

## CARTA CIENTÍFICA

### La longitud del tendón libre no está asociada al tiempo de vuelta a la competición en las lesiones musculares del bíceps femoral

#### Length of the free tendon is not associated with return to play time in biceps femoris muscle injuries

Las lesiones del complejo muscular de los isquiotibiales son lesiones muy comunes en los deportes. Representan el 12% de todas las lesiones y el 37% de todas las lesiones musculares en el fútbol profesional<sup>1</sup>, y el bíceps femoral es el músculo lesionado con mayor frecuencia (84%)<sup>2</sup>.

La cabeza larga del bíceps femoral se origina en la cara posterior de la tuberosidad isquiática. Comparte huella y (parte de su) tendón con el semitendinoso<sup>3-8</sup>. El tendón puede subdividirse en tendón «libre» e «intramuscular» (a veces denominado «tendón central»<sup>9-11</sup>). El tendón libre se define como la parte del tendón que no tiene fibras musculares que se insertan en él, y la parte restante del tendón se denomina tendón «intramuscular».

En el club multideportivo del Fútbol Club Barcelona (FC Barcelona) observaciones clínicas anecdóticas condujeron a la sospecha clínica que un tendón libre proximal corto en las lesiones de la cabeza larga del bíceps femoral (CLBF) estaban asociadas a un retorno más rápido a la competición (*return to play* [RTP]). Aún no se ha evaluado la confiabilidad de la medición y el valor pronóstico potencial (es decir, el tiempo para volver a jugar) del tendón largo libre proximal. Nuestra hipótesis es que un tendón libre proximal del CLBF más corto se asocia a un tiempo más breve para volver a jugar (RTP).

Por lo tanto, el objetivo principal del presente estudio fue:

- Evaluar la confiabilidad de la medición del tendón libre proximal de CLBF en imágenes de resonancia magnética (RM).
- Evaluar la asociación entre la longitud del tendón libre proximal del CLBF y el tiempo de RTP en días.

#### Método

#### Sujetos

Para abordar nuestra pregunta de investigación se utilizó una población de estudio compuesta por dos estudios de cohortes diferentes (50 cohortes catalanas y 58 cohortes de Qatar). Los pacientes con lesiones agudas de los isquiotibiales fueron reclutados en el club multideportivo FC Barcelona o formaron parte de un ensayo clínico controlado a doble ciego que investigó el efecto del plasma rico en plaquetas (PRP) en el tiempo para volver a jugar (RTP) en la lesión aguda de los isquiotibiales<sup>13</sup>. El ensayo clínico controlado no mostró ningún beneficio del PRP sobre el placebo. Los criterios de elegibilidad para ambas cohortes de estudio se muestran en la tabla 1.

Los comités de ética de ASPETAR (*Orthopaedic and Sports Medicine Hospital*) y del Comité de ética de investigaciones clínicas de la Administración deportiva de Cataluña aprobaron el estudio. Todos los sujetos otorgaron el consentimiento informado.

#### Protocolo RM

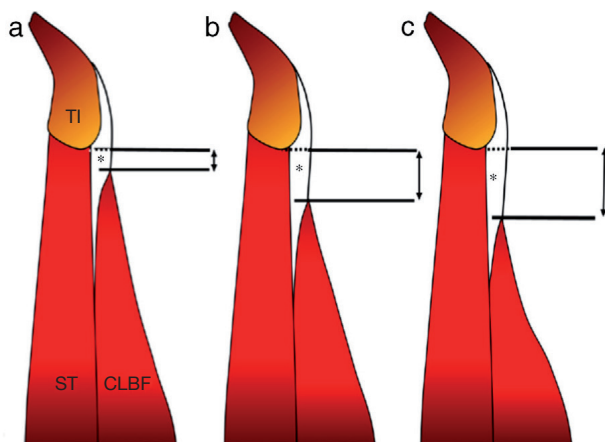
Se adquirieron las imágenes en el FC Barcelona con un sistema magnético de 3.0 T (Siemens, Erlangen, Alemania). Los sujetos fueron colocados en el interior del escáner con ambas piernas paralelas a la mesa de RM y se les cubrieron los muslos con bobinas multicanal.

