la estructura, función y tamaño de los músculos que conforman el paquete isquiosural, hace que los procesos de clasificación y diagnóstico no sean sencillos. En este sentido, los investigadores expertos en la materia ponen sus esfuerzos en establecer estándares de clasificación y diagnóstico, con el objetivo de realizar pronósticos que se adecúen más a la realidad. Por otro lado, el tratamiento de este tipo de lesiones se asocia con tiempos muy variables para la convalecencia y el retorno al nivel de función deportiva anterior a la lesión. Para esclarecer los procesos anteriormente comentados, en este trabajo de desarrollo se ha descrito la anatomía del complejo musculotendinoso isquiosural, así como su mecanismo lesional, su proceso de diagnóstico y los protocolos de tratamiento, rehabilitación y prevención que hay disponibles en la literatura y con los que los profesionales sanitarios de los equipos de fútbol de élite abordan estas lesiones en su día a día.

Palabras clave: Isquiosurales, bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso, fortalecimiento excéntrico, equipo multidisciplinar.

ABSTRACT

Hamstring injuries are one of the most frequent injuries in elite soccer. This type of injury occurs in soccer actions as repetitive as high-speed runs, heavy braking, and kicking the ball. The characteristic complexity of these injuries, due to the structure, function, and size of the muscles that make up the hamstring bundle, makes the classification and diagnostic processes not easy. In this sense, expert researchers in the field put their efforts into establishing classification and diagnostic

standards, with the aim of making forecasts that are more in line with reality. On the other hand, the treatment of this type of injury is associated with highly variable times for convalescence and return to the level of sports function prior to the injury. In order to clarify the aforementioned processes, in this development work the anatomy of the hamstring muscle-tendinous complex has been described, as well as its lesion mechanism, its diagnostic process and the treatment, rehabilitation and prevention protocols that are available in the literature and with the that healthcare professionals from elite soccer teams deal with these injuries on a day-to-day basis.

Keywords: *Hamstrings, biceps femoris, semitendinosus, semimembranosus, eccentric strengthening, multidisciplinary team.*

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del paquete muscular isquiosural son la fuente de un deterioro y una discapacidad significativa tanto para los futbolistas profesionales como amateurs (1).

La incidencia y prevalencia de este tipo de lesiones ha sido bien documentada en la literatura, ya que se encuentran entre las lesiones de tejidos blandos más comunes reportadas por los investigadores (1).

En este sentido, se ha estimado que la incidencia de lesiones en los isquiosurales es de 3,0 a 4,1 lesiones por cada 1000 horas de juego y de 0,4 a 0,5 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento (2).

Las lesiones de isquiosurales tienen un impacto negativo en el rendimiento de los atletas, con pérdida de tiempo de entrenamiento y competencia, lo que afecta la percepción de la calidad de vida de los futbolistas.

Además, en este sentido, las lesiones son inevitablemente perjudiciales para el resultado del equipo: Existe un vínculo convincente entre la indisponibilidad de los jugadores debido a lesiones, una reducción en el rendimiento y una menor probabilidad de lograr el éxito tanto en competiciones nacionales como en competiciones europeas (3).

Por otro lado, aparte de lastrar la calidad de vida del deportista y minar las probabilidades de éxito del equipo, no hay que ignorar el impacto económico que tienen este tipo de lesiones entre los equipos profesionales de fútbol.

Existen estudios en la literatura que estiman que las lesiones pueden resultar en una pérdida económica de aproximadamente 500.000 euros por un jugador que no pueda estar disponible durante un mes, así como estudios de investigación cuyos resultados muestran que las pérdidas totales de un club en una sola temporada de la Premier League (máxima división del fútbol inglés), pueden ser de hasta 45 millones de libras (4).

Por todo ello, el abordaje de este tipo de lesiones conforma un gran desafío para los equipos sanitarios multidis-

ciplinares a cargo de los equipos de fútbol de élite ya que, como se describe anteriormente, estas lesiones tienen consecuencias muy negativas para los objetivos y ambiciones de los distintos equipos.

La mayoría de las lesiones isquiosurales ocurren durante carreras de alta velocidad o carreras de velocidad, durante la fase terminal de balanceo, cuando los músculos isquiotibiales están sujetos a una contracción excéntrica (2).

Por otro lado, las lesiones de los músculos isquiosurales también pueden ocurrir durante las actividades de placaje y patada, que combinan la flexión de la cadera y la extensión de la rodilla, produciendo un alargamiento excesivo de los músculos isquiotibiales (2).

El objetivo de este trabajo de desarrollo ha sido describir la anatomía del complejo musculotendinoso isquiosural, así como su mecanismo lesional, su proceso de diagnóstico y los protocolos de tratamiento, rehabilitación y prevención que hay disponibles en la literatura y con los que los profesionales sanitarios de los equipos de fútbol de élite abordan estas lesiones en su día a día.

RECUERDO ANATÓMICO

Son tres los músculos que conforman el grupo de la musculatura isquiosural: Bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso (figura 1).

Todos estos músculos, a excepción de la cabeza corta del bíceps, son biarticulares, y llegan hasta la articulación de la cadera y la rodilla.

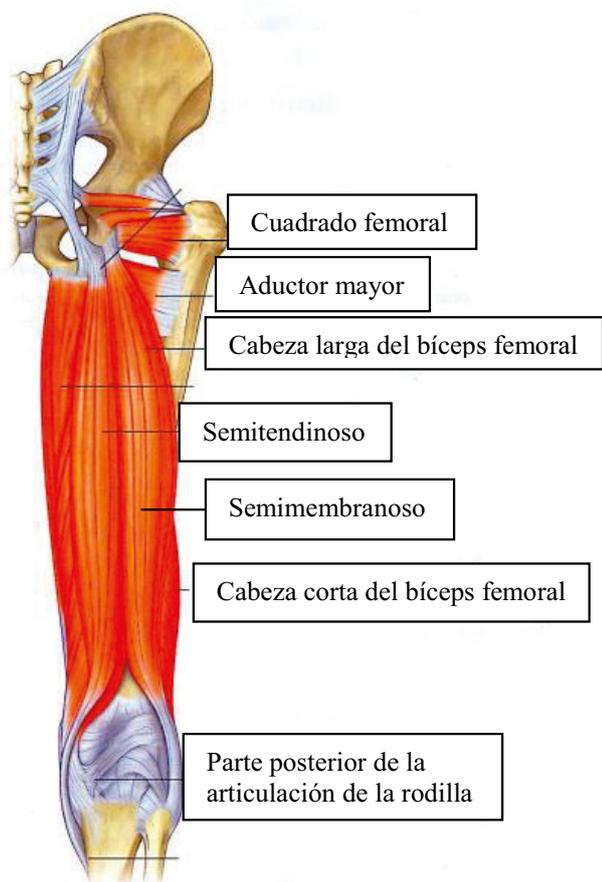


Figura 1. Musculatura del muslo. Vista posterior. Fuente: (5).

La acción conjunta de esta musculatura es la flexión de rodilla y extensión de cadera. Además, tienen un componente rotador de ambas articulaciones.

Las características principales que destacan de cada uno de los músculos que conforman este paquete muscular posterior del muslo se resumen en:

Bíceps femoral

El músculo bíceps femoral se sitúa en la parte lateral dentro del compartimento posterior del muslo, y está conformado por dos vientres musculares:

- *Cabeza larga del bíceps femoral:* Tiene origen anexo al músculo semitendinoso, en la parte distal y medial de la tuberosidad isquiática.
- *Cabeza corta del bíceps femoral:* Su origen se encuentra en el labio lateral de la línea áspera, localizada en la diáfisis del fémur.

Las disposiciones anatómicas de ambas cabezas musculares se representan en las figuras 2 y 3.



Figura 2. Cabeza larga del bíceps femoral. Vista posterior del muslo. Fuente: (5).

Cabe señalar que el vientre muscular de la cabeza larga del bíceps femoral va hacia la zona posterior del muslo de forma oblicua, de medial a lateral, formando una anastomosis con la cabeza corta del bíceps a nivel distal, como se representa en la figura 2.

En este sentido, la cabeza corta sigue la misma dirección oblicua que la cabeza larga desde su origen en la línea áspera del fémur, con un sentido lateral y caudal hacia la articulación de la rodilla, como se aprecia en la figura 3.



Figura 3. Cabeza corta del bíceps femoral. Vista posterior del muslo. Fuente: (5).

Ambas porciones musculares forman el tendón del bíceps femoral, el cuál es sencillo de palpar en la cara lateral y distal del muslo.

La parte principal de este tendón sigue su recorrido hasta insertarse en la cabeza del peroné.

Por otro lado, las extensiones del tendón de inserción se unen a las fibras del ligamento colateral peroneo, además de con otros ligamentos pertenecientes a la cara lateral de la articulación de la rodilla.

La acción conjunta del músculo bíceps femoral es flexionar la pierna en la articulación de la rodilla.

La porción de la cabeza larga tiene una acción sinergista de extensión y rotación externa de cadera.

Cuando la rodilla se encuentra en ligera flexión, el bíceps femoral ayuda en la rotación externa de la pierna en la articulación de la rodilla.

En cuanto a la inervación de este músculo, la cabeza larga está inervada por la división tibial del nervio ciático y la cabeza corta por la división peronea común de este mismo nervio.

Semitendinoso

El músculo semitendinoso se localiza medial al bíceps femoral, dentro del paquete muscular posterior del muslo (figura 4).



Figura 4. Músculo semitendinoso de la pierna izquierda. Vista posterior. Fuente: (5).

Tiene su origen conjunto al de la cabeza larga del bíceps femoral, en la tuberosidad isquiática.

Su vientre muscular es de tipo fusiforme, y termina en el tercio medio del muslo, formando desde aquí un largo tendón en forma de cuerda, que se dispone superpuesto al músculo semimembranoso y desciende hasta la articulación de la rodilla.

Este tendón tiene dirección curva a la altura del cóndilo medial de la tibia, insertándose en la superficie medial de este hueso, posterior a los tendones de los músculos grácil y sartorio (la inserción de estos tres tendones en la superficie medial de la tibia conforma la conocida "pata de ganso").

La acción del músculo semitendinoso es flexionar la pierna en la articulación de la rodilla, además de participar en la extensión de cadera.

La acción conjunta del semitendinoso con el semimembranoso es la rotación interna del muslo en la articulación de la cadera, además de rotar en sentido medial la pierna en la articulación de la rodilla.

La inervación del semitendinoso la lleva a cabo la división tibial del nervio ciático.

Semimembranoso

El músculo semimembranoso se sitúa en un plano más profundo con respecto al semitendinoso, completando el paquete muscular posterior de la región del muslo (figura 5).



Figura 5. Músculo semimembranoso de la pierna izquierda. Vista posterior. Fuente: (5).

Su origen se encuentra en la tuberosidad isquiática, hasta insertarse alrededor del surco y hueso adyacentes de la superficie medial y posterior del cóndilo tibial medial.

Las expansiones del tendón de inserción se fusionan y anastomosan con el tejido fascial y los ligamentos propios de la articulación de la rodilla.

La acción aislada del músculo semimembranoso es flexionar la pierna en la articulación de la rodilla, además de extender el muslo en la articulación de la cadera.

En conjunto con el semitendinoso, es un rotador medial del muslo en la articulación de la cadera y de la pierna en la articulación de la rodilla.

La inervación del semimembranoso llega por la división tibial del nervio ciático.

En cuanto a la irrigación del paquete muscular del muslo, se explica a continuación en la tabla 1:

EPIDEMIOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES ISQUIOSURALES EN FUTBOLISTAS

Las lesiones en el fútbol han sido bien documentadas, especialmente durante las últimas dos décadas entre atletas profesionales de élite desde la implementación del Estudio de Lesiones en Clubes de Élite de la UEFA (6).

Tabla 1. Irrigación del muslo. Fuente: elaboración propia.

ARTERIAS	VENAS
<p>Arteria femoral: Es la continuación de la arteria ilíaca externa, y comienza cuando ésta pasa bajo el ligamento inguinal para entrar en el triángulo femoral en la cara anterior de la porción superior del muslo.</p> <p>Esta arteria se divide en 3 ramas terminales para la irrigación de la zona anterior y posterior del muslo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rama ascendente ▪ Rama descendente ▪ Rama transversa 	<p>En el muslo existen venas superficiales y profundas. Las profundas suelen seguir a las arterias y tienen nombres similares.</p> <p>Las venas superficiales se sitúan en la fascia superficial, y se conectan con las venas profundas. La mayor de las venas superficiales es la vena safena mayor.</p> <p>Vena safena mayor: Se origina en un arco venoso situado en la cara dorsal del pie y asciende a lo largo de la cara medial de la extremidad inferior hasta la porción proximal del muslo.</p>
<p>Arteria obturatriz: Se origina como una rama de la arteria ilíaca interna en la cavidad pélvica, y entra en el compartimento medial del muslo a través del conducto obturador.</p>	<p>Desde aquí atraviesa el anillo safeno en la fascia profunda que cubre la porción anterior del muslo para conectar con la vena femoral, situada en el triángulo femoral.</p>
<p>Arteria glútea inferior: Se origina en el tronco inferior de la arteria iliaca interna en la cavidad pélvica. La arteria glútea deja la cavidad pélvica con el nervio glúteo inferior a través del agujero ciático mayor, por debajo del músculo piramidal o piriforme.</p>	<p>La vena femoral discurre en dirección distal y caudal a través del conducto de los aductores, hasta llegar a los vasos poplíteos posteriores a la articulación de la rodilla.</p>

Las lesiones de isquiosurales suelen considerarse las lesiones musculares más prevalentes en el fútbol y representan casi el 34% de todas las lesiones musculares y el 17-26% de todas las lesiones de los atletas de fútbol (6).

