



CARTA CIENTÍFICA

La longitud del tendó lliure no està associada al temps de retorn a la competició en les lesions musculars del bíceps femoral

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

Les lesions del complex muscular dels isquiotibials són molt comunes a l'esport. Representen el 12% de totes les lesions i el 37% de totes les lesions musculars del futbol professional¹, i és el bíceps femoral el múscul que es lesiona amb més freqüència (84%)².

El cap llarg del bíceps femoral s'origina a la cara posterior de la tuberositat isquiàtica. Comparteix empremta i (part del) tendó amb el semitendíno³⁻⁸. El tendó pot subdividir-se en tendó «lliure» i «intramuscular» (a vegades denominat «tendó central»)⁹⁻¹¹. El tendó lliure es defineix com la part del tendó que no té fibres musculars que s'hi insereixin; l'altra part del tendó es denomina tendó «intramuscular».

En el club multiesportiu del Futbol Club Barcelona (FC Barcelona) observacions clíniques anecdòtiques van produir la sospita clínica que un tendó lliure proximal curt en les lesions del cap llarg del bíceps femoral (CLBF) estaven associades a un retorn més ràpid al joc (*return to play* [RTP]). Encara no s'ha valorat la confiabilitat del mesurament i el valor pronòstic potencial (és a dir, el temps per retornar a la competició) del tendó llarg lliure proximal. La nostra hipòtesi és que un tendó lliure proximal del CLBF més curt s'associa a un temps més breu per tornar a jugar (RTP).

Per tant, l'objectiu primari d'aquest estudi fou:

- Avaluar la confiabilitat del mesurament del tendó lliure proximal del CLBF en imatges de ressonància magnètica (RM).
- Avaluar l'associació entre la longitud del tendó lliure proximal del CLBF i el temps d'RTP en dies.

Mètode

Subjectes

Per emprendre la nostra pregunta de recerca s'utilitzà una població d'estudi composta per dos estudis de cohorts diferents (50 cohorts catalanes i 58 cohorts de Qatar). Els pacients amb lesions agudes dels isquiotibials van ser reclutats al club multiesportiu FC Barcelona o van formar part d'un assaig clínic controlat a doble cec que investigà l'efecte del plasma ric en plaquetes (PRP) en el temps per tornar a la competició (RTP) en la lesió aguda dels isquiotibials¹³. L'assaig clínic controlat no mostrà cap benefici del PRP sobre el placebo. Els criteris d'elegibilitat per a ambdues cohorts d'estudi es mostren en la taula 1.

Els comitès d'ètica d'ASPETAR (*Orthopaedic and Sports Medicine Hospital*) i el comitè d'ètica d'investigacions clíniques de l'Administració esportiva de Catalunya van aprovar l'estudi. Tots els subjectes atorgaren el consentiment informat.

Protocol RM

Es van adquirir les imatges al FC Barcelona amb un sistema magnètic de 3.0 T (Siemens, Erlangen, Alemanya). Els subjectes van ser col·locats a l'interior de l'escàner amb les dues cames paral·leles a la taula d'RM, i se'ls van cobrir les cuixes amb bobines multicanal.

S'obtingueren les imatges coronal i axial ponderades en T1 (TR/TE 900/15 ms; FOV 330 mm × 300 mm; gruix de tall 3,5 mm; matriu 384 × 512). S'obtingueren imatges coronal i axial en T2 amb saturació de greix (TR/TE 4000/35 ms; FOV 330 mm × 300 mm; gruix del tall 3,5 mm; matriu 320 × 384) així com la sagital en T2 (TR/TE 4000/32 ms; FOV 330 mm × 300 mm; gruix del tall 2,0 mm; matriu 320 × 384).

A la cohort ASPETAR les imatges foren adquirides amb un sistema magnètic (Magnetom Espree, Siemens) i una bobina de matriu corporal. S'obtingueren imatges ponderades de densitat protònica coronal i axial (TR/TE 3000/32 ms; FOV 240 mm; gruix del tall 5 mm; matriu, 333 × 512). Després s'obtingueren imatges ponderades de densitat protònica coronal i axial amb saturació de greix (PD-FS) TR/TE 3000/32 ms; FOV 240 mm; gruix del tall 3,5 mm; matriu