Se obtuvieron las imágenes coronal y axial ponderadas en T1 (TR/TE 900/15 ms; FOV 330 mm × 300 mm; grosor del corte 3,5 mm; matriz 384 × 512). Se obtuvieron las imágenes coronal y axial en T2 con grasa saturada (TR/TE 4000/35 ms; FOV 330 mm × 300 mm; grosor del corte 3,5 mm; matriz 320 × 384) así como la sagital en T2 (TR/TE 4000/32 ms; FOV 330 mm × 300 mm; grosor del corte 2,0 mm; matriz 320 × 384).

En la cohorte ASPETAR las imágenes fueron adquiridas con un sistema magnético (Magnetom Espree, Siemens) y una bobina de matriz corporal. Se obtuvieron imágenes ponderadas de densidad protónica coronal y axial (TR/TE 3000/32 ms; FOV 240 mm; grosor del corte 5 mm; matriz, 333 × 512). Después se obtuvieron las imágenes ponderadas de densidad protónica coronal y axial con saturación de gra-

**Tabla 1** Criterios de elegibilidad

Estudio de cohorte	Cohorte catalana	Cohorte qatari (Hamilton et al. <sup>12</sup> )
Criterios de inclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio agudo parte posterior del muslo</li> <li>• Dolor localizado con la palpación</li> <li>• Dolor localizado con estiramiento pasivo</li> <li>• Aumenta el dolor con la contracción</li> <li>• RM confirmó lesión grado I o II CLBF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad 18-50 años</li> <li>• Se dispone seguimiento</li> <li>• Inicio dolor agudo parte posterior del muslo</li> <li>• Visualizar una RM a los 5 días de la lesión</li> <li>• RM confirmó lesión grado I o II CLBF</li> <li>• Género masculino</li> <li>• Se dispone realizar cinco sesiones de fisioterapia a la semana en centro</li> </ul>
Criterios de exclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraindicación para RM</li> <li>• Lesión isquiotibiales crónica</li> <li>• Concurrencia de otras lesiones que inhiben la rehabilitación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraindicación RM</li> <li>• Relesión o lesión crónica de isquiotibiales</li> <li>• Concurrencia de otras lesiones que inhiben la rehabilitación</li> <li>• No dispuesto a cumplir con el seguimiento</li> <li>• Fobia a las agujas</li> <li>• Infección cutánea suprayacente</li> <li>• Diabetes, inmunodepresión</li> <li>• Medicamentos con mayor riesgo de sangrado</li> <li>• Contraindicación médica a la inyección</li> </ul>

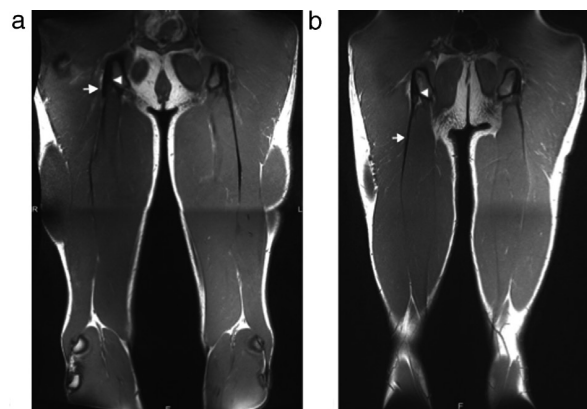


**Figura 1** La longitud del tendón libre proximal del CLBF se mide (en cm) desde el margen más inferior de la tuberosidad isquiática hasta el punto en que las primeras fibras musculares comienzan a insertarse en el tendón. a) Tendón libre corto. b) Tendón libre mediano. c) Tendón libre largo. CLBF: cabeza larga del bíceps femoral; ST semitendinoso; TI: tuberosidad isquiática; \*: tendón libre.

sa (PD-FS) TR/TE 3000/32 ms; FOV 240 mm; grosor del corte 3,5 mm; matriz 326 × 512 para la coronal y TR/TE 3490/27 ms; FOV 320 mm; grosor del corte 3,5 mm; matriz 333 × 512 para la axial).

### Valoración RM

Cada una de las imágenes RM fue valorada por uno de los dos radiólogos osteomusculares, que fueron cegados al resultado



**Figura 2** Se muestran imágenes de RM coronal T1 de un tendón libre corto (a) y un tendón libre largo (b). Las puntas de flecha muestran el margen más inferior de la tuberosidad isquiática y las flechas muestran el punto en que las primeras fibras musculares comienzan a insertarse en el tendón.

clínico. Cada radiólogo calificó las RM en un orden aleatorio, entre julio de 2009 y julio de 2016. La medición del tendón libre proximal del CLBF se muestra en las figuras 1 y 2.