En el fútbol profesional de élite, a pesar de los esfuerzos del personal médico y la investigación de la comunidad científica, la prevalencia de HSI sigue aumentando entre un 2% y un 3% cada año (6).

La pérdida de tiempo por lesión de isquiotibiales en futbolistas suele oscilar entre 0 y 50 días, con un tiempo medio de aproximadamente 3 semanas (7).

No obstante, el tipo de lesión influye en el tiempo de curación del tejido (7):

- *Miofascial*: Aproximadamente 3 semanas.
- *Unión musculo-tendinosa*: Entre 4-8 semanas.
- *Intratendinosa*: De 2 a 4 meses.

La recurrencia de este tipo de lesiones es frecuente y puede afectar a más de la mitad de los jugadores que han sufrido una lesión previa en la musculatura isquiosural, con la mayoría de estas lesiones reincidiendo dentro del año siguiente

te a la primera lesión (mayor riesgo en las primeras dos semanas) (8).

En el fútbol europeo de élite, el tiempo medio de ausencia es de 6 días para los músculos isquiotibiales funcionales (tasa de reincidencia del 16 % y 9 días adicionales de ausencia) y 18 días para lesiones musculares estructurales de los isquiotibiales (tasa de reincidencia del 17,5 % y 21,5 días adicionales de ausencia) (8).

En cuanto a la importancia de clasificar las lesiones isquiosurales, la relevancia radica en proporcionar un pronóstico para los jugadores lesionados y determinar el manejo y tratamiento adecuado (9).

Las lesiones musculares deportivas presentan un grupo heterogéneo de trastornos musculares que tradicionalmente han sido difíciles de definir y categorizar. Dado que los músculos existen en muchos tamaños y formas diferentes con una organización funcional y anatómica compleja, el desarrollo de una terminología y clasificación universalmente aplicable es un desafío (10).

Los músculos que se ven afectados con frecuencia en las lesiones suelen ser biarticulares o tienen una arquitectura más compleja, sufren una contracción excéntrica y contie-

Tabla 2. Clasificación de la declaración de consenso de Munich de trastornos y lesiones musculares agudas. Fuente: elaboración propia.

TRASTORNO / LESIÓN MUSCULAR INDIRECTA		LESIÓN MUSCULAR DIRECTA
Trastorno muscular funcional	Tipo 1: Trastorno muscular relacionado con el sobreesfuerzo	Tipo 1A: Trastorno muscular inducido por fatiga.
		Tipo 1B: Dolor muscular de aparición tardía.
	Tipo 2: Trastorno muscular neuromuscular	Tipo 2A: Trastorno muscular neuromuscular relacionado con la columna vertebral.
		Tipo 2B: Trastorno muscular neuromuscular relacionado con los músculos.
Lesión muscular estructural	Tipo 3: Desgarro muscular parcial	Tipo 3A: Desgarro muscular parcial menor
		Tipo 3B: Desgarro muscular parcial moderado
	Tipo 4: Desgarro (sub)total o desgarro muscular completo	Avulsión tendinosa

nen principalmente fibras musculares tipo 2 de contracción rápida (10).

Se han descrito muchos sistemas de clasificación que combinan la gravedad de la lesión, los mecanismos de la lesión, los síntomas de los deportistas, los signos clínicos y los hallazgos por imágenes.

Generalmente, las limitaciones de los sistemas de clasificación son la falta de subclasificaciones dentro de los grados o tipos, con la consecuencia de que las lesiones con diferente etiología, vía de tratamiento y diferente relevancia pronóstica se clasifican en un solo grado (11).

A día de hoy, los sistemas de clasificación de la lesión que los equipos profesionales sanitarios utilizan más frecuentemente en su día a día son:

- Clasificación de la declaración del consenso de Munich
- BAGIC (“British Athletics Muscle Injury Classification”)
- Sistema de clasificación “MLG-R”

La clasificación del sistema de lesiones musculares del “consenso de Munich” (tabla 2) incluye una combinación de hallazgos clínicos y de imagen para definir la naturaleza de la lesión muscular (directa e indirecta, funcional o estructural) (11).

Sin embargo, los estudios posteriores revelaron una amplia variación en la predicción de las duraciones de la vuelta a la actividad deportiva (11).

Como se aprecia en la tabla 2, la clasificación basada en el consenso de Munich tipifica las lesiones en base a la función y la estructura. Otras clasificaciones, como el “BAGIC” (“British Athletics Muscle Injury Classification”), clasifica la gravedad de la lesión de los isquiosurales de grados 0 a 4, en función de una combinación de características clínicas y de resonancia magnética, tal como se expone en la tabla 3.

Este sistema de clasificación presenta las siguientes características:

Tabla 3. Clasificación de las lesiones musculares según la “British Athletics Muscle Injury Classification”. Fuente: elaboración propia.

GRADO	UBICACIÓN ANATÓMICA	CLASIFICACIÓN COMBINADA
Grado 0: resonancia magnética negativa.	A: Miofascial B: Musculotendinoso C: Intratendinoso	0A: Resonancia magnética normal
		0B: Resonancia magnética normal o cambios de señal altos irregulares en uno o más músculos
Grado 1: Lesiones pequeñas y/o desgarros en el músculo.		1A: Cambios de señal altos evidentes en el borde fascial.
		1B: Cambios de señal altos, <10% de la unión miotendinosa; longitud longitudinal < 5 cm (se puede notar ruptura de fibras < a 1 cm).
Grado 2: Lesiones moderadas y/o desgarros en el músculo		2A: Cambios de señal evidentes en el borde fascial con extensión al músculo. La señal cambia el área de sección transversal entre 10% y 50%. Cambios de señal alta de longitud > 5 cm.
		2B: Cambios histológicos evidentes en la unión miotendinosa. La señal alta cambia el área de sección transversal de un 10% a un 50%. Cambios de señal alta > 5 cm.
		2C: Los cambios de señal alta se extienden hacia el tendón con compromiso de la dirección longitudinal del tendón estudiado en la imagen.
Grado 3: Desgarros extensos (hasta el músculo)		3A: Cambios de señal altos evidentes en el borde fascial con extensión al músculo. La señal alta cambia el área de sección transversal de >50 % en el sitio máximo. Altos cambios de señal de longitud de >15 cm. La interrupción de la fibra arquitectónica generalmente se observa > a 5 cm.
		3B: Cambios de señal altos en el área de sección transversal > 50 % en el sitio máximo. La ruptura de la fibra arquitectónica generalmente se observa >5 cm.
		3C: Los cambios de señal alta se extienden hacia el tendón. Longitud longitudinal de la afectación del tendón > 5 cm. El área de sección transversal refleja compromiso del tendón > 50% del máximo del área de sección transversal del propio tendón. Puede haber pérdida de tensión del tendón, aunque no se evidencia discontinuidad.
Grado 4: Desgarros completos (ya sea del músculo o del tendón)	B: Musculotendinoso	4B: Discontinuidad completa del músculo con retracción.
	C: Intratendinoso	4C: Discontinuidad completa del tendón con retracción

El sistema de clasificación "BAMIC", representado en la tabla 3, es un sistema de clasificación fácil de usar y tiene un acuerdo intra e inter-evaluador sustancial (12).

Al contrario que la clasificación de Munich, el BAMIC diferencia las lesiones de este paquete muscular en función de la ubicación anatómica (por ejemplo: Lesiones intratendón, que tienen un pronóstico diferente).

El BAMIC tiene un valor pronóstico confiable para el tiempo de vuelta a la actividad y el riesgo de recidiva, además de poseer pautas clínicamente relevantes para la rehabilitación de acuerdo con la clasificación de la lesión (13).

Además de estos 2 sistemas de clasificación de las lesiones de la musculatura isquiosural, existe otro sistema median-

te el cual los profesionales sanitarios, dentro del equipo multidisciplinar, pueden clasificar los distintos tipos de lesión de sus pacientes.

Es el sistema "MLG-R", y hace referencia al mecanismo de la lesión ("M"), la ubicación de la lesión ("L"), la clasificación de la gravedad ("G") y el número de nuevas lesiones musculares ("R").

Esta clasificación incluye una característica de nueva lesión, reuniendo un ítem que puede ser relevante para el proceso de rehabilitación y el retorno a la actividad deportiva, si bien es cierto que aun no ha sido validado sobre el potencial pronóstico.

Las características de este sistema de clasificación se recogen a continuación en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Clasificación de lesiones musculares MLG-R. Fuente: elaboración propia.

	Mecanismo de lesión ("M")	Ubicación de la lesión ("L")	Clasificación de la gravedad (TABLA 5) ("G")	Número de recidivas o lesiones musculares ("R")
Lesiones directas de isquiosurales	T (directo)	P: Lesión localizada en el tercio proximal del vientre muscular	0-3	0: Primer episodio
		M: Lesión del tercio medio del vientre muscul.	0-3	1: Primera nueva lesión
		D: Lesión localizada en el tercio distal del vientre muscular		2: Segunda nueva lesión, y así sucesivamente
Lesiones indirectas de isquiosurales	I (indirecto). Se añade el subíndice "s" para el tipo de estiramiento o el subíndice "p" para el tipo de carrera.	P: Lesión localizada en el tercio proximal del vientre muscular. La segunda letra es un subíndice "p" o "d" para describir la relación de la lesión con la unión miotendinosa proximal o distal respectivamente.	0-3	0: Primer episodio
		M: Lesión localizada en el tercio medio del vientre muscular, más el subíndice correspondiente.		1: Primera nueva lesión
		D: Lesión en tercio distal del vientre, más el subíndice correspondiente.		2: Segunda nueva lesión, y así sucesivamente
Lesiones de resonancia magnética negativa (la ubicación está relacionada con el dolor)	N (más el subíndice "s" para lesiones indirectas tipo estiramiento, o subíndice "p" para tipo sprint).	Np: Lesión del tercio proximal.	0-3	0: Primer episodio
		Nm: Lesión del tercio medio.		1: Primera. nueva lesión.
		Nd: Lesión del tercio distal.		2: Segunda nueva lesión, y así sucesivamente.

Tabla 5. Clasificación de la gravedad de las lesiones. Fuente: elaboración propia.

CLASIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS LESIONES (“G”)	
0	Al codificar lesiones indirectas con sospecha clínica, pero resonancia magnética negativa, se codifica una lesión de Grado 0. En estos casos, la segunda letra describe las localizaciones del dolor en el vientre muscular.
1	Edema hiperintenso de las fibras musculares sin hemorragia intramuscular ni distorsión de la arquitectura (arquitectura de las fibras y ángulo de pennación conservados). Patrón de edema: hiperintensidad intersticial con distribución plumosa en imágenes en T2 de la resonancia magnética.
2	Fibras musculares hiperintensas y/o edema peritendinoso con distorsión arquitectónica menor de las fibras musculares (borrosidad de las fibras y/o distorsión del ángulo del penacho), con posibilidad de aparición de hemorragia intermuscular menor, pero sin espacio cuantificable entre las fibras musculares. Patrón de edema, igual que para el grado 1.
3	Cualquier brecha cuantificable entre fibras en planos craneocaudales o axiales. Defecto focal hiperintenso con parcial Cualquier espacio cuantificable entre fibras en planos craneocaudales o axiales. Defecto focal hiperintenso con retracción parcial de fibras musculares con posibilidad de aparición de hemorragia intermuscular. Debe documentarse el espacio entre las fibras en el área máxima de la lesión en un plano axial del vientre muscular afectado. El porcentaje exacto de área de sección transversal debe documentarse como un subíndice de la calificación.
r	Cuando se codifique una lesión intratendinosa o una lesión que afecte a la unión miotendinosa o al tendón intramuscular que presente rotura/retracción o pérdida de tensión (brecha), se debe agregar un superíndice (r) al grado.

Cabe destacar que, aparte de estos 3 sistemas de clasificación, que suelen ser los más utilizados a la hora de clasificar las lesiones por parte de los equipos sanitarios, existen muchos otros sistemas de clasificación, por lo que surge la necesidad de un consenso sobre qué sistema es mejor implementar, con el objetivo de permitir la comparación entre estudios.

En general, los sistemas de clasificación muestran una alta confiabilidad intraevaluador e interevaluador cuando los califican radiólogos experimentados, pero se limitan a la variabilidad de las subcategorías y, por lo tanto, tienen poca comparabilidad entre individuos (14).

Además, todavía no existe un sistema de clasificación que sea capaz de predecir con confianza el pronóstico y el tiempo hasta la vuelta de la actividad deportiva después de una lesión en la musculatura isquiosural.

Por estos motivos, aún a día de hoy son necesarios más estudios de investigación de calidad y ensayos clínicos para establecer sistemas de clasificación lo más objetivos posible, con el fin de facilitar la planificación de los posteriores programas de tratamiento y rehabilitación.