Taula 1 Criteris d'elegibilitat

Estudi de cohort	Cohort catalana	Cohort qatari (Hamilton et al. ¹²)
Criteri d'inclusió	<ul style="list-style-type: none"> • Inici del dolor agut a la part posterior de la cuixa • Dolor localitzat amb la palpació • Dolor localitzat amb un estirament passiu • Augmenta el dolor amb la contracció • RM confirmà lesió grau I o II CLBF 	<ul style="list-style-type: none"> • Edat 18-50 anys • Vàlid per al seguiment • Inici del dolor agut a la part posterior de la cuixa • Visualitzar una RM als 5 dies de la lesió • RM confirmà lesió grau I o II CLBF • Gènere masculí • Es disposa que faci cinc sessions de fisioteràpia a la setmana al nostre centre
Criteris d'exclusió	<ul style="list-style-type: none"> • Contraindicació per a RM • Lesió crònica isquiotibials • Concurrencia d'altres lesions que inhibeixen la rehabilitació 	<ul style="list-style-type: none"> • Contraindicació RM • Relesió o lesió crònica dels isquiotibials • Concurrencia d'altres lesions que inhibeixen la rehabilitació • No disposat a complir el seguiment • Fòbia a les agulles • Infecció cutània suprajacent • Diabetis, immunodepressió • Medicaments amb un risc major de sagnat • Contraindicació mèdica a la injecció

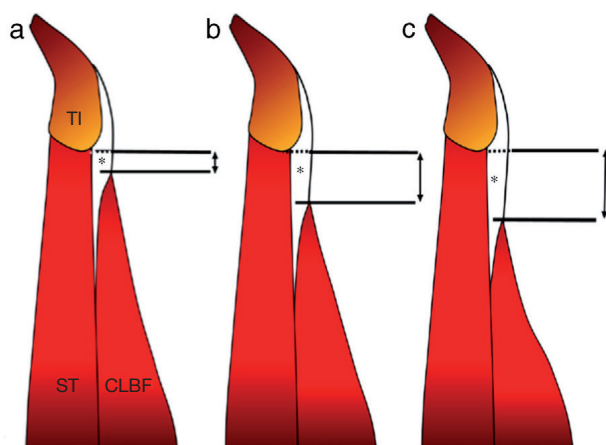


Figura 1 La longitud del tendó lliure proximal del CLBF es mesura (en cm) des del marge més inferior de la tuberositat isquiàtica fins al punt en què les primeres fibres musculars comencen a inserir-se al tendó. a) Tendó lliure curt. b) Tendó lliure mitjà. c) Tendó lliure llarg.

CLBF: cap llarg del bíceps femoral; ST: semitendí; TI: tuberositat isquiàtica; *: tendó lliure.

326 × 512 per a la coronal i TR/TE 3490/27 ms; FOV 320 mm; gruix del tall 3,5 mm; matriu 333 × 512 per a l'axial).

Valoració RM

Cada imatge RM fou valorada per un dels dos radiòlegs osteomusculars, i se'ls va cegar el resultat clínic. Cada radiòleg qualificà les RM en un ordre aleatori, entre juliol de 2009 i

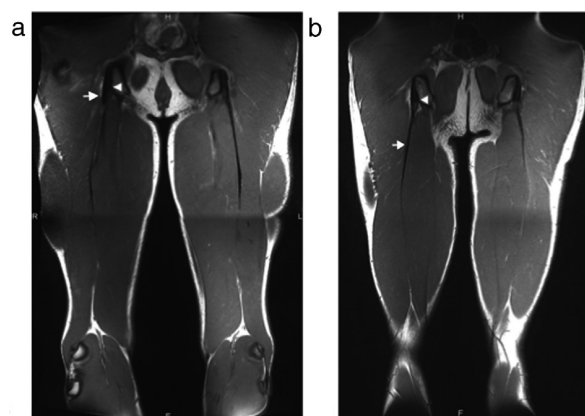


Figura 2 Es mostren imatges d'RM coronal en T1 d'un tendó lliure curt (a) i un tendó lliure llarg (b). Les puntes de fletxa mostren el marge més inferior de la tuberositat isquiàtica i les fletxes mostren el punt en què les primeres fibres musculars comencen a inserir-se en el tendó.

juliol de 2016. El mesurament del tendó lliure proximal del CLBF es mostra a les figures 1 i 2.

Protocol de rehabilitació

Els protocols de rehabilitació utilitzats en ambdues cohorts es descriuen detalladament en estudis previs^{13,14}.