### Protocolo de rehabilitación

Los protocolos de rehabilitación utilizados en ambas cohortes se describen detalladamente en estudios anteriores<sup>13,14</sup>.

### Resultado de las medidas

En el FC Barcelona, la decisión de RTP se basa en la evaluación clínica, las pruebas de campo específicas del deporte y

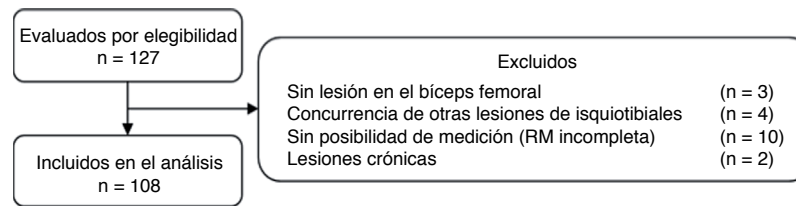


Figura 3 Diagrama de flujo del proceso de inclusión.

las imágenes<sup>15,16</sup>. El test de campo incluye una comparación de datos, como los parámetros de la carga de trabajo (incluido el GPS), con datos específicos del deportista, como las lesiones previas. No se utilizaron criterios predefinidos específicos. El tiempo hasta el RTP se definió como el número de días desde la lesión inicial hasta que uno de los médicos del equipo autorizó que el deportista reanudase su entrenamiento completo sin restricciones.

En la cohorte ASPETAR las directrices para tomar la decisión final de RTP incluyeron la finalización exitosa y asintomática del programa de rehabilitación progresiva, basada en criterios que incluyen tres fases específicas del deporte, la evaluación clínica realizada por un médico especialista en medicina deportiva y la interpretación de los resultados de un estudio isocinético. La decisión final del médico fue dirigida, pero no determinada, por estos factores médicos, y también incluyó la consideración de modificadores de riesgo deportivo y modificadores de decisión<sup>17,18</sup>.

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el programa de IBM SPSS Statistics (versión 21, IBM Corp.). Para determinar su normalidad se probaron las variables continuas y se presentaron como media ( $\pm$  DE), a menos que se indique lo contrario. Para evaluar la confiabilidad intraobservador, uno de los dos especialistas en radiología osteomuscular registró la longitud del tendón libre bilateralmente de 30 sujetos. El mismo radiólogo repitió las mediciones una semana después. Para evaluar la confiabilidad interobservador, ambos radiólogos realizaron las mediciones de forma independiente. Se realizó un análisis de coeficiente de correlación intraclass (CCI) para determinar la confiabilidad intra e interobservador. Utilizamos el  $\alpha$  de Cronbach, y el modelo para el cálculo de CCI fue un sistema mixto de dos vías (los efectos de las personas son aleatorios y los efectos de los ítems son fijos). La confiabilidad se consideró excelente si la CCI era  $> 0,75$ , aceptable a buena si el CCI se situaba entre  $0,4$  y  $0,75$ , y pobre si el CCI era  $< 0,4$ . Para analizar la relación entre la longitud del tendón (en cm) y el tiempo hasta RTP (en días) se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. La significación estadística se estableció en  $p < 0,05$ .

### Resultados

De 2008 a 2014 se incluyeron para analizar 108 deportistas con una lesión CLBF (fig. 3).

Las características demográficas y de las lesiones iniciales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 Características basales de los sujetos incluidos

	n = 108
<i>Edad (años)</i>	25 ( $\pm$ 5,8)
<i>Categoría deportiva</i>	
Atletismo	4 (4%)
Béisbol	1 (1%)
Basquetbol	7 (7%)
Decatlón	1 (1%)
Hockey hierba	7 (7%)
Fútbol	63 (58%)
Futsal	7 (7%)
Balonmano	2 (2%)
Preparador físico	1 (1%)
Atletismo	13 (12%)
Voleibol	1 (1%)
Halterofilia/culturismo	1 (1%)
<i>Parte lesionada</i>	
Derecha	68 (63%)
Izquierda	40 (37%)
Bilateral	0 (0,0%)
<i>Localización de la lesión</i>	
Proximal	78 (72%)
Distal	30 (28%)
<i>Localización anatómica</i>	
Tendón libre	0 (0%)
Unión miotendinosa	104 (96%)
Miofascial	4 (4%)
<i>Longitud del tendón libre del CLBF</i>	
Longitud del tendón libre derecho (cm)	4,8 ( $\pm$ 2,4)
Longitud del tendón libre izquierdo (cm)	5,0 ( $\pm$ 2,2)

### Confiabilidad

En la tabla 3 se presentan los CCI de la confiabilidad de la longitud del tendón libre (cm) del observador y del interobservador.