MECANISMO DE LESIÓN Y FACTORES DE RIESGO

Actualmente no hay consenso sobre el mecanismo de lesión de la musculatura isquiosural. Este es un aspecto importante sobre el que investigar, ya que, al definir el mecanismo de la lesión, es de esperar que se puedan crear nuevas estrategias preventivas para ayudar a reducir la cantidad de lesiones de isquiosurales y nuevas lesiones entre deportistas y pacientes (15).

Para abordar el mecanismo de las distintas lesiones que pueden aparecer en la musculatura isquiosural, los investigadores expertos en la materia basan sus estudios en tres aspectos principales: Estiramiento, carrera y fuerza.

Lesiones de isquiosurales relacionadas con el estiramiento

Según esta perspectiva, las lesiones ocurren debido a una flexión extensa de la cadera con extensión simultánea de la rodilla. Ejemplos de estos deportivos se dan en el fútbol en situaciones donde el futbolista da una patada o chuta el balón, con la cadera flexionada y la rodilla extendida (16).

Lesiones de isquiosurales durante la carrera

Los autores de la literatura determinan que la musculatura isquiosural es más propensa a lesionarse durante la última fase de balanceo como resultado de la carga excéntrica.

En estudios donde se registran lesiones accidentales en tiempo real, los autores concluyen que la lesión se produce durante la última fase de balanceo (17).

Por otro lado, estudios en línea con el análisis de la carrera como mecanismo de lesión afirman que es más probable que ocurra una lesión en el tendón de la corva durante la fase de apoyo cuando se compara una técnica de carrera normal con una técnica en la que los sujetos corren con una inclinación del tronco hacia adelante (18).

Sin embargo, la tensión en los músculos isquiotibiales y las condiciones de lesión durante la carrera con una inclinación del tronco hacia adelante pueden diferir de una técnica de carrera normal, ya que la inclinación del tronco hacia adelante alarga el músculo isquiotibial y causa más tensión (15).

En este sentido, una inclinación del tronco hacia adelante tuvo el mayor impacto durante la fase de apoyo con la rodilla completamente extendida, similar al mecanismo de lesión de tipo estiramiento.

La inclinación del tronco hacia adelante puede ser causada por una activación y un control deficientes de los músculos abdominales y la cadera, lo que aumenta el riesgo de tensión y lesión de los isquiotibiales (19).

Por esta razón, un conocimiento profundo de este tipo de lesiones es imperativo y podría implementarse en programas de prevención y rehabilitación de lesiones de isquiotibiales, centrándose en ejercicios de fortalecimiento de la cadera y el núcleo además de los ejercicios tradicionales de isquiosurales (19).

Además, al hilo del análisis de este tipo de gestos, el estiramiento estático puede reducir tanto las fuerzas de reacción del suelo observadas en la fase de apoyo inicial como la tensión en el bíceps femoral durante la fase de balanceo tardía (20).

Esto da como resultado valores máximos posteriores reducidos de torsión articular en la cadera y la rodilla y una mayor producción de fuerza del bíceps femoral en longitudes musculares más largas, lo que demuestra que el estiramiento puede reducir el riesgo de lesiones en los isquiosurales.

Estos hallazgos son de particular interés ya que los estudios preventivos sobre el ejercicio nórdico de isquiotibiales que se enfoca en el entrenamiento excéntrico han demostrado reducir el riesgo de lesiones en los isquiosurales (21).

En este sentido, el efecto preventivo del ejercicio nórdico de isquiotibiales puede atribuirse a su capacidad para aumentar la longitud del fascículo muscular, ya que los fascículos cortos de isquiosurales se asocian con un mayor riesgo de lesión de isquiosurales (22).

Al hilo de estas investigaciones, otros autores de la literatura han llegado a la conclusión en sus estudios que la actividad muscular de los isquiosurales durante la carrera es

mayor durante la última fase de balanceo, consecuencia que está potencialmente asociada con un mayor riesgo de lesión (23).

Por otro lado, otros autores destacan que, durante la fase de balanceo, las fuerzas de tracción en el músculo semitendinoso superan las fuerzas que soporta el bíceps femoral, mientras que el bíceps femoral, durante la fase de apoyo, soporta fuerzas más altas (24).

Dado que, generalmente, es más común la lesión del bíceps femoral durante la carrera que el semitendinoso, los autores sugirieron que la lesión del tendón de la corva probablemente ocurra durante la fase de apoyo (16).

Además, el paquete isquiosural medial se carga principalmente durante la fase de balanceo, mientras que el paquete isquiosural lateral está activo durante todo el ciclo de la marcha, lo que puede ayudar a explicar por qué el semitendinoso se lesiona menos, a pesar de la gran fuerza que soporta (24).

Lesiones de isquiosurales relacionadas con la fuerza

Existen estudios en la literatura que informan de que la fatiga reduce la fuerza excéntrica de los isquiosurales, lo que se sugiere el aumento del riesgo de una lesión en los isquiosurales, mientras que una menor resistencia de la fuerza de los isquiosurales se relaciona con recidivas de lesión (25).

Bajo este enfoque, otros estudios comparan la actividad muscular en atletas con isquiosurales previamente lesionados y no lesionados, y se registró que los atletas previamente lesionados tenían una activación inferior de los isquiosurales, lo que contribuye a generar una menor fuerza de este grupo muscular cuando la actividad deportiva lo requiere (19).

Lo más probable es que estos hallazgos estén relacionados con los factores de riesgo de sufrir una lesión posterior.

En lo que concierne a los factores de riesgo, se pueden estratificar en dos categorías principales: Modificables y no modificables (1).

Entre los factores de riesgo modificables se incluyen (1):

- Longitud muscular alterada
- Flexibilidad muscular disminuida
- Desequilibrio de fuerza muscular
- Debilidad / inestabilidad central
- Volumen de ejercicio
- Calentamiento insuficiente
- Inclinación pélvica anterior o anteversión pélvica
- Patología lumbar
- Tensión neural aumentada
- Fatiga

Entre los factores de riesgo no modificables se encuentran:

- Edad
- Sexo
- Raza
- Lesión isquiosural previa

Según investigadores expertos en la materia, los factores de riesgo más significativos para las lesiones del paquete isquiosural son el aumento de la edad y el padecimiento de una lesión isquiosural previa ipsilateral (26).

Cabe destacar que factores como la altura, el peso, el índice de masa corporal, la relación isocinética isquiosural-cuádriceps (H:Q), la potencia promedio máxima, la exposición del jugador y la flexibilidad de isquiosurales y del cuádriceps no resultaron significativos en el análisis de regresión (26). Entre los factores de riesgo antes mencionados, cabe destacar:

Sexo, raza y lesión isquiosural previa

Según numerosos estudios, las lesiones isquiosurales son más prevalentes en deportistas y futbolistas masculinos. Conforme a los análisis de la base de datos del "Programa de Vigilancia de Lesiones de la Asociación Nacional de Atletismo Colegiado", se registraron evidencia de que el número de lesiones isquiosurales en los hombres excedía al de las mujeres en fútbol, béisbol/softbol y atletismo bajo techo o "indoor".

En lo que concierne a la raza o etnia, hay evidencia limitada para afirmar esta variable como predictiva para una aparición o recidiva de lesión de isquiosurales (1).

No obstante, han aparecido estudios epidemiológicos relativamente recientes que sugieren que los atletas y futbolistas profesionales de ascendencia negra africana, caribeña y aborigen pueden tener un mayor riesgo de lesión isquiosural (27).

Las diferencias antropométricas y fisiológicas entre etnias, incluidas las diferencias en el VO₂max, el fenotipo muscular, el porcentaje de fibras de tipo II y la posición lumbopélvica, se han implicado en el mayor riesgo de lesión de la musculatura isquiosural en las razas antes mencionadas en comparación con sus contrapartes caucásicas (27).

Durante un protocolo de prueba de campo aeróbico específico de fútbol ("SAFT 90"), el rendimiento, el torque máximo general significativo del cuádriceps concéntrico y el torque máximo excéntrico del paquete isquiosural disminuyeron en ambas mitades de un partido de fútbol (25).

También hubo una disminución significativa en la relación de fuerza funcional cuádriceps/isquiosurales (25)

Los cambios medibles observados en los jugadores de fútbol africanos negros a lo largo del partido de fútbol pueden tener implicaciones para el rendimiento competitivo y un mayor riesgo de lesión isquiosural en comparación con otras etnias (28).

Sin embargo, estas variables potenciales no se han comprobado científicamente y se requiere más evidencia para

determinar cómo la raza puede desempeñar un papel en el riesgo de lesión de esta musculatura (25).

Por otro lado, la lesión isquiosural previa ha sido identificada como un factor de riesgo importante para la recurrencia de lesiones (1).

Las recidivas de lesiones de isquiosurales ocurren en 14% a 63% de los atletas en la misma temporada de juego o hasta 2 años después de la lesión primaria (28)

Un gran traumatismo, una lesión isquiotibial de grado I y una reconstrucción previa del ligamento cruzado anterior ipsilateral, independientemente de la selección del injerto, fueron consistentes con un mayor riesgo de HSI recurrente, pero la evidencia es limitada (28).

Desequilibrio muscular

El desequilibrio del paquete muscular isquiosural en comparación con el lado contralateral, o como una discrepancia en la fuerza flexores y extensores de rodilla, puede aumentar el riesgo inherente de lesión isquiosural (29).

El riesgo de lesión aumenta cuando el déficit de fuerza de lado a lado supera el 10-15%, o cuando la relación de fuerza cuádriceps/isquiosurales es inferior a 0,6.

Las proporciones de fuerza entre flexores y extensores de rodilla disminuidas aumentan el momento de extensión de la rodilla, lo que obliga a la musculatura isquiosural a alargarse y provocar una contracción excéntrica, quizás más allá de sus normas fisiológicas (29).

No obstante, la evidencia científica es limitada y se requiere más investigación para confirmar el papel del desequilibrio muscular en lesiones isquiosurales.

Además, se ha debatido la capacidad de una evaluación de fuerza para detectar prospectivamente el riesgo de este tipo de lesiones.

La evaluación de la fuerza debe incluirse en una variedad de protocolos de prueba y no considerarse de forma aislada (30).

Inclinación pélvica y estabilidad lumbopélvica

La inclinación pélvica anterior (estática y dinámica) durante la aceleración, con o sin inclinación del tronco hacia adelante, puede aumentar excesivamente las fuerzas de tensión en el complejo isquiosural, aumentando así el riesgo de lesiones.

Además, la debilidad e hipomovilidad del iliopsoas y la debilidad de la musculatura abdominal y lumbar también pueden exacerbar la inclinación pélvica anterior, colocando al grupo muscular posterior del muslo en una desventaja mecánica al alterar la relación longitud-tensión (1).

Fatiga

La fatiga muscular se ha relacionado con la alta incidencia de lesiones isquiosurales en el deporte, pero sigue siendo una variable controvertida en la discusión de los posibles factores de riesgo de lesiones en esta zona (1).

La fatiga muscular se define como una disminución de la fuerza máxima o producción de potencia en respuesta a la actividad contráctil.

La fatiga se origina en dos niveles diferentes de la vía motora: central (salida de neuronas motoras y corticales) y periférica (que afecta el flujo sanguíneo, el suministro de oxígeno y la eficiencia de contracción del músculo). La fatiga periférica se produce por cambios en la unión neuromuscular o distal a ella.

La fatiga central se origina en el sistema nervioso central y disminuye el impulso neural general hacia el músculo. La fatiga muscular puede afectar negativamente el rendimiento deportivo general y otras actividades extenuantes o prolongadas.

En este sentido, se pueden encontrar varios estudios en la literatura que exponen las consecuencias del aumento de fatiga en futbolistas profesionales durante la competición, y aparecen datos que informan que las lesiones de la musculatura isquiosural aparecen con más frecuencia al final de la primera mitad y segunda mitad en el fútbol (31).

Además, se ha demostrado una reducción en la producción de fuerza muscular del paquete muscular flexor de rodilla en respuesta al ejercicio de agilidad específico del fútbol.

Los jugadores de fútbol demostraron una disminución significativa en los pares de torsión excéntricos máximos de los flexores de la rodilla en el medio tiempo y después del partido en comparación con el análisis previo al partido después de completar un protocolo de actividad de partido replicado. La fatiga por congestión del partido se ha considerado como una variable potencial que afecta el rendimiento del jugador (32).

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico temprano y preciso de lesión isquiosural es clave para establecer el mejor plan terapéutico, aunque estimar un pronóstico exacto y el momento adecuado para la vuelta a la actividad deportiva sigue siendo un desafío, considerando la amplia variable de grados y etapas de la lesión (9).

En particular, el conocimiento científico es limitado y, en la práctica diaria del fútbol en escenarios del mundo real, no es inusual que algunos casos agudos de bajo grado no siempre se identifiquen en las primeras ocasiones y queden infradiagnosticados y mal tratados durante un tiempo, lo que lleva a presentaciones subagudas o crónicas y casos de secuelas, que a menudo son más desafiantes para los enfoques de tratamiento para la rehabilitación (9).

La evaluación clínica de la lesión isquiosural aguda es objetiva y la anamnesis generalmente es bastante compatible: El atleta lesionado a menudo se queja de un dolor repentino en la parte posterior del muslo, comúnmente descrito como una punzada aguda, durante la actividad como mecanismos de lesión señalados (9).