Resultat dels mesuraments

Al FC Barcelona, la decisió d'RTP es basa en la valoració clínica, les proves de camp específiques de l'esport i les

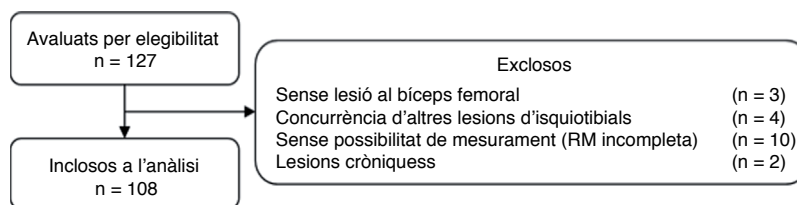


Figura 3 Diagrama de flux del procés d'inclusió.

imatges^{15,16}. El test de camp inclou una comparació de dades, com els paràmetres de la càrrega de treball (inclòs el GPS), amb dades específiques de cada esportista, com les lesions prèvies. No es van utilitzar criteris predefinitos específics. El temps fins a l'RTP es definí com el nombre de dies, des de la lesió inicial, fins que un dels metges de l'equip autoritzava l'esportista a reprendre l'entrenament complet sense restriccions.

A la cohort d'ASPETAR les directrius per prendre la decisió final d'RTP inclogueren la finalització exitosa i asimptomàtica del programa de rehabilitació progressiva, basada en criteris que inclouen tres fases específiques de l'esport, la valoració clínica realitzada per un metge especialista en medicina de l'esport i la interpretació dels resultats d'un estudi isocinètic. La decisió final del metge fou dirigida, però no determinada, per aquests factors mèdics, i també incloïa la consideració de modificadors de risc esportiu i modificadors de decisió^{17,18}.

Anàlisi estadística

L'anàlisi estadística es va dur a terme amb el programa d'IBM SPSS Statistics (versió 21, IBM Corp.). Per determinar-ne la normalitat es van provar les variables contínues i es van presentar com a mitjana (\pm DE) si no es diu el contrari. Per avaluar la confiabilitat intraobservador, un dels dos especialistes en radiologia osteomuscular registrà la longitud del tendó lliure bilateralment de 30 subjectes. El mateix radiòleg repetí els mesuraments una setmana després. Per avaluar la confiabilitat interobservador, ambdós radiòlegs van practicar els mesuraments de forma independent. Es realitzà una anàlisi del coeficient de correlació intraclasse (CCI) per determinar la confiabilitat intra i interobservador. Vam utilitzar l' α de Cronbach i el model per calcular el CCI fou un sistema mixt de dues vies (els efectes de les persones són aleatoris i els efectes dels ítems són fixos). La confiabilitat es considerarà excel·lent si el CCI era $> 0,75$, d'acceptable a bona si el CCI se situava entre $0,4$ i $0,75$, i pobre si el CCI era $< 0,4$. Per analitzar la relació entre la longitud del tendó (en cm) i el temps fins a l'RTP (en dies) s'utilitzà el coeficient de correlació de Pearson. La significació estadística s'establí en $p < 0,05$.

Resultats

De 2008 a 2014 s'inclogueren per analitzar 108 esportistes amb una lesió del CLBF (fig. 3).

Les característiques demogràfiques i de les lesions inicials es mostren a la taula 2.

Taula 2 Característiques basals dels subjectes inclusos

	n = 108
<i>Edat (anys)</i>	25 (\pm 5,8)
<i>Categoria esportiva</i>	
Atletisme	4 (4%)
Beisbol	1 (1%)
Basquetbol	7 (7%)
Decatló	1 (1%)
Hoquei	7 (7%)
Futbol	63 (58%)
Futsal	7 (7%)
Handbol	2 (2%)
Preparador físic	1 (1%)
Atletisme	13 (12%)
Voleibol	1 (1%)
Halterofília/culturisme	1 (1%)
<i>Part lesionada</i>	
Dreta	68 (63%)
Esquerra	40 (37%)
Bilateral	0 (0,0%)
<i>Localització de la lesió</i>	
Proximal	78 (72%)
Distal	30 (28%)
<i>Localització anatòmica</i>	
Tendó lliure	0 (0%)
Unió miotendinosa	104 (96%)
Miofascial	4 (4%)
<i>Longitud del tendó lliure del CLBF</i>	
Longitud del tendó lliure dret (cm)	4,8 (\pm 2,4)
Longitud del tendó lliure esquerre (cm)	5,0 (\pm 2,2)