### Longitud del tendón libre y tiempo RTP

La longitud media del tendón libre proximal del CLBF fue de  $4,8 \pm 2,4$  cm en el lado derecho y de  $5,0 \pm 2,2$  cm en el lado izquierdo. El tiempo medio para RTP fue de  $29 \pm 15$  días. No hubo una correlación estadísticamente significativa entre la longitud del tendón libre proximal del CLBF en cm y el tiempo hasta RTP en días (coeficiente de correlación de Pearson =  $-0,037$ ;  $p = 0,712$ ). La figura 4 muestra un diagrama de dispersión para estos parámetros.

Tabla 3 Coeficientes de correlación intraclase (CCI)

Confiabilidad	Tendón	CCI	IC 95%	p	Fuerza de la concordancia
Intraobservador	Derecho	0,983	0,963-0,992	< 0,001	Excelente
	Izquierdo	0,921	0,832-0,963	< 0,001	Excelente
Interobservador	Derecho	0,984	0,966-0,993	< 0,001	Excelente
	Izquierdo	0,977	0,952-0,989	< 0,001	Excelente

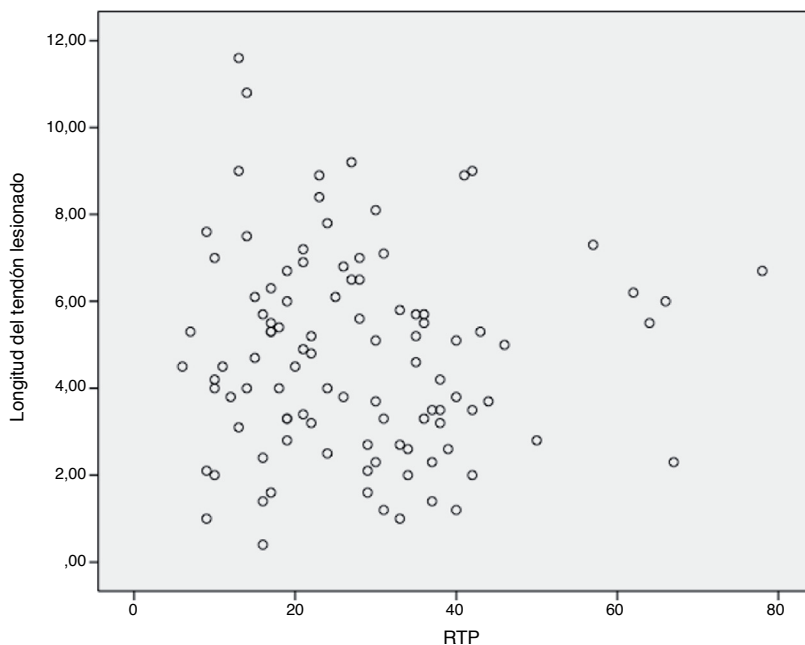


Figura 4 Diagrama de dispersión para RTP (días) y longitud del tendón libre proximal del CLBF (cm).

## Discusión

En el presente estudio hemos tratado de determinar si existe o no una relación entre la longitud del tendón libre proximal del CLBF y el tiempo de RTP, una hipótesis que se formuló en base a observaciones clínicas. La medida presentada de la longitud del tendón libre proximal del CLBF tiene una excelente confiabilidad intra e interobservador. Sin embargo, no hubo correlación entre la longitud del tendón (cm) y el tiempo de RTP (días).

### Tendón libre de la cabeza larga del bíceps femoral proximal y RTP

En el presente estudio los deportistas son predominantemente jugadores de fútbol y atletas con un tiempo medio de RTP de aproximadamente 4 semanas. A modo de comparación: un estudio a gran escala sobre RTP en fútbol (élite) informó que el 84% de las lesiones involucraban al bíceps femoral, con un tiempo medio de RTP de  $20 \pm 15$  días<sup>19</sup>. Asklings et al.<sup>20</sup> estudiaron a 18 velocistas que habían tenido una lesión anterior en el bíceps femoral con un tiempo medio para volver al nivel de actividad anterior a la lesión de alrededor de 16 semanas (rango de 6 a 50 semanas).