Por este motivo, la anamnesis y la exploración física son los pilares para una evaluación adecuada.

El conocimiento del mecanismo de la lesión, la ubicación del dolor y la historia de lesiones previas son vitales.

Aparte de las apreciaciones antes comentadas sobre las características de la anamnesis, después de una lesión también es común una marcha anormal (33).

Los atletas o futbolistas profesionales con recurrencias no graves o problemas crónicos con frecuencia tienen tensión en los isquiotibiales. En las avulsiones proximales, es común el dolor al sentarse (33).

Para llevar a cabo un proceso de diagnóstico lo más correcto y adecuado posible, se deberían reunir los siguientes requisitos:

Examen físico

El examen físico primero debe incluir la visualización de equimosis, así como la palpación de defectos y sensibilidad máxima en tres ubicaciones distintas: la tuberosidad isquiática, la unión miotendinosa y las inserciones tendinosas distales.

Los hematomas se observan con mayor frecuencia en las avulsiones proximales y los desgarros miotendinosos de alto grado, mientras que los defectos a veces se pueden sentir en las lesiones del músculo abdominal.

El ángulo poplíteo debe medirse bilateralmente, con la pierna no lesionada ofreciendo información sobre la flexibilidad de los isquiotibiales (33).

Por otro lado, la evaluación motora debe evaluar la fuerza de flexión de la rodilla en diversos grados de flexión, incluidos 90°, 45° y 15°.

Además, un examen neuromotor completo es esencial para la función distal de las distribuciones de los nervios peroneos (dorsiflexión/eversión del tobillo). En este sentido, cabe destacar que las lesiones del nervio peroneo son las más comunes y se presentan como neuroapraxias.

Dentro del examen físico, se deben incluir las siguientes evaluaciones (9):

- *Pruebas de movilidad:* Las pruebas de movilidad evalúan el rango de movimiento activo y pasivo, presentando dolor al estirarse con las caderas flexionadas y las rodillas extendidas. Posteriormente, el paciente puede sentir dolor o incapacidad con resistencia en diferentes ángulos de extensión de cadera y flexión de rodilla, ya sea en decúbito prono o supino.
- *Palpación:* A través de la palpación, los profesionales sanitarios del equipo multidisciplinar pueden detectar la presencia o ausencia de dolor y/o defecto/brecha muscular, y ayudar a determinar la sospecha de localización anatómica de la lesión isquiosural. El dolor cercano a la tuberosidad isquiática sugiere lesión del tendón de la corva proximal/tendinopatía o fractura por avulsión, ambas generalmente requieren tratamientos más complejos, y solo en esos casos de sospecha los exámenes de imagen incluyen radiografías simples. Para todas las demás presentaciones miotendinosas típicas com-

patibles con lesión del paquete muscular isquiosural, la resonancia magnética y la ecografía son suficientes para evaluar la lesión de esta musculatura.

Pruebas especiales

Las pruebas especiales para la valoración y evaluación de las lesiones del paquete muscular isquiosural incluyen (33):

- **Prueba de Puranen-Orava:** El talón sobre una superficie elevada y el paciente toca los dedos de los pies. Si aparece dolor, la prueba es positiva para sospechar sobre una lesión de este complejo muscular.
- **Prueba de estiramiento con la rodilla doblada modificada:** El examinador extiende la rodilla durante el estiramiento de la rodilla al pecho.

Estos son 2 ejemplos de pruebas que están validadas y muestran ser altamente confiables para identificar o sospechar sobre tendinopatías y distensiones. Otras pruebas que los autores encuentran útiles incluyen (33):

- **Curl de isquiosurales con resistencia:** El paciente decúbito prono en el suelo, anclamos una goma a modo de resistencia distal al paciente, y le pedimos que haga una flexión de rodilla contrarresistencia.
- **Prueba de arrastre del talón de pie:** Sentadilla con una sola pierna con el pie contralateral colocado en la parte anterior del suelo y luego el pie arrastrado hacia atrás hasta la línea media (figura 6)



Figura 6. Prueba de arrastre del talón de pie. Sentadilla con una sola pierna. Con el pie contralateral colocado en la parte anterior del suelo, el pie se arrastra hacia la línea media, solicitando así la acción del paquete isquiosural. Fuente: (33).



Figura 7. Prueba de la tabla. En un primer momento, el paciente en posición supina se levanta sobre los codos. En un segundo tiempo, el paciente levanta la pierna no lesionada de la mesa de examen y luego extiende la cadera del lado lesionado para elevar la pelvis. Fuente: (33).

- **Prueba de la tabla:** el paciente en decúbito supino se levanta sobre los codos y levanta la pierna no lesionada de la mesa de examen y luego extiende la cadera del lado lesionado para elevar la pelvis (figura 7). Para la realización de estas pruebas especiales, los investigadores expertos en la materia también encuentran útiles dos modificaciones adicionales de la prueba de la tabla (figuras 8 y 9).



Figura 8. Modificación 1 de la prueba de la tabla: La cadera afectada se flexiona fuera de la mesa, y el examinador sostiene el talón y luego le indica al paciente que extienda la cadera para levantar la pelvis de la mesa. Fuente: (33).

Por último, en lo que concierne al diagnóstico por imagen, cabe destacar que no se debe utilizar cualquier prueba para hacer el diagnóstico, sino que se debe utilizar la técnica adecuada en cada momento.

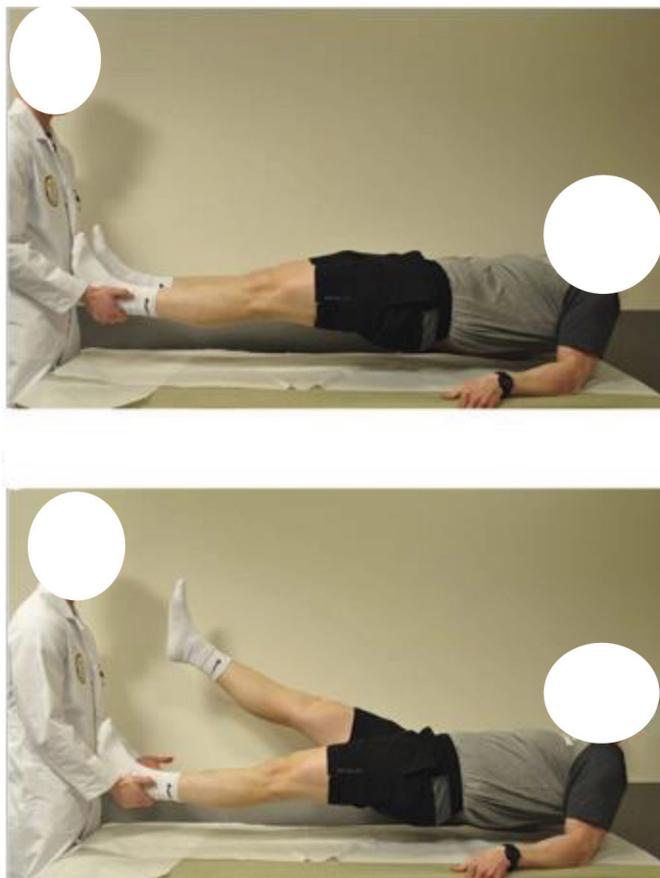


Figura 9. Modificación 2 de la prueba de la tabla: En un primer tiempo, el examinador sostiene ambos talones en el aire mientras el paciente extiende ambas caderas para que su pelvis se eleve de la mesa. En un segundo tiempo, el examinador suelta el talón no afectado para que la pierna afectada sostenga sola la pelvis. Fuente: (33).

En este sentido, la ecografía está indicada dentro de las 12, 24 y 48 horas post-lesión, mientras que la resonancia magnética sólo estaría indicada en las 24 horas post-lesión.

TRATAMIENTO Y VUELTA A LA ACTIVIDAD DEPORTIVA

Para el manejo y abordaje de la lesión isquiosural, el tratamiento conservador está indicado en el 86% de los casos (34).

Generalmente, y de manera global, el protocolo "RICE" ("Rest, Ice, Compression, Elevation"), forma parte del primer paso a llevar a cabo dentro del tratamiento de la lesión isquiosural.

En este sentido, hay que tener en cuenta que las primeras 48 horas son críticas en lo que concierne a la fase de curación (34).

La inmovilización temprana y la restricción de la carga pueden ayudar a proteger el tejido lesionado (34).

En apartados anteriores se ha explicado el mecanismo de lesión y la clasificación de las lesiones que afectan al paquete isquiosural (34)

Así, en la práctica clínica, las lesiones a las que los equipos profesionales sanitarios tienen que hacer frente se resumen en (33):

Avulsiones de isquiosurales a nivel proximal

A los pacientes con sospecha de lesión por avulsión proximal se les realiza inicialmente una radiografía anteroposterior de pelvis para evaluar una posible avulsión ósea, que se observa con mayor frecuencia en pacientes con esqueleto inmaduro (figura 10).

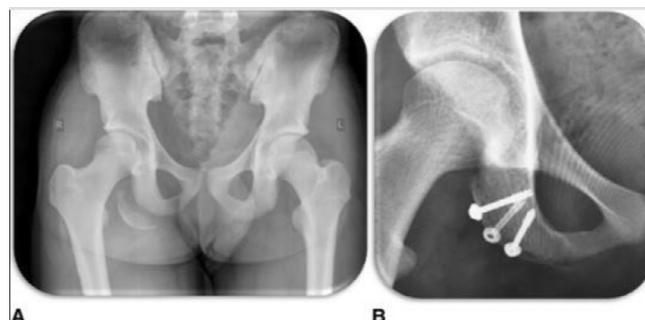


Figura 10. Radiografía que muestra: A: Fractura por avulsión ósea de la tuberosidad isquiática derecha. B: Estado de la radiografía después de la reducción abierta aguda y la fijación interna de la fractura por avulsión. Fuente: (33).

Se recomienda la resonancia magnética cuando se sospecha una avulsión de los isquiosurales para evaluar el sitio de inserción y cuantificar la cantidad de tendones involucrados, así como su grado de retracción (35).

Es esencial un examen cuidadoso del nervio ciático porque la cicatrización en las lesiones crónicas del tendón de la corva proximal puede causar neuropatía.

La resonancia magnética también es útil en estos casos porque se puede rastrear el nervio ciático para identificar puntos de posible anclaje a los tendones retraídos (35).

Esta patología es una enfermedad en la cual la efectividad del tratamiento conservador genera cierta controversia entre los investigadores y expertos relacionados con la materia.

Múltiples estudios con un número reducido de pacientes han evaluado la reparación quirúrgica de las avulsiones de los isquiotibiales y muchos informaron buenos resultados en las rupturas agudas, mientras que los casos crónicos mostraron una mejoría más variable (35).

En general, los autores recomiendan la reparación quirúrgica si hay compromiso de más de un tendón en una lesión de partes blandas o si una avulsión ósea se desplaza más de 2 cm (36).

Existe buena evidencia de que si la retracción del tendón es >2 cm, la fijación quirúrgica conduce a mejores resultados; sin embargo, no existen estudios que comparen diferentes distancias de retracción (36).

Sin embargo, mayores cantidades de retracción se han relacionado con peores resultados.

En este sentido, existen estudios en la literatura que indican que el 40 % de las avulsiones de los isquiotibiales proximales de <2 cm tratadas sin cirugía finalmente requirieron una intervención quirúrgica (36).

Se entiende que si la retracción de los isquiotibiales proximales es < 2 cm, se debe tomar una decisión de tratamiento individualizada en conjunto con el paciente.

En los casos en los que se decida optar por un tratamiento conservador, las características principales de este tipo de programas de rehabilitación y recuperación no invasivos son (37):

- Modificación de la actividad
- Estiramiento y fortalecimiento excéntrico
- Inyecciones de plasma ("PRP")

Por otro lado, aunque todavía no hay estudios que hayan evaluado el número de tendones avulsionados con respecto a las tasas de falla, se entiende que si se rompe más de un tendón, es probable que se ejerza una mayor tensión en el tendón restante de mala calidad, lo que hace necesaria la cirugía (33).

Desgarros parciales del tendón de la corva proximal

Las roturas parciales de los isquiotibiales proximales están menos estudiadas, pero por lo general se atribuyen a una sobrecarga crónica, comúnmente encontrada en actividades de carrera, fútbol y Pilates (33).

Una fuente de confusión es la diferenciación entre tendinopatía y desgarros parciales.

La literatura no es clara con respecto a la progresión de la tendinopatía isquiosural a la ruptura parcial del tendón, pero los autores creen que estas lesiones comienzan como patrones de tendinosis/tendinopatía, que progresan a desgarros parciales con estrés continuo.

La resonancia magnética es útil para distinguir estas patologías. La tendinopatía se ve como una señal aumentada en T1 pero no en las secuencias de densidad de protones, mientras que los desgarros parciales tienen un foco de señal aumentado en T2 como el clásico signo de la hoz en los cortes coronales, lo que indica una mala respuesta de la cicatriz (figura 11) (33).