Confiabilitat

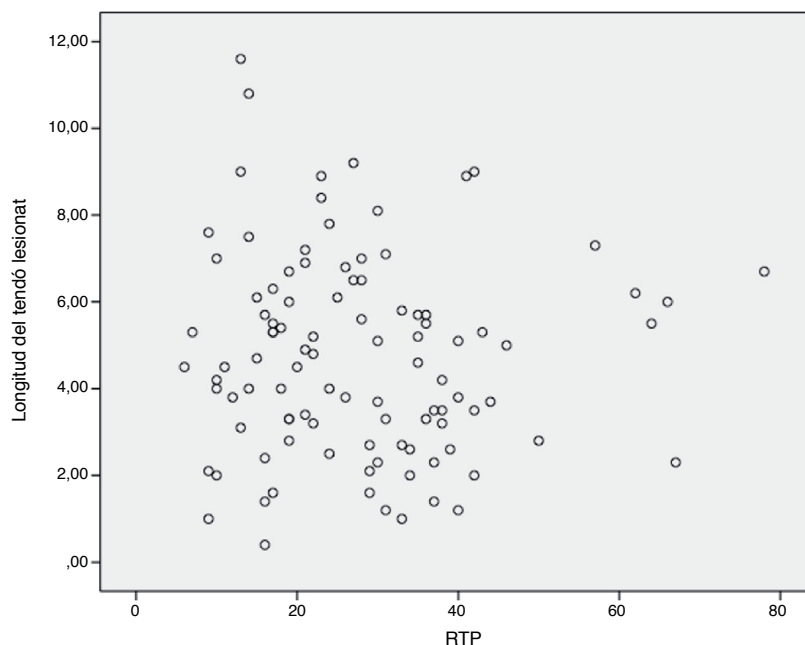
A la taula 3 es presenten els CCI de la confiabilitat de la longitud del tendó lliure (cm) de l'observador i de l'interobservador.

Longitud del tendó lliure i temps RTP

La longitud mitjana del tendó lliure proximal del CLBF fou de $4,8 \pm 2,4$ cm en el costat dret i de $5,0 \pm 2,2$ cm en el costat esquerre. La mitjana de temps per RTP fou de 29 ± 15 dies. No hi hagué correlació estadísticament significativa entre la longitud del tendó lliure proximal del CLBF en cm i el temps fins a RTP en dies (coeficient de correlació de Pearson = $-0,037$; $p = 0,712$). La figura 4 mostra un diagrama de dispersió d'aquests paràmetres.

Taula 3 Coeficient de correlació intraclasse (CCI)

Confiabilitat	Tendó	CCI	IC 95%	p	Força de la concordança
Intraobservador	Dret	0,983	0,963-0,992	< 0,001	Excel·lent
	Esquerre	0,921	0,832-0,963	< 0,001	Excel·lent
Interobservador	Dret	0,984	0,966-0,993	< 0,001	Excel·lent
	Esquerre	0,977	0,952-0,989	< 0,001	Excel·lent

**Figura 4** Diagrama de dispersió per al retorn al joc (*return to play* [RTP]) (dies) i longitud del tendó lliure proximal del CLBF (cm).

Discussió

En aquest estudi hem mirat de determinar si existeix o no una relació entre la longitud del tendó lliure proximal del CLBF i el temps d'RTP, una hipòtesi que es formulà en base a observacions clíniques. El mesurament presentat de la longitud del tendó lliure proximal del CLBF té una confiabilitat excel·lent intra i interobservador. Tanmateix, no hi hagué correlació entre la longitud del tendó (cm) i el temps d'RTP (dies).

Tendó lliure del cap llarg del bíceps femoral proximal i RTP

En aquest estudi els esportistes són majorment jugadors de futbol i atletes amb una mitjana de temps d'RTP de 4 setmanes aproximadament. A tall de comparació: un estudi a gran escala sobre RTP en el futbol (elit) informà que el 84% de les lesions implicaven el bíceps femoral, amb una mitjana de temps d'RTP de 20 ± 15 dies¹⁹. Asklings et al.²⁰ estu-

diaren 18 velocistes que tingueren una lesió anterior en el bíceps femoral amb una mitjana de temps per tornar al nivell d'activitat anterior a la lesió al voltant de les 16 setmanes (rang de 6 a 50 setmanes).

Segons els nostres mesuraments, la mitjana de la longitud del tendó lliure proximal del CLBF fou de $4,8 \pm 2,4$ cm en el costat dret i de $5,0 \pm 2,2$ cm al costat esquerre. Un estudi anatòmic recent del complex muscular dels isquiotibials inclogué les longituds dels músculs i dels tendons i va descriure una longitud mitjana del tendó lliure proximal del CLBF de $5,0 \pm 3,4$ cm⁵. Malgrat que aquest estudi incloïa mesures sobre la dissecció, la mitjana de la longitud d'aquest tendó es correspon amb els nostres mesuraments en RM.