Según nuestras mediciones, el promedio de longitud del tendón libre proximal del CLBF fue de  $4,8 \pm 2,4$  cm en el lado derecho y de  $5,0 \pm 2,2$  cm en el lado izquierdo. Un estudio anatómico reciente del complejo muscular de los isquiotibiales incluyó las longitudes de los músculos y los tendones y describió un promedio de longitud del tendón libre proximal del CLBF de  $5,0 \pm 3,4$  cm<sup>5</sup>. Aunque este estudio incluyó medidas sobre la disección, el promedio de la longitud de ese tendón se corresponde con nuestras mediciones en RM.

La sospecha clínica que la longitud del tendón libre proximal del CLBF podría afectar a la recuperación se debió en parte a las observaciones de la práctica clínica, y en parte a la concienciación actual por el efecto de la arquitectura musculotendinosa sobre el riesgo de lesión<sup>21-23</sup>. Hipotéticamente, si ciertas características arquitectónicas dan como resultado condiciones que pueden predisponer a una lesión muscular, también podrían dar como resultado condiciones menos favorables para la recuperación muscular. Intentamos investigar si este era el caso de la longitud del tendón libre proximal. No obstante, nuestros datos no indican que la longitud del tendón libre proximal del CLBF influya en el tiempo RTP tras una lesión aguda de los isquiotibiales en deportistas.

En cualquier caso, es interesante observar que las lesiones tendinosas (por ejemplo, distensiones del tendón libre proximal del CLBF) podrían precisar de una intervención quirúrgica para una curación completa porque, en caso de realizar un tratamiento conservador, el RTP es mucho más largo y el riesgo de lesión es alto<sup>24</sup>. Sin embargo, un trabajo reciente<sup>25</sup> ha señalado que el RTP en las lesiones intramusculares del tendón isquiotibial es solo significativamente más largo en comparación con las lesiones sin disrupción intramuscular del tendón.

## Limitaciones

Los sujetos en este estudio fueron participantes de un ensayo clínico controlado (cohorte de Qatar) o deportistas del FC Barcelona (cohorte catalana), con algunas diferencias en los criterios de elegibilidad en los protocolos de RM y los criterios de RTP. Aunque esto puede reflejar la práctica clínica, puede considerarse como una limitación. Además, se utilizó un análisis univariado. Por lo tanto, no hemos controlado posibles factores de confusión.

## Investigaciones futuras

Aparte del impacto en la recuperación, de acuerdo con estudios recientes sobre las características arquitectónicas, sería interesante investigar si la longitud del tendón libre proximal del CLBF es un factor de riesgo de lesión y lesión. Ello requiere estudios de diseño prospectivos.

## Conclusión

La longitud del tendón libre se puede medir de manera fiable con un excelente acuerdo entre observadores e inter-observadores. En la lesión de la cabeza larga del bíceps femoral la longitud del tendón libre proximal no se asocia con el tiempo para volver a la competición.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Ekstrand J, Hägglund M, Kristenson K, Magnusson H, Waldén M. Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: An 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med.* 2013;47:732-7.
2. Ekstrand J, Healy JC, Walden M, Lee JC, English B, Hägglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: The correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012;46:112-7.
3. Battermann N, Appell H-J, Dargel J, Koebeke J. An anatomical study of the proximal hamstring muscle complex to elucidate muscle strains in this region. *Int J Sports Med.* 2011;32:211-5.
4. Feucht MJ, Plath JE, Seppel G, Hinterwimmer S, Imhoff AB, Brucker PU. Gross anatomical and dimensional characteristics