Generalmente, los equipos profesionales sanitarios manejan las lesiones de esta zona del paquete isquiosural a tra-



Figura 11. Resonancia magnética T2 de pelvis sagital que muestra una avulsión parcial derecha del origen del tendón de la corva proximal con el signo de la hoz. Fuente: (33).

vés de la educación del paciente y la rehabilitación progresiva basada en la carga, enfocándose en la unidad del tendón de la corva y la cadena cinética (38).

Esto implica evitar actividades en posiciones de flexión de cadera de rango final temprano en la rehabilitación y un regreso gradual al deporte (38).

No obstante, es cierto que aún hay poca investigación en lo que se refiere a la gestión del proceso de rehabilitación y regreso a la actividad deportiva.

Hay estudios de intervenciones multimodales que incluyeron 3 semanas de ejercicio (ejercicio, terapia manual, AINE, ultrasonido), que demostraron ser menos efectivas para mejorar los síntomas y la función física que la terapia de ondas de choque (38).

Este programa de rehabilitación difería significativamente de lo que se hace habitualmente en la práctica clínica.

Las principales desviaciones fueron la consideración de la carga compresiva sobre la entesis al seleccionar los ejercicios y la necesidad de 3 a 6 meses de rehabilitación.

Si bien hay una falta de investigación sobre las intervenciones basadas en la carga en tendinopatías y desgarros proximales, dichas intervenciones han demostrado resultados prometedores en otras tendinopatías del miembro inferior (39).

Las futuras investigaciones de rehabilitación deberían considerar examinar la efectividad del manejo de la carga y el ejercicio, atendiendo a parámetros específicos, que los expertos utilizan actualmente en la práctica (40).

Lesiones del vientre muscular

Las lesiones del vientre muscular de los músculos isquiosurales son comunes y pueden causar un dolor notable y una discapacidad prolongada.

El bíceps femoral es el que se lesiona con más frecuencia (84 %), el semimembranoso representa el 12 % y el semitendinoso el 4 % de las lesiones (41).

Se ha demostrado que el grado de resonancia magnética y el tamaño del desgarro son útiles para predecir el regreso al deporte.

La hiperintensidad T2 es la base de la clasificación más común, donde el grado I es señal de un tendón o músculo sin rotura, el grado II es rotura de menos de la mitad del ancho y el grado III es más de la mitad de rotura (figura 12) (33).

El tratamiento conservador de las lesiones de los músculos del vientre está bien establecido e incluye reposo, hielo, compresión, modalidades y antiinflamatorios con regreso gradual a las actividades.

El uso de inyecciones de esteroides es controvertido, y algunos informan un regreso más rápido al juego y una mejor recuperación de la tensión contráctil sin efectos nocivos (42).

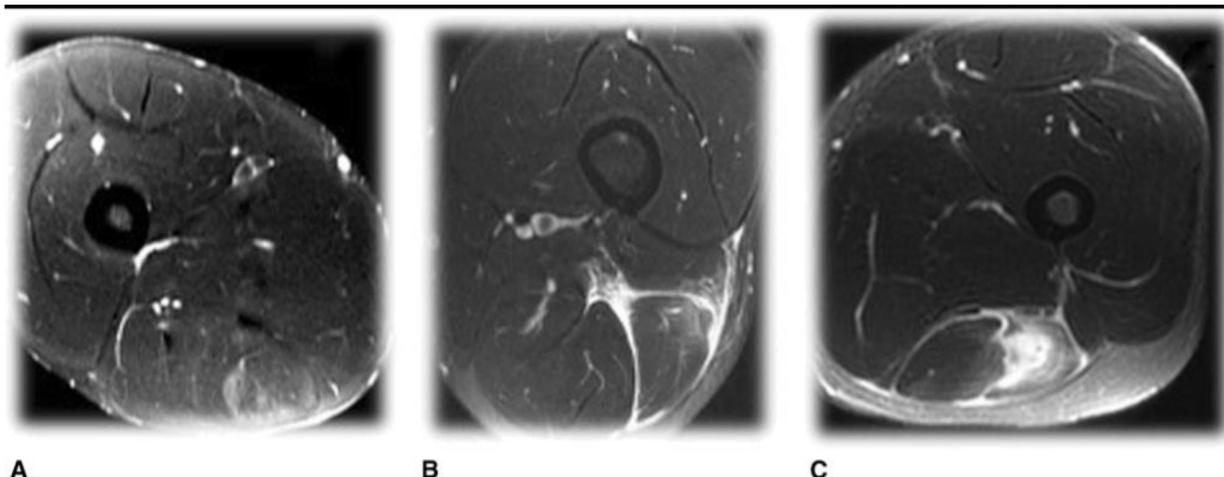


Figura 12. Resonancias magnéticas axiales T2 que muestran: A: distensión del tendón de la corva de grado 1 sin interrupción. B: distensión del tendón de la corva de grado 2 con desgarro <50 %. C: distensión del tendón de la corva de grado 3 con desgarro > 50 %. Fuente: (33).

Un metanálisis reciente encontró que la rehabilitación produce los mejores resultados con evidencia limitada para respaldar el PRP, la agilidad o la estabilización del tronco.

Específicamente, se demostró que el fortalecimiento excéntrico reduce la reincidencia y mejora la longitud de la fibra muscular en 14 días (42).

Sin embargo, muchos de estos estudios tuvieron un poder estadístico notablemente bajo y de calidad regular o deficiente.

El protocolo de abordaje para el tratamiento de los futbolistas de élite normalmente incluye resonancia magnética para localizar y clasificar la lesión, seguido de una inyección de plasma rico en plaquetas dentro de las 24 a 48 horas (64).

Las inyecciones segunda y tercera se repiten con un intervalo de 5 a 7 días según la respuesta a las inyecciones anteriores.

Se instituye fisioterapia y se utilizan pruebas funcionales (es decir, fuerza de tabla, fuerza de flexión de rodilla a 15 grados, etc.) para determinar cuándo el atleta puede volver al deporte (33).

Debido al impacto financiero potencial de un regreso acelerado al juego y la disminución de las tasas de desgarro, las inyecciones de plasma rico en plaquetas para el tratamiento de lesiones de isquiotibiales de grado 2 pueden ser ventajosas en atletas profesionales (33).

Los autores creen que el uso de plasma pobre en leucocitos es esencial y es el principal contribuyente de los variados resultados sobre la eficacia del plasma rico en plaquetas en la literatura (43).

Lesiones distales de isquiosurales

La literatura sobre las lesiones de los isquiotibiales distales es escasa. La mayoría de las lesiones de isquiotibiales reportadas en la literatura pertenecen a la región proximal, ya que las lesiones distales son mucho menos comunes (44).

Debido a que los músculos isquiotibiales distales se extienden sobre la articulación de la rodilla, son susceptibles de

lesionarse con movimientos que flexionan la cadera y al mismo tiempo extienden la rodilla (45).

Estos movimientos, que surgen con frecuencia en eventos atléticos sin contacto que involucran patadas o carreras repetitivas, generan una fuerza excéntrica en la unión musculotendinosa y ponen al músculo en alto riesgo de lesión (46).

Además, con fibras musculares predominantemente de tipo 2, el grupo de músculos isquiosurales puede generar grandes fuerzas que se transfieren a través de la unión musculotendinosa. Estas fuerzas aumentan el riesgo de lesiones por encima de lo que se observa en los grupos musculares más débiles (47).

Cuando ocurren lesiones de los isquiosurales distales, la mayoría involucra al bíceps femoral.

Estas lesiones pueden variar desde pequeñas distensiones o desgarros parciales hasta desgarros completos de la unión musculotendinosa o avulsiones en el sitio de inserción (44).

Una vez dañadas, estas lesiones se asocian con una rehabilitación prolongada, un retorno deficiente al nivel previo a la lesión y tasas de recurrencia del 12 % al 63 %.

Ocasionalmente, las lesiones de los isquiosurales distales pueden ocurrir concomitantemente con lesiones ligamentosas de la rodilla, incluidas las del ligamento cruzado anterior, el ligamento cruzado posterior, la esquina posterolateral o posteromedial y/o los meniscos (44).

Aunque se recomienda la reparación quirúrgica para restaurar las características anatómicas nativas y la fuerza, no hay consenso sobre el tratamiento óptimo con respecto a las características del desgarro, el tiempo, la técnica de reparación y la rehabilitación de las lesiones distales de la musculatura flexora de rodilla.

Las características individuales de las lesiones distales de cada músculo que forma el paquete isquiosural se resumen en (44):

Bíceps femoral

El bíceps femoral es el flexor más fuerte de la pierna y también es el músculo más comúnmente afectado en las lesiones de los isquiotibiales distales, probablemente debido a su compleja anatomía (63).

En concreto, el músculo está compuesto por 2 cabezas que difieren en su origen anatómico e inervación. Dadas estas diferencias, la flexión del músculo genera 2 vectores de fuerza diferentes que probablemente contribuyan al aumento de la frecuencia de lesiones.

Múltiples estudios específicos del deporte han concluido de manera similar que el bíceps femoral es particularmente vulnerable a las lesiones (45).

La gravedad de las lesiones del tendón de la corva distal puede variar enormemente, desde un esguince hasta una avulsión completa de la cabeza del peroné.

En personas jóvenes y sanas sin tendinopatía preexistente, la mayoría de las lesiones se producen durante los movimientos de carrera o de patada (ambos implican una flexión simultánea de la cadera y una extensión de la rodilla).

Una revisión sistemática de Knapik et al. analizó la lesión distal del bíceps femoral y encontró que el 89% (17 de 19) de estas lesiones ocurrieron con mecanismos sin contacto.

La mayoría de estas lesiones ocurrieron mientras se jugaba fútbol, siendo las carreras de velocidad en atletismo las segundas tasas más altas (45).

Aunque generalmente se considera que la cirugía es el mejor método para tratar los desgarros completos del bíceps femoral distal, actualmente no hay consenso con respecto al tratamiento óptimo de los desgarros parciales (44).

También se ha informado que la rotura completa del bíceps femoral distal ocurre junto con lesiones multiligamentosas de la rodilla, así como con disfunción común del nervio peroneo.

Cuando se trata quirúrgicamente, las técnicas de reparación varían según la ubicación de la lesión.

Los desgarros en la unión musculotendinosa generalmente se reparan con suturas, mientras que las avulsiones de los tendones generalmente se reparan en la cabeza del peroné a través de la fijación transósea o con un ancla de sutura (48).

La cirugía es generalmente bien tolerada, con bajas tasas de complicación, alta satisfacción del paciente, altas puntuaciones de resultados funcionales y una alta tasa de retorno al nivel deportivo anterior a la lesión (49).

Actualmente no hay consenso con respecto a los protocolos de rehabilitación postoperatoria, con estudios que informan la inmovilización en 30° a 80° de flexión durante 1 a 6 semanas (49).

Kayani et al. analizó una población de atletas de élite y utilizó un programa de rehabilitación basado en hitos. Se encontró que los pacientes demostraron una mejor fuerza y

función de los isquiotibiales a los 3 meses después de la operación, y el tiempo medio para volver al deporte fue de 11,7 semanas (48).

Por otro lado, hay pocos estudios que evalúen el tratamiento no quirúrgico de la rotura completa del bíceps femoral distal en la literatura.

Actualmente, solo se han publicado informes de casos y series que evalúan el tratamiento no quirúrgico, y estos artículos demuestran que se puede lograr un regreso completo al juego después de 3 semanas de inmovilización a 30° y fisioterapia intensiva (44).

En general, los autores encontraron que en todos los tipos de desgarros del bíceps femoral distal (es decir, desgarros completos y parciales tratados quirúrgicamente y no quirúrgicamente), el regreso al deporte se produjo en una media de 4,9 meses.

Los desgarros parciales y las disrupciones musculares del vientre también pueden causar una discapacidad prolongada.

La mayoría de los desgarros parciales se tratan de forma conservadora, incluso con reposo, hielo, compresión y fármacos antiinflamatorios no esteroideos.

Hay estudios cuyos resultados muestran que las inyecciones de cortisona pueden acelerar el regreso al juego sin efectos nocivos (44).

Los resultados de 2 metanálisis sugieren poca evidencia para respaldar el uso de inyecciones de plasma rico en plaquetas, mientras que la rehabilitación centrada en el fortalecimiento excéntrico produjo los mejores resultados con las tasas más bajas de nuevas lesiones.

En un estudio de cohorte más reciente que revisó a 69 jugadores de la Liga Nacional de Fútbol Americano con lesiones agudas de los isquiotibiales de grado 2, Bradley et al. encontraron que los jugadores que recibieron inyecciones de plasma rico en plaquetas pobres en leucocitos (n = 30) regresaron al deporte 1 juego antes en promedio en comparación con aquellos que recibieron rehabilitación solo (n = 39).

Los autores concluyeron que el uso de plasma pobre en leucocitos rico en plaquetas es ventajoso para un retorno más rápido al deporte después de lesiones de isquiotibiales de grado 2 en jugadores de fútbol profesionales.

Semimembranoso y semitendinoso

La ruptura completa del semimembranoso es rara y hay escasez de casos documentados. Generalmente, la disrupción completa ocurre durante la contracción violenta del músculo contra resistencia, y los estudios de imagen revelan diversos grados de atrofia muscular, infiltración grasa y retracción muscular (44).