La sospita clínica que la longitud del tendó lliure proximal del CLBF podria afectar la recuperació fou deguda, en part, a les observacions de la pràctica clínica i, en part, a l'atenció actual prestada a l'efecte de l'arquitectura musculotendinosa sobre el risc de lesió²¹⁻²³. Hipotèticament, si determinades característiques arquitectòniques donen lloc

a condicions que podrien predisposar a una lesió muscular, també podrien donar lloc a condicions menys favorables per a la recuperació muscular. Vam tractar d'investigar si aquest era el cas de la longitud del tendó lliure proximal. Tanmateix, les nostres dades no indiquen que la longitud del tendó lliure proximal del CLBF influeixi en el temps d'RTP, després d'una lesió aguda en els isquiotibials en esportistes.

De tota manera, és interessant observar que les lesions tendinoses (per exemple, les distensions del tendó lliure proximal del CLBF) podrien requerir una intervenció quirúrgica per a una curació completa, perquè en cas de fer un tractament conservador, l'RTP és molt més llarg i el risc de lesió és elevat²⁴. Això no obstant, un treball recent²⁵ ha assenyalat que l'RTP en les lesions intramusculars del tendó isquiotibial és només significativament més llarg, en comparació amb les lesions sense disrupció intramuscular del tendó.

Limitacions

Els subjectes d'aquest estudi foren o participants d'un assaig clínic controlat (cohorte de Qatar) o esportistes del FC Barcelona (cohorte catalana) amb algunes diferències en els criteris d'elegibilitat, en els protocols d'RM i els criteris d'RTP. Tot i que això pugui reflectir una pràctica clínica, es pot considerar com una limitació. A més, s'utilitzà una anàlisi univariada. Per tant, no hem controlat possibles factors de confusió.

Investigacions futures

A part de l'impacte en la recuperació, d'acord amb estudis recents sobre les característiques arquitectòniques, seria interessant investigar si la longitud del tendó lliure proximal del CLBF és un factor de risc de lesió i relesió. Això requereix estudis de disseny prospectius.

Conclusió

La longitud del tendó lliure pot ser mesurada de manera fiable amb una concordança excel·lent entre observador i interobservador. En la lesió del cap llarg del bíceps femoral la longitud del tendó lliure proximal no s'associa amb el temps per tornar a jugar.

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

- 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.
- Ekstrand J, Healy JC, Walden M, Lee JC, English B, Hagglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: The correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012;46:112-7.
- Battermann N, Appell H-J, Dargel J, Koebke 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Sato K, Nimura A, Yamaguchi K, Akita K. Anatomical study of the proximal origin of hamstring muscles. *J Orthop Sci.* 2012;17:614-8.
- Woodley SJ, Mercer SR. Hamstring muscles: Architecture and innervation. *Cells Tissues Organs.* 2005;179:125-41.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Valle X, Tol L, Hamilton J, Rodas B, Malliaras G, Malliaropoulos P, et al. *Asian J Sports Med.* 2015;6:e12541.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- ^a *Futbol Club Barcelona, Serveis Mèdics, FIFA Medical Center of Excellence, Barcelona, Espanya*
- ^b *Aspetar, Orthopedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Qatar*
- ^c *Academic Center for Evidence Based Sports Medicine, Academic Medical Center, University of Amsterdam, Amsterdam Movement Sciences, Amsterdam, Holanda*
- ^d *Department of Orthopaedic Surgery, Academic Medical Center, University of Amsterdam, Amsterdam Movement Sciences, Amsterdam, Holanda*
- ^e *Laboratori de Psicologia de l'Esport, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, Espanya*
- ^f *Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Barcelona, Espanya*
- ^g *Departament de Radiologia, Centres Mèdics Creu Blanca, Barcelona, Espanya*

Ricard Pruna^a, Javier Yanguas^{a,*}, Anne D. van der Made^{b,c,d}, Lluís Capdevila^e, Ramon Balius^f, Xavier Alomar^g, Javier Arnaiz^b, Johannes L. Tol^{b,c,d}, Gil Rodas^a

* Autor per a la correspondència.
Correu electrònic: xavier.yanguas@fcbarcelona.cat
(J. Yanguas)