- of the proximal hamstring origin. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:2576-82.
5. Van der Made AD, Wieldraaijer T, Kerkhoffs GM, Kleipool RP, Engebretsen L, van Dijk CN, et al. The hamstring muscle complex. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:2115-22.
  6. Philippon MJ, Ferro FP, Campbell KJ, Michalski MP, Goldsmith MT, Devitt BM, et al. A qualitative and quantitative analysis of the attachment sites of the proximal hamstrings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:2554-61.
  7. Sato K, Nimura A, Yamaguchi K, Akita K. Anatomical study of the proximal origin of hamstring muscles. *J Orthop Sci.* 2012;17:614-8.
  8. Woodley SJ, Mercer SR. Hamstring muscles: Architecture and innervation. *Cells Tissues Organs.* 2005;179:125-41.
  9. Comin J, Malliaras P, Baquie P, Barbour T, Connell D. Return to competitive play after hamstring injuries involving disruption of the central tendon. *Am J Sports Med.* 2013;41:111-5.
  10. Pollock N, James SL, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: A new grading system. *Br J Sports Med.* 2014;48:1347-51.
  11. Van der Made A, Almusa E, Whiteley R, Hamilton B, Eirale C, van Hellemond F, et al. Intramuscular tendon involvement on MRI has limited value for predicting time to return to play following acute hamstring injury. *Br J Sports Med.* 2018;52:71.
  12. Hamilton B, Tol JL, Almusa E, Boukarroum S, Eirale C, Farooq A, et al. Platelet-rich plasma does not enhance return to play in hamstring injuries: A randomised controlled trial. *Br J Sports Med.* 2015;49:943-50.
  13. Tol JL, Hamilton B, Eirale C, Muxart P, Jacobsen P, Whiteley R. At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *Br J Sports Med.* 2014;48:9-1364.
  14. Valle X, Tol L, Hamilton J, Rodas B, Malliaras G, Malliaropoulos P, et al. *Asian J Sports Med.* 2015;6:e12541.
  15. Serveis Mèdics Futbol Club Barcelona. Clinical Practice Guide for muscular injuries. Epidemiology, diagnosis, treatment and prevention. Version 4.5 (9 February 2009). *Apunts Med Esport.* 2009;164:179-203.
  16. Pruna R, Andersen TE, Clarsen B, McCall A. *Muscle injury guide: Prevention of and return to play from muscle injuries.* Barcelona: Barça Innovation Hub; 2018.
  17. Creighton DW, Shrier I, Shultz R, Meeuwisse WH, Matheson GO. Return-to-play in sport: A decision-based model. *Clin J Sport Med.* 2010;20:379-85.
  18. Tol JL, Hamilton B, Eirale C, Muxart P, Jacobsen P, Whiteley R. At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *Br J Sports Med.* 2014;48:1364-9.
  19. 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;50:738-43.
  20. Askling CM, Tengvar M, Saartok T, Thorstensson A. Acute first time hamstring strains during high-speed running: A longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *Am J Sports Med.* 2006;35:197-206.
  21. Evangelidis PE, Massey GJ, Pain MTG, Folland JP. Biceps femoris aponeurosis size: A potential risk factor for strain injury? *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47:1383-9.
  22. Fiorentino NM, Blemker SS. Musculotendon variability influences tissue strains experienced by the biceps femoris long head muscle during high-speed running. *J Biomech.* 2014;47:3325-33.
  23. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, Williams MD, Lorenzen C, Opar DA. 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;50:1524-35.

24. Yanguas J, Pruna R, Puigdemívol J, Mechó S. Clinical and imaging aspects of assessment and management of proximal long head biceps femoris injury (free-tendon and miotendinosus junction injuries). A report of two cases. *Apunts Med Esport*. 2017;52:79-82.
25. Van der Made AD, Almusa E, Reurink G, Whiteley R, Weir A, Hamilton B, et al. Intramuscular tendon injury is not associated with an increased hamstring reinjury rate within 12 months after return to play. *Br J Sports Med*. 2018;52:1261-6.

Ricard Pruna<sup>a</sup>, Javier Yanguas<sup>a,\*</sup>, Anne D. van der Made<sup>b,c,d</sup>, Lluís Capdevila<sup>e</sup>, Ramon Balius<sup>f</sup>, Xavier Alomar<sup>g</sup>, Javier Arnaiz<sup>b</sup>, Johannes L. Tol<sup>b,c,d</sup>, Gil Rodas<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Futbol Club Barcelona, Servicios Médicos, FIFA Medical Center of Excellence, Barcelona, España*

<sup>b</sup> *Aspetar, Orthopedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Qatar*

<sup>c</sup> *Academic Center for Evidence Based Sports Medicine, Academic Medical Center, University of Amsterdam, Amsterdam Movement Sciences, Amsterdam, Países Bajos*

<sup>d</sup> *Department of Orthopaedic Surgery, Academic Medical Center, University of Amsterdam, Amsterdam Movement Sciences, Amsterdam, Países Bajos*

<sup>e</sup> *Laboratori de Psicologia de l'Esport, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España*

<sup>f</sup> *Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Barcelona, España*

<sup>g</sup> *Departament de Radiologia, Centres Mèdics Creu Blanca, Barcelona, España*

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: xavier.yanguas@fcbarcelona.cat (J. Yanguas)