A pesar de su incidencia relativamente baja, estas lesiones son importantes y han sido reportadas por como causa de dolor crónico de rodilla. Además, las avulsiones del semimembranoso se han asociado con lesión del ligamento

cruzado anterior, el asta posterior del menisco medial y la cápsula posterior (44).

Las lesiones aisladas del semitendinoso distal también son infrecuentes. El examen físico puede mostrar equimosis en la rodilla medial y posterior con flexión de rodilla debilitada.

Aunque los desgarros completos y aislados del semimembranoso distal son extremadamente raros, se ha demostrado que la reparación quirúrgica produce resultados favorables.

Dado que el semimembranoso distal es complejo y juega un papel importante en la estabilización de la rodilla, es importante evaluar el daño de los brazos tendinosos distales durante la cirugía, así como evaluar la lesión de las estructuras concomitantes.

La lesión del semitendinoso distal también puede resultar en una morbilidad sustancial, con opciones de tratamiento que incluyen tanto la reparación quirúrgica como la tenotomía.

Dado que el semitendinoso se extrae con frecuencia para la reconstrucción de ligamentos, la resección del tendón después de una lesión tiene una morbilidad limitada y se ha encontrado que el regreso al deporte es sustancialmente más corto en los atletas que se someten a este procedimiento en comparación con la reparación quirúrgica (47).

En este sentido, hay estudios relativamente actuales en los que se afirma que el tratamiento no quirúrgico de las lesiones de unión miotendinosa del semitendinoso y las avulsiones semitendinosas completas aisladas tuvieron tiempo de regreso a la actividad deportiva significativamente más cortos ($1,5 \pm 0,8$ meses) en comparación con el tratamiento quirúrgico ($3,0 \pm 1,3$ meses) (44).

En conclusión, sobre las lesiones del paquete distal isquiosural Las inyecciones de plasma rico en plaquetas pobres en leucocitos han demostrado un retorno más rápido al deporte en jugadores de fútbol profesionales con distensiones de isquiotibiales de grado 2 en comparación con la rehabilitación aislada. Por otro lado, la mayoría de los desgarros parciales que involucran el semimembranoso y el semitendinoso pueden tratarse sin cirugía, centrándose en el fortalecimiento excéntrico (65).

Se necesitan investigaciones futuras con tamaños de muestra más grandes para determinar las tasas de reinserción en función del tendón afectado y la gravedad.

Teniendo en cuenta las distintas clasificaciones de las lesiones del paquete isquiosural, en función de su localización, extensión y gravedad, el tratamiento conservador, en líneas generales, tiene que tener como fin la restauración completa del deportista y que la vuelta a la actividad deportiva sea en condiciones de seguridad, minimizando el riesgo de recidivas y relesiones (50).

Los déficits en la función, como la reducción de la fuerza isométrica del flexor de la rodilla, existen de forma aguda después de lesión de la musculatura isquiosural y pueden aumentar el riesgo de volver a lesionarse si persisten en la autorización para volver a jugar (50).

La rehabilitación y el tratamiento conservador deben tener como objetivo restaurar estos déficits lo más rápido posible después de una lesión aguda y devolver al futbolista lesionado a su deporte con un riesgo mínimo de volver a lesionarse.

Sin embargo, incluso después de completar la rehabilitación y el cumplimiento de los criterios para la vuelta a la actividad, los isquiosurales previamente lesionados pueden mostrar una fuerza excéntrica menor, además de déficits en la longitud del fascículo del bíceps femoral.

La carga excéntrica y los ejercicios de larga duración reducen el riesgo de lesión isquiosural, aumentan la fuerza de los flexores de la rodilla y la longitud del fascículo del bíceps femoral en personas ilesas, y aceleran el tiempo de vuelta a la actividad deportiva cuando se enfatizan durante la rehabilitación (51).

Sin embargo, la introducción y la progresión de la carga excéntrica y los ejercicios de larga duración pueden retrasarse por la pauta implementada consistentemente de solo realizar y progresar el ejercicio en ausencia de dolor (52).

Retrasar el inicio de la rehabilitación del ejercicio en 9 días, en comparación con 2 días, después de una lesión muscular aguda prolonga el tiempo para volver a jugar.

Por lo tanto, retrasar la exposición a la rehabilitación con ejercicios debido al dolor puede limitar la capacidad de lograr adaptaciones beneficiosas y puede prolongar la vuelta a la actividad deportiva después de una lesión aguda muscular del paquete isquiosural.

No obstante, a pesar de estas afirmaciones la literatura demuestra que realizar e implementar un protocolo de rehabilitación estandarizado sin tener en cuenta el umbral de dolor no aceleró los tiempos en lo que se refiere a la vuelta de la actividad deportiva en comparación con respetar el umbral de dolor en los ejercicios después de una lesión isquiosural aguda (50).

Sin embargo, la rehabilitación programada sin tener en cuenta el umbral del dolor no causó ningún evento adverso y dio como resultado una mayor recuperación de la fuerza isométrica del flexor de la rodilla, además de un mejor mantenimiento de las mejoras en la longitud del fascículo del bíceps femoral.

Por lo tanto, la práctica clínica convencional de evitar el dolor durante la rehabilitación después de una lesión isquiosural puede no ser necesaria, ya que se ha demostrado que podría tener beneficios coadyuvantes a la hora de la recuperación y rehabilitación de los futbolistas.

Una de las partes más complicadas del tratamiento de este tipo de lesiones es determinar cuál es el momento idóneo en el que el futbolista puede volver a la actividad deportiva con el equipo en términos de control y seguridad para hacerlo con un 100% de garantías.

Este término, comúnmente conocido en la literatura como "*Return to Play*", es el punto crítico en el cual los profesionales sanitarios especializados, dentro del equipo

multidisciplinar, se han de poner de acuerdo para incluir de nuevo al futbolista en dinámica de entrenamientos y partidos (53).

Además de la decisión consensuada del personal médico involucrado en el proceso de rehabilitación, se ha de contar con la voluntad tanto del cuerpo técnico como del futbolista para reanudar con total confianza la práctica deportiva.

Esta decisión se ha de basar en criterios objetivos. En este sentido, los criterios para decidir la preparación de un atleta para volver a la práctica deportiva después de una lesión muscular han evolucionado sustancialmente en las últimas décadas (53).

En la actualidad, una batería que comprende pruebas funcionales se considera el estándar de oro dentro del proceso de toma de decisiones de "Return to Play".

Esta batería contiene con mayor frecuencia las siguientes variables (53):

- *Dolor reproducible por palpación*
- *Fuerza (excéntrica)*
- *Flexibilidad*
- *Rango articular*
- *Capacidad funcional específica del deporte (fútbol).*

Estos criterios funcionales de vuelta a la actividad deportiva se han desarrollado con el único propósito de proporcionar un "Return to Play" seguro después de una lesión.

Sin embargo, la tasa incesantemente alta de nuevas lesiones isquiosurales (12-34%) indica que los criterios actuales de vuelta a la actividad deportiva son inadecuados.

Usando estos criterios, se informa que un "Return to Play" promedio es de entre 11 y 25 días para las lesiones musculares de los isquiosurales de grado 1 y 2, que comprenden más del 80% de todas las lesiones de esta zona (54).

Una posible explicación para las tasas cada vez mayores de nuevas lesiones podría ser el abandono del tiempo de curación biológica del tejido muscular.

En la literatura actual, llama la atención que el tiempo rara vez se incluye dentro de los criterios de vuelta a la actividad deportiva.

Por lo tanto, incluso cuando un atleta se siente completamente curado (como puede ser en situaciones de ausencia de dolor), lo más probable es que en muchos casos este no sea el caso para el tejido muscular lesionado.

En este punto es donde los equipos profesionales sanitarios tiene que decidir, si el deportista está realmente preparado para la actividad deportiva, o la lesión, a pesar de no presentar dolor ni disfunciones, no está del todo resuelta.

Para explicar las altas tasas de recurrencia de lesiones isquiosurales por criterios "Return to Play" posiblemente inadecuados, es imperativo saber si los criterios de vuelta a la actividad deportiva utilizados en la literatura de ciencias del deporte se están traduciendo al campo práctico.

Hay estudios que abordan esta cuestión, como el de Dunlop et al., que evaluaron los criterios de vuelta a la actividad deportiva por el personal médico de 131 equipos de la "Premier League" (55).

Los autores encontraron que la ausencia de dolor, la fuerza de los isquiosurales, la carga de entrenamiento y las pruebas de rendimiento funcional fueron los criterios más utilizados para decidir si un atleta está listo para reanudar sus actividades deportivas.

Es decir, la variable "Tiempo" rara vez se incorpora como un criterio adicional dentro del proceso de toma de decisiones de vuelta a la actividad deportiva.

Esto plantea la cuestión de si es importante o no considerar el tiempo de curación biológica.

Estudios previos demostraron que las lesiones musculares recurrentes suelen ser más graves y, por lo tanto, necesitan un tiempo de convalecencia más prolongado.

En el momento promedio de vuelta a la actividad deportiva, el proceso de curación del músculo está en curso y el tejido cicatricial aún está inmaduro, lo que lleva a una recurrencia incesantemente alta de nuevas lesiones (55).

Como primer paso en el intento de reducir el ciclo perjudicial de lesión-nueva lesión, es hora de considerar el tiempo (de curación biológica).

Antes de decidir la preparación a la vuelta deportiva del futbolista, los profesionales sanitarios deben reflexionar sobre si es o no biológicamente posible que el tejido lesionado haya recuperado la fuerza suficiente para resistir las fuerzas específicas del deporte (a pesar de la buena función de acuerdo con los criterios "Return to Play" actuales).

Cabe mencionar que, aún a día de hoy, no está claro si se requiere más tiempo para la curación biológica o para otros aspectos (por ejemplo, la función neuromuscular) (54).

Sin embargo, esto inevitablemente conlleva efectos perjudiciales sobre el rendimiento del atleta y su salud física en general.

A nivel de club, esto significa que el número de días (y por lo tanto de partidos jugados) sin la plena disponibilidad del jugador para el equipo se duplica como mínimo en caso de una nueva lesión (54).

Además, debido a las recurrencias incesantemente altas, las lesiones de los isquiotibiales continúan implicando altos gastos anuales en atención médica (consultas médicas, imágenes médicas, rehabilitación).

Por lo tanto, es del interés de todos (atleta, club deportivo y sociedad) investigar más a fondo los criterios "Return to Play" disponibles actualmente y cómo mejorarlos, para abordar las recurrencias incesantemente altas de lesiones isquiosurales.

PREVENCIÓN

Las lesiones de la musculatura isquiosural son muy comunes en deportistas, tanto profesionales como semiprofesionales (56).

Uno de los deportes más afectados es el fútbol, donde una alta carga de entrenamiento a lo largo del tiempo tiende a sobrecargar el grupo muscular, predisponiendo a los atletas a un mayor riesgo de lesiones (57).

Debido a la alta frecuencia de estas lesiones, es muy importante intervenir con estrategias de prevención adecuadas.

Aunque las lesiones isquiosurales son lesiones comunes en los futbolistas, hay una escasez de ensayos en la literatura que consideren la prevención de las HSI o que comparen los diferentes protocolos de prevención disponibles (57).

Los programas de prevención son posibles cuando se implementa un plan de gestión de riesgos en el club de fútbol al que pertenecen los futbolistas que se van a someter al programa de prevención, que consiste principalmente en un programa de vigilancia de lesiones, una posterior evaluación objetiva y, más tarde, implementar acciones para corregir los eventuales problemas observados (58).

Generalmente, los programas de prevención de lesiones isquiosurales se basan en (58):

- *Estiramientos*
- *Fortalecimiento*: Especialmente en lo que respecta a la fuerza excéntrica.
- *Reequilibrio de la relación de fuerza isquiosural / cuádriceps*
- *Reequilibrio de la relación de fuerza isquiosural bilateral*
- *Programas de múltiples intervenciones*: Programas de prevención basados en ejercicios de fortalecimiento, estiramiento, elasticidad, estabilidad central, propiocepción y ejercicios neuromusculares.

En lo que respecta a los programas de prevención de lesiones isquiosurales basados en estiramientos, los resultados son contradictorios (58).

Es interesante señalar que los ensayos controlados aleatorios mostraron que el estiramiento no reduce la incidencia de lesiones en los isquiosurales, mientras que los ensayos no controlados aleatorios mostraron una reducción de las lesiones después del estiramiento.

Además, los protocolos de estudio son muy diferentes tanto en la duración de la intervención como en el seguimiento. Por lo tanto, se necesitan más estudios basados en evidencia para evaluar la efectividad del programa de prevención basado en estiramientos para reducir las lesiones de los isquiotibiales (58).

Por el contrario, los programas basados en fortalecimiento, reequilibrio de fuerza isquiotibial/cuádriceps, reequilibrio de la relación isquiotibial bilateral y los programas con múltiples intervenciones de ejercicios sí que han demostrado su eficacia en la disminución de la incidencia y recidiva de las lesiones isquiosurales (59).

Además, es importante mencionar la importancia del entrenamiento de estabilidad central en los programas de prevención de lesiones del paquete isquiosural.

Paradójicamente, a pesar de estos datos, los estudios epidemiológicos centrados en las lesiones y recidivas de los isquiosurales demuestran que estas últimas no muestran una disminución con el tiempo (60).

Un estudio más reciente mostró que en la UEFA Champions League, la tasa de lesiones en los isquiotibiales aumentó un 4 % por año (60).

Esta incongruencia puede explicarse por la posible inadecuación de los programas de rehabilitación y la falta de definición de los criterios relativos a la vuelta a la actividad deportiva (60).

Dentro de las estrategias para elaborar un programa de prevención de lesión isquiosural, hay que diferenciar entre programas de prevención primaria y programas de prevención secundaria (61).

- *Prevención primaria*: La prevención primaria es una estrategia preventiva adoptada para evitar que ocurra una primera lesión muscular
- *Prevención secundaria*: Es una estrategia de prevención realizada después de una o más lesiones en el mismo grupo muscular, para evitar recurrencias.

Es importante distinguir entre prevención primaria y prevención secundaria. De hecho, un programa de prevención primaria debe seguir puntos clave generales para cualquier músculo/grupo de músculos considerado, mientras que un programa de prevención secundaria debe tener en cuenta el número, la ubicación anatómica y la gravedad de las lesiones previas y debe estructurarse en consecuencia (61).

En otras palabras, el protocolo de prevención secundaria debe ser mucho más personalizado y específico que el protocolo de prevención primaria (61).

En lo que concierne al contenido de los programas de prevención, anteriormente se destacan en qué principios debería estar basado: Estiramientos, fortalecimiento, reequilibrios de la fuerza muscular, múltiples intervenciones, etc.

Formando parte de estos principios, los investigadores expertos en la materia coinciden en que el ejercicio nórdico de isquiosurales es el pilar fundamental de cualquier ejercicio o protocolo de prevención de lesiones (62).

La práctica regular de fortalecimiento mediante el ejercicio nórdico de isquiosurales resulta en un aumento de la fuerza excéntrica de este paquete muscular.

Además, su ejecución no requiere equipo especial y, por lo tanto, puede incluirse fácilmente en la rutina normal de ejercicios en el campo (58).

Sin embargo, es importante recordar que los jugadores de fútbol en particular (pero también los atletas en general) tienen un bajo cumplimiento de un plan de entrena-

miento regular de ejercicios preventivos, y por eso los ejercicios siempre deben realizarse bajo la supervisión de un profesional sanitario debidamente cualificado (58).

Además, un aspecto interesante del ejercicio nórdico es que también representa una excelente prueba para subdividir a los sujetos en dos categorías diferentes según la fuerza excéntrica de los isquiosurales.

El factor discriminatorio es ser capaz o no de alcanzar y mantener una ejecución adecuada solo en un ángulo de 30 grados medido al nivel de la articulación de la rodilla.

Por lo tanto, las dos categorías tienen las siguientes características: La primera categoría engloba a aquellos sujetos que son capaces de alcanzar un ángulo de la articulación de la rodilla igual a 30 grados, manteniendo simultáneamente una correcta ejecución del ejercicio (58).

Se considera que los sujetos que forman parte de esta primera categoría tienen una buena funcionalidad de los isquiosurales (58).

En la segunda categoría se incluyen todos aquellos sujetos que no tienen una buena funcionalidad de los isquiosurales e incapaces de mantener una ejecución correcta del ejercicio hasta lograr un ángulo articular de rodilla de 30 grados (58).

El interés del ejercicio nórdico de isquiosurales radica principalmente en que durante su ejecución es posible conseguir una activación isquiosural alta, más que durante la ejecución de otros ejercicios más habituales centrados en los músculos flexores del muslo.

El pico de activación, medido por electromiograma, se registra en la parte final del movimiento (es decir, en rodillas casi extendidas). Este dato enfatiza la importancia de realizar el ejercicio nórdico a través del rango completo de movimiento (58).

Más allá de los beneficios obvios que se pueden obtener de una práctica sistemática de ejercicios nórdicos de isquiosurales, también es importante subrayar algunos límites.

En estos ejercicios, el complejo isquiosural se tensa en modalidad monoarticular, mientras que, durante la mayoría de los movimientos de mecanismo lesionales, el complejo isquiosural se tensa de forma biarticular, involucrando las articulaciones de la rodilla y la cadera.

Durante la realización del ejercicio, como se describe en la literatura, la articulación de la cadera no está involucrada ya que el movimiento se realiza exclusivamente a nivel de la articulación de la rodilla.

Estos límites biomecánicos sugieren fuertemente el uso del ejercicio nórdico como parte de un programa de rehabilitación más amplio que también debería incorporar ejercicios biarticulares de isquiosurales (58).

En este sentido, también cabría la posibilidad de modificar la ejecución del ejercicio nórdico para incorporar movimientos de la articulación de la cadera (58).

Desafortunadamente, hasta la fecha, la implementación de ejercicios preventivos nórdicos de isquiosurales en el

programa de prevención de lesiones del fútbol profesional en Europa es, según los investigadores expertos en la materia, demasiado baja para esperar razonablemente un efecto positivo en los registros de incidencia y recidivas de lesiones de los isquiosurales (58).

CONCLUSIONES

El conocimiento de la anatomía de la musculatura isquiosural, de los mecanismos lesionales de este complejo musculotendinoso y de los procesos de diagnóstico y clasificación, son claves para el éxito de los programas de rehabilitación, recuperación y prevención de lesiones en los futbolistas de élite.

Por la información que se recoge en este trabajo de desarrollo, se percibe cómo los investigadores invierten muchos recursos y tiempo de trabajo en identificar y clasificar las lesiones que pueden afectar a esta zona.

Esto es debido a la gran heterogeneidad intrínseca a las lesiones del paquete isquiosural, ya que las lesiones de esta zona han sido tradicionalmente difíciles de definir y categorizar.

Esto es debido a que las estructuras que conforman el paquete muscular isquiosural tiene diversas y formas, diferentes con una organización funcional y anatómica compleja, lo que dificulta la estandarización a la hora de hacer clasificaciones.

No obstante, este es un aspecto importante ya que si se consiguen unificar términos, los tratamientos y los protocolos de rehabilitación y readaptación tendrán mucha más eficacia, a la par que serán más eficientes.

En lo que corresponde al diagnóstico de este tipo de lesiones, los profesionales sanitarios se han de basar en una ordenada y extensa anamnesis, que se ha de acompañar del correspondiente examen físico, el cual se puede acompañar de estudios de imagen como ecografías o resonancias magnéticas.

Hay que señalar que el proceso de diagnóstico debe llevarse a cabo por distintos profesionales sanitarios especializados, dentro de un equipo multidisciplinar, que en el ámbito deportivo (y en este caso, del fútbol en concreto), ha de estar conformado por el equipo médico, los fisioterapeutas y los preparadores físicos.

En lo que se refiere al tratamiento, se ha detallado cómo los equipos profesionales sanitarios enfocan sus abordajes en función de la estructura lesionada, de su gravedad y de su mecanismo de lesión.

En líneas generales, el tratamiento conservador tiene una gran cabida dentro del manejo de este tipo de lesiones.

Sin embargo, como se explica anteriormente, estas lesiones no están exentas de intervenciones quirúrgicas, debido a la complejidad del funcionamiento y organización de este complejo musculotendinoso.

No obstante, la conclusión general que dejan los procesos de recuperación y tratamiento de lesiones isquiosurales

en el fútbol es que los déficits de fuerza e inhibiciones musculares persisten después de sufrir dicha lesión, lo que puede dificultar que el trabajo del equipo médico tenga éxito.

Esta inhibición, si persiste, puede conducir a una mala adaptación de la estructura y la función del músculo HS, lo que incluye debilidad concéntrica y excéntrica prolongada, atrofia de la musculatura afectada, déficits biomecánicos persistentes y alteraciones en el par máximo de los flexores de la rodilla.

Las intervenciones adecuadas de rehabilitación y tratamiento deben adoptar un enfoque multifactorial y holístico de las lesiones de la musculatura isquiosural.

Esto implica abordar los desequilibrios de la fuerza muscular, la flexibilidad de los músculos isquiosurales, las deficiencias en el control neuromuscular y la estabilidad lumbopélvica.

Al regresar al juego competitivo y al entrenamiento, el manejo de la carga funcional y la programación de juegos/partidos deben ser muy considerados para el futbolista que regresa a la actividad deportiva.

En este sentido, aparece el término "*Return to Play*", utilizado por los investigadores expertos en la materia para referirse al proceso mediante el cual los profesionales sanitarios, dentro del equipo multidisciplinar, dan luz verde a la reincorporación del futbolista a la dinámica con el equipo.

No obstante, a pesar de los esfuerzos de los autores e investigadores por establecer unos adecuados criterios para la vuelta a la práctica deportiva, la incidencia y recidiva de nuevas lesiones isquiosurales sigue siendo desmesuradamente alta en comparación con los recursos que se están destinando para abordar este tipo de lesiones.

Sobre esta problemática, están apareciendo estudios recientes que afirman que, a pesar de la correcta elaboración de los distintos protocolos de vuelta al deporte, no se están teniendo en cuenta variables como el tiempo de curación del tejido, tan importante en otras lesiones como pueden ser las lesiones óseas.

Por ello, en la consecución de los procesos de rehabilitación y tratamiento, el tiempo de recuperación debe jugar un papel crucial dentro de los criterios de vuelta a la actividad deportiva.

Los médicos de los equipos de élite tienden a utilizar imágenes de resonancia magnética del músculo lesionado para evaluar la rehabilitación y guiar su progreso. Sin embargo, esta técnica no es práctica y económicamente factible de usar, especialmente dentro de la población de atletas que no son de élite.

Naturalmente, no es posible (para un jugador o médico) esperar hasta que la resonancia magnética no muestre anomalías en absoluto antes de considerar la vuelta con el equipo.

Un médico debe ser capaz de señalar el momento exacto en el que el tejido recién formado ha recuperado la fuerza suficiente para soportar las altas fuerzas específicas del deporte.

Sin embargo, parece que esto podría ser problemático para las técnicas de imagen utilizadas actualmente. Parece que (con las técnicas de imagen utilizadas actualmente, como la resonancia magnética), no se puede obtener una medida cuantitativa que nos diga si se ha alcanzado o no este punto crucial (porque, en la mayoría de los casos, habrá anomalías en la resonancia magnética en el momento de la vuelta a la actividad deportiva).

Además, algunas características biológicas que tienen lugar durante el proceso de curación del músculo (por ejemplo, la formación de fibras de colágeno tipo I, el entrecruzamiento entre las fibras de colágeno y la expresión de proteínas adhesivas) son imprescindibles para la formación de tejido cicatricial y muscular fuerte y maduro (53).

Estos procesos no se pueden detectar a través de la evaluación de resonancia magnética, pero son imprescindibles para una vuelta a la actividad segura.

Otra herramienta de imagen utilizada con frecuencia para diagnosticar lesiones musculares agudas es la ecografía. Si bien la técnica ecográfica es menos costosa que la resonancia magnética, también tiene algunas deficiencias para el seguimiento del proceso de curación del músculo lesionado.

No obstante, las anomalías tienden a resolverse más rápido en la evaluación ecográfica que en la resonancia magnética.

Sin embargo, parece que los métodos de imágenes médicas actuales utilizados para el diagnóstico y pronóstico en el contexto de la lesión muscular carecen de sensibilidad para proporcionar evidencia concluyente e información cuantitativa sobre las capacidades de soporte de estrés del tejido y, por lo tanto, no son capaces de identificar el punto exacto en momento en que el tejido muscular está listo para un retorno a la actividad deportiva de forma segura.

En definitiva, las lesiones isquiosurales son una entidad compleja. La evaluación individualizada de los atletas de fútbol es fundamental para identificar a los jugadores con alto riesgo de lesión e implementar programas de prevención y ejercicios excéntricos actualizados y basados en evidencia.

La educación global de la comunidad futbolística es clave para abordar la alta incidencia y recurrencia de lesiones de esta musculatura.

El enfoque basado en evidencia para el entrenamiento de fuerza para la prevención de lesiones de la musculatura isquiosural debe implicar la selección de ejercicios específicos para la activación muscular apropiada basada en el mecanismo de acción de estas estructuras y considerar cómo estas intervenciones dirigidas pueden impactar positivamente en la arquitectura, morfología y función del músculo isquiosural (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso) para mitigar la recurrencia, persistencia de síntomas y limitaciones del rendimiento que generan este tipo de lesiones.

En general, para diseñar un protocolo de prevención es necesario seguir puntos básicos anatómicos, biomecáni-

cos y fisiológicos. Esto es particularmente importante si lo que se pretende es tener un efecto preventivo en la incidencia y recidiva de lesiones de isquiosurales.

De hecho, la función biomecánica del complejo isquiosural considerará los diferentes comportamientos biomecánicos de bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso.

Otro punto clave es la biomecánica del movimiento de las situaciones que amenazan la integridad de los isquiosurales. Sólo respetando el principio de la "especificidad" será posible optimizar el resultado de los programas de prevención.

Los ejercicios propuestos tanto en los planes de prevención como de recuperación de la carga deben tratar de adaptarse en la medida de lo posible al modelo de rendimiento específico en lo que se refiere al concepto: "*entrenar como se juega*", con toda la cautela que se debe tener en la aplicación estricta de este concepto a todo el programa de entrenamiento.

La eficacia del programa de prevención de lesiones musculares está fuertemente ligada a la conciencia de los entrenadores sobre este tema.

De hecho, el entrenador y el cuerpo técnico deciden el contenido de las sesiones de entrenamiento con la carga de entrenamiento correspondiente y, con demasiada frecuencia, no están disponibles para dedicar una parte del entrenamiento a los programas de prevención de lesiones.

Esto representa un punto importante a mejorar para llenar el vacío existente entre la investigación y la práctica de campo.

Otro factor a considerar en cuanto a la eficacia de los programas de prevención de lesiones es la estabilidad tanto del cuerpo médico como del cuerpo técnico.

En el fútbol, es bastante raro lograr una estabilidad en el cuerpo técnico, pero por el contrario, es posible y muy probable crear en el club una continuidad en cuanto al cuerpo médico. Esto podría garantizar la eficiencia de los programas de prevención de lesiones.

La investigación futura debe incluir la evaluación de la efectividad de los programas de rehabilitación actuales, la aclaración adicional de los criterios apropiados de vuelta a la actividad deportiva y el desarrollo mejorado de estrategias de prevención efectivas para reducir la aparición y recurrencia de lesiones de la musculatura isquiosural.

BIBLIOGRAFÍA

- Silvers-Granelli HJ, Cohen M, Espregueira-Mendes J et al. Hamstring muscle injury in the athlete: state of the art. *J ISAKOS*. 2021 May;6(3):170-181.
- Gudelis M, Pruna R, Trujillano J et al. Epidemiology of hamstring injuries in 538 cases from an FC Barcelona multi sports club. *Phys Sportsmed*. 2023 Jan 27:1-8.
- Windt J, Ekstrand J, Khan KM et al. Does player unavailability affect football teams' match physical outputs? A two-season study of the UEFA champions league. *J Sci Med Sport*. 2018;21:525-532.
- Pulici L, Certa D, Zago M et al. Injury Burden in Professional European Football (Soccer): Systematic Review, Meta-Analysis, and Economic Considerations. *Clin J Sport Med*. 2022 Nov 22.
- Drake R.L., Vogl W, Mitchell AWM. *Anatomy for Students*. Elsevier. 1ª Edición. 2005
- Palmer B, McBride M, Jones G et al. 415 Injury trends in men's english professional football: an 11 year case series. In: Poster Presentations. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2021. p. A158-A158.
- Macdonald B, McAleer S, Kelly S et al. Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *Br J Sports Med*, 2019;53(23):1464-73.
- Sherry MA, Best TM. A comparison of rehabilitations programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;34(3):116-25.
- Garcia AG, Andrade R, Afonso J et al. Hamstrings injuries in football. *J Orthop*. 2022 Apr 11;31:72-77.
- Armfield DR, Kim DH, Towers JD et al. Sports-related muscle injury in the lower extremity. *Clin Sports Med*. 2006 Oct;25(4):803-42.
- Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K et al. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med* 2013;47(6):342-50.
- Patel A, Chakraverty J, Pollock N et al. British athletics muscle injury classification: a reliability study for a new grading system. *Clin Radiol*. 2015;70(12):1414-20.
- Shamji R, James SLJ, Botchu R et al. Association of the British Athletic Muscle Injury Classification and anatomic location with return to full training and reinjury following hamstring injury in elite football. *BMJ Open Sport Exerc Med*;7(2):e001010.
- Wangensteen A, Guermazi A, Tol JL et al. New MRI muscle classification systems and associations with return to sport after acute hamstring injuries: a prospective study. *Eur Radiol*. 2018;28(8):3532-41.
- Danielsson A, Horvath A, Senorski C et al. The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Sep 29;21(1):641.
- Askling CM, Tengvar M, Saartok T et al. Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics. *Am J Sports Med*. 2007 Oct;35(10):1716-24.
- Kenneally-Dabrowski CJB, Brown NAT, Lai AKM et al. Late swing or early stance? A narrative review of ham-

- string injury mechanisms during high-speed running. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Aug;29(8):1083-1091.
18. Higashihara A, Nagano Y, Takahashi K et al. Effects of forward trunk lean on hamstring muscle kinematics during sprinting. *J Sports Sci*. 2015;33(13):1366-75.
 19. Schuermans J, Van Tiggelen D, Witvrouw E. Prone Hip Extension Muscle Recruitment is Associated with Hamstring Injury Risk in Amateur Soccer. *Int J Sports Med*. 2017 Sep;38(9):696-706.
 20. Ruan M, Li L, Chen C et al. Stretch Could Reduce Hamstring Injury Risk During Sprinting by Right Shifting the Length-Torque Curve. *J Strength Cond Res*. 2018 Aug;32(8):2190-2198.
 21. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med*. 2016 Dec;50(24):1524-1535.
 22. Bourne MN, Duhig SJ, Timmins RG et al. Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *Br J Sports Med*. 2017 Mar;51(5):469-477. Epub 2016 Sep 22. Erratum in: *Br J Sports Med*. 2019 Mar;53(6):e2
 23. Van den Tillaar R, Solheim JAB, Bencke J. Comparison of hamstring muscle activation during high-speed running and various hamstring strengthening exercises. *Int J sports Phys Ther*. 2017 oct;12(5):718-727.
 24. Ono T, Higashihara A, Shinohara J et al. Estimation of tensile force in the hamstring muscles during over-ground sprinting. *Int J Sports Med*. 2015 Feb;36(2):163-8.
 25. Jones RI, Ryan B, Todd AI. Muscle fatigue induced by a soccer match-play simulation in amateur Black South African players. *J Sports Sci*. 2015;33(12):1305-11.
 26. Valle X, Malliaropoulos N, Párraga JD, Bikos G, Mónaco M, Maffulli N. Hamstring and other thigh injuries in children and young athletes. *Scand J Med Sci Sports [Internet]*. 2018;28(12):2630-7.
 27. Camp CL, Dines JS, van der List JP et al. Summative report on time out of play for major and Minor League Baseball: An analysis of 49,955 injuries from 2011 through 2016. *Am J Sports Med [Internet]*. 2018;46(7):1727-32.
 28. Dalton SL, Kerr ZY, Dompier TP. Epidemiology of hamstring strains in 25 NCAA sports in the 2009-2010 to 2013-2014 academic years. *Am J Sports Med [Internet]*. 2015;43(11):2671-9.
 29. Orchard JW, Kountouris A, Sims K. Risk factors for hamstring injuries in Australian male professional cricket players. *J Sport Health Sci [Internet]*. 2017;6(3):271-4.
 30. Green B, Bourne MN, Pizzari T. Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med [Internet]*. 2018;52(5):329-36.
 31. Small K, McNaughton L, Greig M et al. The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *J Sci Med Sport [Internet]*. 2010;13(1):120-5.
 32. Carling C, McCall A, Le Gall F, Dupont G. The impact of short periods of match congestion on injury risk and patterns in an elite football club. *Br J Sports Med [Internet]*. 2016;50(12):764-8.
 33. Arner JW, McClincy MP, Bradley JP. Hamstring Injuries in Athletes: Evidence-based Treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 Dec 1;27(23):868-877.
 34. Chang JS, Kayani B, Plastow R et al. Management of hamstring injuries: current concepts review. *Bone Joint J*. 2020 Oct;102-B(10):1281-1288.
 35. Bodendorfer BM, Curley AJ, Kotler JA et al. Outcomes After Operative and Nonoperative Treatment of Proximal Hamstring Avulsions: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2018 Sep;46(11):2798-2808.
 36. Piposar JR, Vinod AV, Olsen JR et al. High-grade partial and retracted (<2 cm) proximal hamstring ruptures: Nonsurgical treatment revisited. *Orthop J Sports Med* 2017;5:2325967117692507.
 37. Sheean AJ, Arner JW, Bradley JP. Proximal Hamstring Tendon Injuries: Diagnosis and Management. *Arthroscopy*. 2021 Feb;37(2):435-437.
 38. Nasser AM, Pizzari T, Grimaldi A et al. Proximal hamstring tendinopathy; expert physiotherapists' perspectives on diagnosis, management and prevention. *Phys Ther Sport*. 2021 Mar;48:67-75.
 39. Ganderton C, Semciw A, Cook J et al. Gluteal loading versus sham exercises to improve pain and dysfunction in postmenopausal women with greater trochanteric pain syndrome: A randomized controlled trial. *J Womens Health (Larchmt) [Internet]*. 2018;27(6):815-29.
 40. Mellor R, Bennell K, Grimaldi A, Nicolson P, Kasza J, Hodges P, et al. Education plus exercise versus corticosteroid injection use versus a wait and see approach on global outcome and pain from gluteal tendinopathy: prospective, single blinded, randomised clinical trial. *BMJ [Internet]*. 2018;361:k1662.
 41. Ekstrand J, Lee JC, Healy JC. MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *Br J Sports Med*. 2016 Jun;50(12):738-43.
 42. Pas HI, Reurink G, Tol JL et al. Efficacy of rehabilitation (lengthening) exercises, platelet-rich plasma injections, and other conservative interventions in acute hamstring injuries: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015 Sep;49(18):1197-205.

43. Sheth U, Dwyer T, Smith I et al. Does Platelet-Rich Plasma Lead to Earlier Return to Sport When Compared With Conservative Treatment in Acute Muscle Injuries? A Systematic Review and Meta-analysis. *Arthroscopy*. 2018 Jan;34(1):281-288.e1.
44. Matthews JR, Sonnier JH, Prodoehl JP et al. Distal Hamstring Muscle Injuries. *JBJS Rev*. 2022 Mar 3;10(3).
45. Knapik DM, Metcalf KB, Voos JE: Isolated tearing and avulsion of the distal biceps femoris tendon during sporting activities: A systematic review. *Orthop J Sports Med* 2018;6:2325967118781828.
46. Branch EA, Loveland D, Sadeghpour S, Anz AW: A biomechanical assessment of biceps femoris repair techniques. *Orthop J Sports Med* 2018;6:2325967117748891.
47. Metcalf KB, Knapik DM, Voos JE. Damage to or Injury of the Distal Semitendinosus Tendon During Sporting Activities: A Systematic Review. *HSS J*. 2019 Jul;15(2):185-9.
48. Kayani B, Ayuob A, Begum F et al. Surgical Repair of Distal Musculotendinous T Junction Injuries of the Biceps Femoris. *Am J Sports Med*. 2020 Aug;48(10):2456-2464.
49. Ahearn N, Wood DG. Distal avulsion of reconstituted hamstring tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021 Jun;29(6):1722-1727.
50. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N et al. Pain-Free Versus Pain-Threshold Rehabilitation Following Acute Hamstring Strain Injury: A Randomized Controlled Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2020 Feb;50(2):91-103.
51. Van Dyk N, Behan FP, Whiteley R. and Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sports Med*. 2019; 53: 1362– 1370.
52. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N et al. Criteria for progressing rehabilitation and determining return-to-play clearance following hamstring strain injury: a systematic review. *Sports Med*. 2017; 47: 1375– 1387.
53. Pieters D, Wezenbeek E, Schuermans J et al. Return to Play After a Hamstring Strain Injury: It is Time to Consider Natural Healing. *Sports Med*. 2021 Oct;51(10):2067-2077.
54. Hallén A, Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci*. 2014;32(13):1229-36.
55. Dunlop G, Ardern CL, Andersen TE et al. Return-to-Play Practices Following Hamstring Injury: A Worldwide Survey of 131 Premier League Football Teams. *Sports Med*. 2020 Apr;50(4):829-840.
56. Nanni G., Frizziero A., Oliva F et al. Effects of Integrative Core Stability Training on Balance and Walking Speed in Healthy Elderly People. *Adv. Phys. Educ*. 2020;1:4–2
57. Biz C, Nicoletti P, Baldin G et al. Hamstring Strain Injury (HSI) Prevention in Professional and Semi-Professional Football Teams: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Aug 4;18(16):8272.
58. Bisciotti GN, Chamari K, Cena E et al. Hamstring Injuries Prevention in Soccer: A Narrative Review of Current Literature. *Joints*. 2020 May 25;7(3):115-126.
59. Seagrave RA 3rd, Perez L, McQueeney S et al. Preventive Effects of Eccentric Training on Acute Hamstring Muscle Injury in Professional Baseball. *Orthop J Sports Med*. 2014 Jun 3;2(6):2325967114535351.
60. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. 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. *Br J Sports Med*. 2016 Jun;50(12):731-7.
61. Valle X, L Tol J, Hamilton B et al. Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose. *Asian J Sports Med*. 2015 Dec;6(4):e25411.
62. van der Horst N, Smits DW, Petersen J et al. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2015 Jun;43(6):1316-23.
63. Kenneally-Dabrowski C, Serpell BG, Spratford W et al. A retrospective analysis of hamstring injuries in elite rugby athletes: More severe injuries are likely to occur at the distal myofascial junction. *Phys Ther Sport*. 2019 Jul;38:192-8.
64. Grassi A, Napoli F, Romandini I et al. Is Platelet-Rich Plasma (PRP) Effective in the Treatment of Acute Muscle Injuries? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018 Apr;48(4):971-989.
65. Bradley JP, Lawyer TJ, Ruff S et al. Platelet-Rich Plasma Shortens Return to Play in National Football League Players With Acute Hamstring Injuries. *Orthop J Sports Med*. 2020 Apr 17;8(4):232596712091173.